



**Modelo de Gestión de la Calidad de Pruebas para el Proceso de Desarrollo de
Recursos Educativos Multimedia de los Programas de Formación Virtual del
SENA**

Jhoana Andrea Vásquez Gómez

Universidad EAN
Facultad de ingeniería
Maestría en gerencia de sistemas y proyectos tecnológicos
Bogotá, Colombia
2020

**Modelo de Gestión de la Calidad de pruebas para el Proceso de
Desarrollo de Recursos Educativos Multimedia de los Programas de
Formación Virtual del SENA**

Jhoana Andrea Vásquez Gómez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magíster en Gerencia de Sistemas y Proyectos Tecnológicos

Director (a):

Sandra Marcela Delgado Ortiz

Modalidad:

Trabajo dirigido

Universidad EAN

Facultad de estudios en ambientes virtuales

Maestría en gerencia de sistemas y proyectos tecnológicos

Bogotá, Colombia

2020

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá D.C. 19-10-2020

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios porque hace posible lo imposible, a mi madre por el amor y apoyo incondicional, a mis hijos que son el motor que impulsa mi vida y a quien dedico cada uno de mis logros, y por supuesto a mi esposo, quien siempre acompaña mis aventuras.

A mis socios y amigos de Geekcube que nunca me dejaron desistir, quienes siempre me motivaron día a día para luchar y sacar fortaleza de donde no creía tener, a mis compañeros ERE que constantemente estuvieron apoyándome para lograr lo mejor para este proyecto, en las encuestas, en la revisión de documentos, y en la validación de propuestas de productos de calidad.

A la profesora Sandra Marcela Delgado quien con su apoyo y dedicación me acompañó todo el tiempo necesario para culminar de la mejor manera este hermoso proceso.

Al SENA y a los directivos del Centro Agroindustrial, quienes con la mejor disposición apoyaron y aceptaron cada una de las solicitudes realizadas con el propósito de sacar este proyecto adelante, el cual le aportaría muchos beneficios a esta hermosa familia SENA.

Igualmente, a mis amigos Groot y Fara, sinónimos de inspiración y compañía para cada una de esas noches dedicadas a este valioso trabajo.

Resumen

La educación virtual en Colombia y el mundo ha tomado cada vez más un papel protagónico en el ámbito educativo y formativo, por lo que se hace necesario tener contenido de calidad y pertinente hacia los diferentes procesos que se desarrollan en ambientes virtuales.

El SENA ha sido un actor muy importante en la transformación cultural que el país ha vivido con la implementación de la educación virtual, al formar cada año en ambientes virtuales a millones de aprendices en todas las áreas del conocimiento de manera gratuita.

El proceso de producción de los Recursos Educativos Multimedia (REM) ha sido cambiante en el tiempo, acomodándose a las necesidades de la entidad y orientando sus esfuerzos a la innovación de los contenidos producidos, como al proceso en sí mismo; en este contexto, se hace indispensable tener un equipo preparado para cumplir con las necesidades en lo relacionado con el uso y el aprovechamiento de técnicas, metodologías y herramientas que permitan estandarizar, mejorar y aprovechar de la mejor forma el capital humano, técnico y económico con que se cuenta.

La calidad desde el punto de vista de desarrollo de software se enfoca en la satisfacción del usuario final con base en diferentes aspectos como los enumerados en la ISO/IEC 25000.

Los procesos de aseguramiento de la calidad en las pruebas mejoran de forma significativa las entregas de productos como los Recursos Educativos Multimedia (REM) desarrollados en el Ecosistema de Recursos Educativos (ERE).

El objetivo de este proyecto es el diseño de un modelo de gestión de la calidad de pruebas para el desarrollo de los REM que esté alineado con las necesidades del ERE, con la política misional del SENA, y con el desarrollo de un plan de implementación de dicho modelo.

Para llevar a cabo un adecuado diseño del modelo, se procedió a ejecutar un diagnóstico que permitiera conocer de manera acertada, los principales aspectos que afectan la

producción en el equipo; dicho diagnóstico se efectuó mediante el análisis del proceso de entrega de recursos, realizado durante la vigencia del año 2019, y con la información recolectada directamente del equipo de producción.

Con la información recolectada en el marco de referencia y el diagnóstico al ERE, se realiza la propuesta de un modelo de gestión de calidad de pruebas que permita mejorar de manera significativa las variables identificadas como críticas en el proceso, y se plantea un plan de implementación con el apoyo de las directivas de la entidad, quienes a través de la socialización del desarrollo de este proyecto, han comprendido la importancia del mismo y las posibilidades que genera en materia de calidad del producto, en tiempo, y en aporte al cumplimiento de las metas.

Palabras clave:

Automatización, pruebas de código, calidad de software, aseguramiento de la calidad, SENA, recursos educativos.

Abstract

Virtual education in Colombia and in the world has been increasingly in the last years taking a leading role in education and training programs; for this reason, it's increasingly important to have quality content relevant to the different processes that take place in virtual environments.

SENA has been a very important actor in the cultural transformation that the country has experienced with the implementation of virtual education, training millions of apprentices in all areas of knowledge each year for free.

The production process of Multimedia Educational Resources has been a changing process in the time in which it has been operating, adapting to the needs of SENA and directing it's efforts to innovation in the contents produced as well as the production process itself; in this context, it's essential to have a team prepared to achieve the needs of the organization in relation to the use and operation of techniques, methodologies and tools in the process that allows standardizing, improving and making the best use of human capital, technical and economic invested by the organization.

Quality from the point of view of software development focuses on end user satisfaction based on different aspects such as those listed in ISO / IEC 25000.

The quality assurance processes in the tests allows to significantly improve the delivery process of products such as the Multimedia Educational Resources developed in the ERE.

The objective of this project is the design of a test quality management model for the development of Multimedia Educational Resources that are aligned with the needs of the ERE and with SENA's mission; also it must be aligned with the policy and the development of an implementation plan for this model.

To achieve an acceptable design of the model, a diagnostic were made to let us know the main aspects that affect the production in the ERE, this diagnostic was made through the analysis of the resource development process during 2019 and the information collected directly from the production team.

With the information collected, the topics investigated and the diagnostic made to the development process, the proposal of a test quality management model is made that allows to significantly improve the variables identified as critical in the process and an implementation plan is proposed with the support of the staff in SENA, whom through the socialization of the development of this project, have understood it's importance and the possibilities that it has in terms of quality of the final product, improvements in time and contribution to the fulfillment of goals.

Keywords:

Automation, test code, software quality, quality assurance, SENA, educational resources.

Tabla de contenido

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 JUSTIFICACIÓN	16
4 MARCO DE REFERENCIA	19
4.1 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA.....	19
4.2 CALIDAD DE SOFTWARE.....	20
4.3 MODELOS DE CALIDAD IMPLEMENTADOS EN SOFTWARE	23
4.3.1 TEST DRIVEN DEVELOPMENT	23
4.3.1.1 PRUEBAS UNITARIAS DE CÓDIGO	24
4.3.2 TOTAL QUALITY MANAGEMENT	25
4.4 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE CÓDIGO.....	25
4.5 SISTEMA DE CONTROL DE VERSIONES.....	26
4.6 INTEGRACIÓN CONTINUA.....	27
5 MARCO INSTITUCIONAL	28
5.1 MISIÓN	28
5.2 VISIÓN	28
5.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	29
5.4 RESEÑA HISTÓRICA.....	29
5.5 FORMACIÓN VIRTUAL	30
5.6 ECOSISTEMA DE RECURSOS EDUCATIVOS	30
6 DISEÑO METODOLÓGICO	32
7 DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL	34
7.1 ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS.....	36
7.1.1 ENCUESTA GENERAL	37
7.1.2 ENCUESTA DESARROLLADORES.....	54
7.1.3 ANÁLISIS FODA	67
7.2 DIAGNÓSTICO ENTREGAS DE PRODUCCIÓN	73
7.2.1 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS	75
7.2.2 CANTIDAD DE ERRORES REPORTADOS.....	75
7.2.3 DÍAS DE DEMORA	76
7.2.4 CANTIDAD DE CÓDIGO REUTILIZADO	79

7.2.5	CANTIDAD DE ENTREGAS	80
7.3	ANÁLISIS DE DATOS	81
7.3.1	DIAGNÓSTICO DE HERRAMIENTAS <i>OPEN SOURCE</i>	81
8	MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD DE PRUEBAS	82
8.1	FASES DEL MODELO	85
8.1.1	FASE 1. VALIDACIÓN, AJUSTE DE DISEÑO	87
8.1.2	FASE 2. ANIMACIÓN	88
8.1.3	FASE 3. INTEGRACIÓN Y NAVEGACIÓN	88
8.1.4	FASE 4. PRUEBAS FUNCIONALES	89
8.1.5	FASE 5. CARGA DE CONTENIDOS	89
8.1.6	FASE 6. PRUEBAS FINALES	90
8.1.7	FASE 7. CORRECCIONES Y ACTUALIZACIÓN	90
8.2	CONTROL DE VERSIONES	91
8.2.1	GIT FLOW	92
8.2.1.1	RAMA MASTER	92
8.2.1.2	RAMA DEVELOP	93
8.2.1.3	RAMA FEATURE	94
8.2.1.4	RAMA RELEASE	94
8.2.1.5	RAMA HOTFIX	94
8.2.2	ANÁLISIS DE CÓDIGO	95
8.3	EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN DE RECURSO	98
9	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	99
9.1	VALIDACIÓN DEL MODELO	99
9.2	PLAN PILOTO	102
9.2.1	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	106
9.3	PROCESO AJUSTADO DE PRODUCCIÓN DE REM	106
9.4	RIESGOS	108
9.5	INDICADORES DE IMPLEMENTACIÓN	109
10	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	109
10.1	RECOMENDACIONES	109
10.2	CONCLUSIONES	110
11	REFERENCIAS	112
12	ANEXOS	118

Lista de figuras

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Elementos principales de la estrategia	19
Figura 2. Test Driven Development	23
Figura 3. Estructura organizacional del SENA.....	29
Figura 4. Conformación Ecosistema de Recursos Educativos	31
Figura 5. Proceso de producción de los REM	35
Figura 6. Respuestas mayor nivel educativo	39
Figura 7. Experiencia en el SENA	40
Figura 8. Respuestas rol en el ERE.....	41
Figura 9. Años de experiencia total	42
Figura 10. Experiencia del rol en el ERE	43
Figura 11. Apreciación calidad del proceso de producción	44
Figura 12. Tiempos asignados a las tareas	44
Figura 13. Sobreasignación de labores	45
Figura 14. Debilidades del proceso de producción.....	48
Figura 15. Oportunidades del proceso de producción.....	51
Figura 16. Fortalezas del proceso de producción.....	52
Figura 17. Amenazas en el proceso de producción.....	54
Figura 18. Experiencia como desarrollador	56
Figura 19. Experiencia desarrollo ERE.....	57
Figura 20. Conoce el documento de orientaciones para inventario de medios educativos	58
Figura 21. Conoce el documento aspectos para publicar programas de formación virtual y a distancia.....	59

Figura 22. Aplicación lista de chequeo a asignaciones	60
Figura 23. Aplicación documento interno de estándares de desarrollo	60
Figura 24. Conocimiento sobre procesos de calidad de software	61
Figura 25. Consideración código completo y entendible	62
Figura 26. Entrega de desarrollo sin realizar pruebas	63
Figura 27. Porcentaje de tiempo dedicado a pruebas	64
Figura 28. Documentación del código	65
Figura 29. Tiempo para realizar pruebas	65
Figura 30. Promedio de reutilización de código	66
Figura 31. Matriz FODA	72
Figura 32 Recursos con errores vs. recursos sin errores	75
Figura 33. Cantidad de errores por asignación.....	76
Figura 34. Tipos de asignación.....	77
Figura 35. Asignaciones con retraso, sin retraso.....	78
Figura 36. Cantidad de días de retraso por asignación	79
Figura 37. Cantidad de veces que se entregó cada asignación	80
Figura 38. Impacto del modelo en la formación virtual	83
Figura 39. Modelo de desarrollo de REM	85
Figura 40. Estructura GIT Flow	92
Figura 41. Etiqueta de versiones	93
Figura 42. Estadística de SonarQube	95
Figura 43. Representación gráfica del REM	96
Figura 44. Personalización de representación gráfica del REM	97
Figura 45. Diagrama método Delphi	99
Figura 46. Panel de expertos.....	101
Figura 47. Variables a comparar.....	103

Figura 48. Cronograma plan de implementación.....	104
Figura 49. Proceso de producción ajustado de los REM.....	107

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Comparación entre CSCV y DSCV.....	26
Tabla 2. Composición Ecosistema de Recursos Educativos.....	30
Tabla 3. Ficha técnica encuesta general	38
Tabla 4. Ficha técnica encuesta a desarrolladores	55
Tabla 5. Tiempos de asignación de desarrollo	76
Tabla 6. Comprobación de herramientas de DT.....	82
Tabla 7. Fases permitidas por tipo de REM.....	85

1 INTRODUCCIÓN

Es necesario entender que el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA está a cargo de “brindar formación profesional a trabajadores, jóvenes y adultos de la industria, el comercio, el campo, la minería y la ganadería” (SENA, 2019).

Asimismo, como una estrategia de masificación, el SENA ha implementado la formación virtual y a distancia, en la que cada año se forman alrededor de 3.500.000 aprendices en más de 380 programas de formación en todas las áreas del conocimiento.

Para el desarrollo de los programas de formación virtual se ha creado un equipo interdisciplinario llamado Ecosistema de Recursos Educativos, el cual se encarga de la creación y actualización de los programas de formación a través del desarrollo de Recursos Educativos Digitales en diferentes formatos.

Este ecosistema está compuesto por un grupo interdisciplinario de profesionales de diferentes áreas, encargados de la adecuación didáctica y multimedial de los recursos educativos de los programas de formación de la oferta educativa del SENA.

Para el año 2019 se reestructuró el proyecto creando así un único grupo que cuenta con sede en la Regional Quindío y en la Regional Risaralda; este se encuentra formado por profesionales con diferentes perfiles tales como: E-pedagogo instruccional, Evaluador de contenidos, Creativo de recursos didácticos, Desarrollador Full-Stack y Gestor de repositorio. En total son 41 personas trabajando en este proyecto.

Con la unificación del equipo se han evidenciado una serie de dificultades en el proceso de producción y en los recursos desarrollados; dentro de los inconvenientes se halla un alto nivel en las devoluciones de los Recursos Educativos Multimedia (REM), debido a que presentan errores funcionales, de código, en la presentación, entre otros, generando reprocesos por la falta de un proceso unificado de pruebas y de entrega final del recurso.

Teniendo en cuenta lo anterior, este proyecto busca identificar de manera detallada el problema presentado puntualmente en el ámbito de desarrollo de los REM, y cómo se puede aportar en su solución.

En el equipo de Ecosistema de Recursos Educativos del SENA, no existe una metodología o modelo de calidad enfocado en la revisión y pruebas de calidad en el código para los Recursos Educativos Multimedia; además, no hay un área de aseguramiento de la calidad, solo la de desarrollo, la cual trabaja de forma independiente, de acuerdo a las asignaciones de actividades con un tiempo definido, según el tipo de REM a desarrollar.

El tiempo invertido en los REM no incluye una fase de pruebas, enfocándose únicamente en el proceso de desarrollo; al no existir un tiempo y proceso dedicado a realizar pruebas sobre los REM, se generan errores sobre los recursos, los cuales aumentan la carga laboral, creando reprocesos en las actividades del área de desarrollo.

La falta de un proceso de calidad de software enfocado en los REM, genera un impacto negativo que se ve reflejado en reprocesos y demoras de entregas de actividades a causa de los errores que son detectados cuando un REM ha sido entregado al grupo de pedagogos, evaluadores de contenido, o equipo de gestores de adecuación; es más, en algunos casos, los errores son reportados por instructores o aprendices que se enfrentaron con estas dificultades en la ejecución de la formación.

Un error presente en un REM, afecta a otras áreas del ERE y a otras dependencias del SENA, generando un retraso en el cumplimiento de las metas de la entidad, al no permitir por estas fallas, entregar programas de formación a tiempo.

Lo anterior también incide en la ejecución dentro del Learning Management System (LMS), generando inconsistencias en el proceso de ejecución de la formación y afectando tanto a instructores como aprendices, causando deserción y desistimiento de la formación del SENA, lo que se traduce en problemas para llegar a las metas establecidas por la entidad desde la dirección de planeación.

Los errores identificados en los REM ingresan al equipo de desarrollo para el respectivo ajuste, pero no se dispone de un tiempo estipulado entre las actividades para hacer la corrección solicitada, esta debe ser asumida por el desarrollador, sea este el creador o no del recurso, quien no puede detener, ni retrasar sus tareas, por lo que en el mismo

tiempo debe realizar las correcciones y además las actividades asignadas, generando acumulación de trabajo e incremento de carga laboral.

Los recursos producidos para el SENA cumplen con unas características especiales y diferentes a cualquier otro entorno o empresa de desarrollo de software. Al no existir un proceso estructurado de pruebas para el aseguramiento de la calidad en el ERE, los recursos producidos tienen fallas derivadas de defectos no identificados en el código fuente.

Los recursos invertidos por la entidad en corregir los incidentes detectados en los REM, aumentan de forma considerable el costo del desarrollo para el SENA. Los recursos son identificados con incidentes que causan un nivel bajo de calidad, así como de complejidad en el código, evitando la reutilización o modificación del recurso, por lo que la mayoría de veces son devueltos por incidentes para corrección, mejoras o actualización de programas de formación; es más, en muchas oportunidades se considera conveniente iniciar su desarrollo desde cero, dando como resultado pérdida de tiempo y de presupuesto en el desarrollo inicial de los REM.

La presencia de los incidentes disminuye la calidad de los REM, presentando una mala imagen del proceso desarrollado por el ERE, que afecta al SENA en la calidad de los programas de formación que imparte, donde los errores y el nivel de calidad de los recursos se hacen visibles para los usuarios finales.

Los antecedentes identificados generan dudas sobre el procedimiento interno del área de desarrollo del ERE, causando la siguiente inquietud, la cual busca una respuesta adecuada: ¿Cómo diseñar un modelo de gestión de calidad de pruebas para el desarrollo de REM de los programas de formación virtual del SENA?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diseñar un Modelo de Gestión de la Calidad de Pruebas para el Proceso de Desarrollo de Recursos Educativos Multimedia de los Programas de Formación Virtual del SENA.

2.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar el proceso de pruebas y aseguramiento de calidad implementados en el proceso de desarrollo de los recursos educativos multimedia en el caso intervenido.
2. Determinar las metodologías y herramientas existentes sobre automatización y sistematización de pruebas de calidad de software aplicables a los recursos educativos multimedia.
3. Diseñar un modelo estructurado de pruebas basado en la mejora de los procesos actuales, teniendo en cuenta las metodologías seleccionadas en el área de calidad de software aplicables al contexto intervenido.
4. Presentar un plan de implementación del modelo de gestión de calidad de pruebas para el desarrollo de recursos educativos multimedia en el proceso intervenido.

3 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con los problemas detectados en el proceso de producción en el Ecosistema de Recursos Educativos se identifica que uno de los problemas que más genera retrasos en las entregas finales de los programas de formación y en general en el proceso de desarrollo de los recursos educativos y por ende afecta los tiempos de desarrollo de los programas de formación es la falta de unificación y estandarización de los procesos propios de pruebas, ajustes y validación de los recursos educativos de los programas de formación.

Este proceso hace parte de las actividades propias de programación de los Desarrolladores Full Stack, quienes a su vez representan la mayoría del personal del equipo de producción por lo tanto su labor representa una capacidad instalada de producción muy significativa y de mucho impacto en el equipo.

La ausencia de un Modelo de Gestión de Calidad de Pruebas (MGCP) en el proceso de producción de los REM, ha causado que las actividades se realicen de manera artesanal, de acuerdo con los conocimientos que cada desarrollador posee, y no de forma unificada y estandarizada.

Esta falta de formalización genera diferentes dificultades asociadas con la calidad de los recursos, el tiempo de desarrollo, su reutilización y los reprocesos en la producción.

La implementación de un MGCP en el software permitirá detallar un riguroso procedimiento a seguir en el área de desarrollo para validar los REM, verificando su complejidad de código y los posibles incidentes, identificando errores por medio de la implementación de un proceso unificado de pruebas y de medición del nivel de deuda técnica.

Automatizar mediante el uso de herramientas tecnológicas, junto a un proceso formalizado con la mediación de la tecnología disponible, puede ser una solución de fondo a la problemática existente.

La solución a este problema se presenta como una oportunidad de mejoramiento para el SENA, ya que con la implementación del MGCP se pueden solucionar diferentes problemáticas asociadas a reprocesos y pérdidas de tiempo, debido a los errores asociados por la falta de pruebas o métodos estructurados.

El impacto esperado de la investigación es el mejoramiento en la calidad de los Recursos Educativos Multimedia elaborados por el Ecosistema de Recursos Educativos, así como el mejoramiento general de los programas de formación y la disminución de los tiempos de desarrollo asociados a los reprocesos creados por correcciones de errores y defectos en el código.

Calidad en el software es un “Proceso eficaz de software que se aplica de manera que crea un producto útil que proporciona valor medible a quienes lo producen y a quienes lo utilizan” (Pressman, 2010, p. 340).

Teniendo en cuenta esta definición se hace necesaria la implementación de un MGCP para los REM, permitiendo proveer un proceso eficaz para la producción de software que satisfaga los niveles de calidad requeridos por el SENA en sus programas de formación.

De igual forma se hace necesaria la implementación de un MGCP que incluya herramientas tecnológicas que permita automatizar las pruebas y garantizar un nivel aceptable de calidad en el código de los REM por medio de la evaluación de la deuda técnica, logrando disminuir el esfuerzo en la corrección de defectos en los REM, así como en el mantenimiento y actualización del código, impactando positivamente el proceso de producción y reduciendo los tiempos de desarrollo a través de una menor cantidad de devoluciones para ajustes y de corrección de errores.

Con esta implementación se espera lograr una mejoría significativa en los tiempos de entrega de los REM desarrollados en el ERE, lo que significa un importante impacto para el equipo de producción en el cumplimiento de las metas establecidas, reduciendo reprocesos.

Basado en lo anterior, se puede concluir que el diseño e implementación del MGCP, agrega valor a la organización en términos de una alta conveniencia, tanto económica como social, ya que se podrán optimizar los procesos de producción de los REM y así tener cada vez más y mejores programas de formación disponibles en la oferta de formación virtual de la entidad.

El desarrollo de este proyecto tiene además un valor teórico importante, ya que sobre el mismo no se han encontrado trabajos que abarquen de forma directa la problemática que se viene presentando en la entidad, y su desarrollo constituye un aporte al sector de producción de los Recursos Educativos Multimedia.

Igualmente se identifica la necesidad de implementar un modelo que le permita a cada desarrollador por medio de un aplicativo automatizar y sistematizar las pruebas en el menor tiempo posible, donde el desarrollador dentro del tiempo destinado para la actividad, use un corto periodo de tiempo para ejecutar el sistema de pruebas, de manera que antes de realizar la entrega del REM, pueda validar e identificar errores, realizando

correcciones de ser necesarias, previo a la entrega definitiva, reduciendo el tiempo de finalización de la actividad y el nivel de carga laboral.

4 MARCO DE REFERENCIA

Teniendo en cuenta la problemática identificada en el proceso de producción de los REM dentro del ERE, se requieren elementos estratégicos que permitan la mejora de los procesos, involucrando la calidad en los REM, y generando la optimización de recursos y un procedimiento estructurado acorde a las necesidades identificadas.

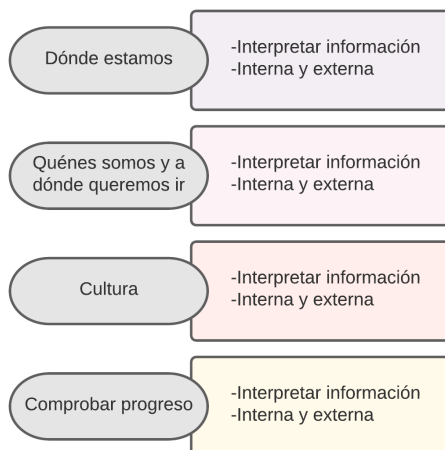
4.1 Planeación estratégica

Según Amaya y Ardila (2012), en el entorno empresarial es requerido contar con metas claras para el desarrollo de un proceso o procedimiento, la planeación estratégica es el proceso por medio del cual se establecen los objetivos y acciones adecuadas para lograrlos, teniendo presente una secuencia de acciones en el tiempo para cubrir los objetivos planteados; el proceso no se aplica únicamente a un área, la planeación estratégica se tiene en cuenta para toda la organización, por lo cual, afecta a elementos del enfoque misional y metas globales.

“El objetivo central de la planeación estratégica es lograr el máximo provecho de los recursos internos seleccionando el entorno donde se han de desplegar tales recursos y la estrategia de despliegue de recursos” (Rojas y Medina, 2011 p. 48).

Igualmente como lo expresan Rojas y Medina (2011), para el cumplimiento del objetivo se debe tener en cuenta que la planeación estratégica requiere de un estudio de la situación actual, identificando las tendencias del mercado sobre los procesos de la empresa, lo cual conlleva a un estudio de impacto externo, que deriva con la formulación de estrategias de cambio en los procesos de la organización.

Figura 1. Elementos principales de la estrategia



Fuente: Rojas y Medina (2011, p. 37).

Según Martínez y Milla (2012), el análisis del estado actual de la empresa y el procesamiento de los datos es fundamental para comprender la base bajo un fundamento estadístico y soportado, herramientas EAN como DOFA permiten la identificación de un estado actual para la planeación futura al largo y al corto plazo. Al completar este análisis, se debe informar a la organización los objetivos a alcanzar para así asegurar el éxito de la estrategia en su implantación.

4.2 Calidad de software

La calidad es considerada como “desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, útil y siempre satisfactorio para el consumidor” (Carrizo y Alfaro, 2018 p. 116). Por lo que se concluye que la calidad corresponde a la satisfacción del usuario final con el producto desarrollado.

En el ámbito del software, se encuentran diferentes definiciones de calidad, de acuerdo con la norma ISO 9000 (2015), se puede interpretar como el grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos, aportando de esta manera un valor, entre los que se encuentran: (a) funcionalidad, (b) rendimiento, (c) seguridad y (d) mantenibilidad.

La calidad de software es “el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario” (Boehm, 1991, p. 32).

Además, se considera como “una metodología que ayuda a recopilar evidencias del uso de un producto o software” (Castro, Solarte y Muñoz, 2019, p. 613).

De acuerdo a Piattini, García, Pino y García (2019), la calidad de software cuenta con diferentes elementos y marcos de referencia normativa, como lo son CMM, ISO/IEC 15504 SPICE, ISO 9000: 2015, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 9003, ISO/IEC 29119, ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598, donde se encuentran diferentes procesos y definiciones que al final se enfocan en la satisfacción del usuario final, agrupando de forma más simple las normativas ISO por familias correspondientes a las ISO/IEC 25000, siendo aquellas las que abarcan un amplio cuadro normativo de calidad de software.

Una definición acorde al ERE en el proceso de desarrollo de los REM, indica que calidad en el software es “la concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente” (Pressman, 2010, p. 346). Teniendo asimismo presente que el término técnico conlleva a contar con un producto para satisfacer las necesidades del cliente final, conservando la primicia de satisfacción del usuario, lo que es tratado a fondo por otros autores y marcos de referencia.

La prueba de calidad “es una actividad realizada para evaluar la calidad del producto y mejorarla, identificando defectos y problemas” (IEEE Computer Society, s.f.).

En el proceso de desarrollo de software, existen diferentes tipos de procesos que se realizan para asegurar la calidad del producto final, considerando las pruebas de aceptación, las cuales “son diseñadas por el propio equipo de desarrollo con base en los requisitos funcionales especificados en la fase de análisis para cubrir todo ese espectro, y ejecutadas por el propio usuario final” (Ponce, Domínguez, Gutiérrez y Escalona, 2014,

p. 73). Permitiendo de esta forma la identificación de incidentes sobre el producto antes que este sea entregado al usuario.

La prueba de software puede ser usada para mostrar la presencia de bugs, pero nunca su ausencia, teniendo en cuenta esta primicia, el hecho de que no se encuentren errores o incidentes en el software, no solo lo libra de su existencia, sino que tampoco garantiza el correcto funcionamiento de este. Aun así, la implementación de pruebas en el desarrollo de software se presenta como un proceso obligado del mismo y un factor fundamental de éxito en cualquier proyecto de desarrollo, ya que permite la confrontación de los requerimientos frente al producto final basado en criterios específicos, previamente validados (Dijkstra, 1970, p. 11).

Según Calero (2012), en el proceso de calidad de software surgen diversas formas de definir el estado de calidad, como el concepto de Deuda Técnica (DT), el cual fue introducido como una manera de describir los costos adicionales asociados al diseño y desarrollo de software por cuenta de errores presentados en los productos. Esta concepción fue dada a conocer por Ward Cunningham en el año 1992, e indica además que el uso de malas prácticas en el desarrollo de software, genera una deuda que se acumula en el mismo, produciendo un sobre costo en el mantenimiento, e incluso, en su funcionamiento, la DT hace referencia al trabajo técnico retrasado en el cual se incurre cuando se toman atajos técnicos, generalmente en procura de cumplir cronogramas.

Existen diferentes tipos de DT, entre las cuales se consideran: (a) requerimientos, (b) código, (c) diseño, (d) pruebas, (e) arquitectura, (f) infraestructura, (g) documentación y (h) versionamiento.

Dentro de la DT de código es común encontrar defectos por duplicidad de código, falta de documentación, estructuras cíclicas y métodos no recursivos, código obsoleto (deprecated), código vulnerable, variables y métodos no utilizados o declarados.

Algunas Deudas Técnicas (DT) pueden ser detectadas por aplicativos automatizados, conocidos como aplicativos de análisis estadístico de código, reduciendo el tiempo que se debe dedicar a su validación, y permitiendo una identificación inmediata de elementos de DT. Las herramientas de software identificadas para el proceso de análisis de DT conocidas en el mercado corresponden a las siguientes:

- SonarQube.
- Cast Highlight.

- Coverity Scan. (Baldassarre, Lenarduzzi, Romano y Saarimäki, 2020)

4.3 Modelos de calidad implementados en software

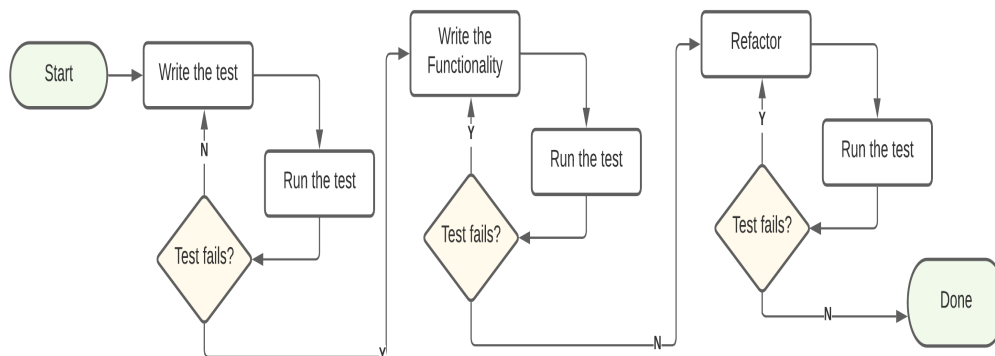
El concepto de calidad es amplio, en el mercado se encuentran diferentes tipos de modelos que pueden ser implementados, según las necesidades identificadas en los procesos; para el ámbito del software, se cuentan también con modelos que permiten asegurar la calidad de pruebas del producto desarrollado.

4.3.1 Test Driven Development

Según Madeyski y Kawalerowicz (2019), el *Test Driven Development (TDD)* es considerado una práctica de metodologías ágiles de desarrollo, donde es común su uso con prácticas de *Extreme Programming (XP)* que se enfocan a pruebas unitarias y de refactorización de código.

Se puede indicar que el TDD consiste en realizar un proceso de desarrollo basado en pruebas, donde como primera etapa se considera el proceso de creación de la prueba a ejecutar antes de realizar el proceso de creación del código, considerando TDD como un ciclo de pruebas, de código y de refactorización, todo basado en los resultados de la ejecución de pruebas por etapas.

Figura 2. Test Driven Development



Fuente: Madeyski y Kawalerowicz (2019, p. 7645).

Ress, Moraes y Salerno (2013), explican que un proceso de desarrollo de software tradicional realiza la creación de pruebas al finalizar, mientras que en el TDD se implementa la escritura de las pruebas al inicio del proceso de codificación, incluyendo al final una refactorización, sin necesidad de esperar a que el incidente surja luego de realizar un proceso tedioso de desarrollo, evitando de esta forma que pasen desapercibidos algunos flujos de errores.

Según Beck (2003), para la ejecución del TDD, se deben realizar las prácticas de (a) automatización que consisten en la creación de pruebas del programa por medio de código, el cual al ejecutarse muestra si el código creado funciona de manera correcta o incorrecta; el (b) *test-first*, en donde las pruebas deben ser escritas y programadas antes de escribir el propio código; y (c) refactorización posterior, donde se busca mantener la calidad del código, por ende si se requiere, se pueden llevar a cabo las modificaciones necesarias, sin afectar otras funcionalidades existentes.

4.3.1.1 Pruebas unitarias de código

Según Prado y Rizzo (2018), el núcleo de TDD corresponde a pruebas unitarias sobre el código, las cuales en conjunto con Entornos de Desarrollo Integrado (IDE), permiten la automatización de un flujo de desarrollo que facilita la depuración del código, aceptando una identificación de incidentes antes de su publicación; la función principal de este tipo de pruebas consiste en descomponer componentes de un sistema en pequeñas partes testeables.

De acuerdo a Madeyski y Kawalerowicz (2019), los IDE actuales cuentan con herramientas de depuración de código continuo, identificando errores de sentencias de código en el proceso de escritura, y proporcionando alertas visuales sobre posibles vulnerabilidades; el proceso de pruebas continuas se extiende con el *Continue* TDD (CTDD), cumpliendo con la opción de ejecución de pruebas unitarias de forma automática, mientras el desarrollador crea el código, este es validado con los procesos de CTDD proporcionados por el IDE.

4.3.2 Total Quality Management

Según Carrizo y Alfaro (2018), *Total Quality Management* (TQM) o Gestión de la Calidad Total consiste en el mejoramiento del área de una empresa, asegurando la calidad de los productos o servicios. Se enfoca en la mejora de los productos y en la satisfacción del cliente, por lo que cuenta con vigilancia sobre los procesos, permitiendo mejorar y sostener el nivel de calidad.

Para lograr la satisfacción del cliente, TQM se enfoca en la mejora continua y en la innovación de los procesos que generan los productos o servicios, trayendo consigo una mejora en la reducción de costos por producción, al implementar un esquema de calidad.

4.4 Herramientas de análisis de código

De acuerdo a Díaz y Bermejo (2013), el objetivo del tipo de herramienta es la búsqueda del nivel de Deuda Técnica en un código fuente, identificando el costo y esfuerzo, basándose en el tiempo, en donde es común identificar el análisis sobre la complejidad del código, de acuerdo a valores exponenciales y logarítmicos, así como en la validación del nivel o coste de mantenimiento del código, enfocándose en procesos de calidad y de seguridad del producto final.

Con la implementación de la herramienta de análisis, se obtiene la información relacionada con la confiabilidad, complejidad, mantenimiento y rendimiento del código antes de su procesamiento, permitiendo la identificación temprana de incidencias para su corrección.

Según Kaur y Nayyar (2020), existen dos métodos enfocados en el análisis de vulnerabilidades de código, el estático y el dinámico. El análisis estático no requiere de ejecución del código, se basa en la lectura del contenido para buscar los elementos configurados de calidad, mientras que el dinámico, requiere que se ejecute, compile el código previamente para su validación; este último genera más proceso en el sistema, requiriendo de tiempo y de recursos para su adecuada validación.

4.5 Sistema de control de versiones

De acuerdo a Zolkifli, Ngah y Deraman (2018), los Sistemas de Control de Versiones (SCV) se caracterizan por registrar los cambios realizados en un software, almacenando información de los archivos utilizados y permitiendo una revisión de cambios y de administración del código versión; asimismo, los SCV admiten el almacenamiento de los cambios realizados, los cuales pueden ser revertidos en el momento deseado a una versión previa del contenido, pero se debe tener en cuenta que los contenidos o archivos en formato binario, generan aumento de peso y del funcionamiento del SCV, haciendo tedioso su procesamiento de forma directa.

Igualmente, según Zolkifli, Ngah y Deraman (2018), los SCV cuentan con estructuras internas de manejo de código por medio de ramas o derivaciones, permitiendo realizar tareas múltiples sobre un proyecto de software, sin afectar el código ya existente, ni el trabajo de otros desarrolladores; asimismo, dichos cambios realizados son comentados (preparados) o *committed* dentro del VCS para ser almacenados como copia de código dentro de las ramas creadas.

Hay que tener en cuenta que existen diferentes tipos de Sistema de Control de Versiones, los centralizados (CSCV) y los distribuidos (DSCV); los CSCV se enfocan en un servidor (repositorio) principal para el almacenamiento del código y sus cambios, mientras que los DSCV permiten contar con diferentes repositorios locales; asimismo, un repositorio central CSCV admite que un usuario solo pueda tener la copia más reciente del código en su equipo, mientras que el DSCV permite contar con una copia del repositorio completo en su equipo, por lo que el desarrollador puede consultar las versiones anteriores del código, sin afectar a otros usuarios.

Tabla 1. Comparación entre CSCV y DSCV

Sistema de control de versiones	CSCV	DSCV
Repositorio.	Existe un solo repositorio central, el servidor.	Cada usuario tiene un repositorio completo, el cual se llama "local" en su equipo de trabajo.
Acceso al repositorio.	Cada usuario que necesite acceder al repositorio, debe estar conectado a una red (Internet).	DSCV permite a los usuarios trabajar de forma <i>offline</i> sin requerir una conexión, pero cuando se necesite compartir los cambios en el repositorio a otros usuarios, es imprescindible una conexión a una red (Internet).

Ejemplo de herramientas.	Subversion, Perforce Revision Control System.	Git, Mercurial, Bazaar, BitKeeper
Características del software.	<ul style="list-style-type: none"> i. El proyecto permite que un solo usuario activo pueda contribuir al desarrollo del software. ii. El contenido se encuentra almacenado en un único lugar. 	<ul style="list-style-type: none"> i. DSCV es adecuado para uno o varios desarrolladores, debido a que el repositorio del proyecto es distribuido con todos los desarrolladores y habilitado para proporcionar mejoras al proyecto. ii. Puede ser aplicado a pequeños y grandes proyectos de software, debido a que reduce las dificultades para que un usuario aporte en el desarrollo. iii. El contenido es almacenado en diferentes ubicaciones, países y zonas horarias.

Fuente: Zolkifli, Ngah y Deraman (2018, p. 409).

De acuerdo a Zolkifli, Ngah y Deraman (2018), la diferencia entre DSCV y CSCV consiste en su forma de procesamiento de datos; los cambios realizados en un CSCV afectan la labor de otros usuarios, mientras que los de DSCV, permiten que el desarrollador realice trabajo en local, sin afectar a otros usuarios, y cuando complete los cambios, los puede enviar al repositorio principal para que otros usuarios lleven a cabo la descarga de los mismos.

4.6 Integración continua

De acuerdo a Ståhl y Bosch (2014), la Integración Continua (IC) se enfoca en los cambios del software, permitiendo la evolución rápida y con reducción de costo, debido a la automatización de procesos de ejecución de pruebas o de tareas programadas, generando un reporte del estado del código.

La información generada del proceso de IC permite realizar la toma de decisiones para priorizar actividades de desarrollo, de corrección de incidencias, así como de funcionalidades, de acuerdo a los resultados generados.

Según Mossige, Gotlieb y Meling (2015), los procesos de desarrollo de software cuentan con procedimientos o fases donde se realiza un despliegue / compilación / construcción /

deploy de un SCV, el cual es publicado en entornos de ejecución (pruebas, producción) del software; este proceso se realiza de forma automática con la IC, quien cumple con el objetivo de publicación automática del software, integrando el sistema de control de versiones y de ejecución de pruebas de calidad.

Igualmente, según Saba y Suad (2015), los archivos de código agregados en el proceso reciben de forma inmediata una retroalimentación por parte de la IC; en caso de presentar un error en la ejecución de las respectivas pruebas, el procedimiento informa para su corrección y detiene el proceso de despliegue sobre el código actual, evitando de esta forma la entrega de código defectuoso.

La IC permite la optimización del procedimiento de pruebas, realizando las pruebas y tareas programadas sobre el contenido, de esta forma se valida que un cambio realizado sobre un archivo no afecte todo el software, ni funcionalidades existentes, ni archivos que no se modificaron, permitiendo la rápida identificación de errores para su corrección antes de que el producto de software se encuentre en un proceso de producción o de ejecución con el cliente.

5 MARCO INSTITUCIONAL

5.1 Misión

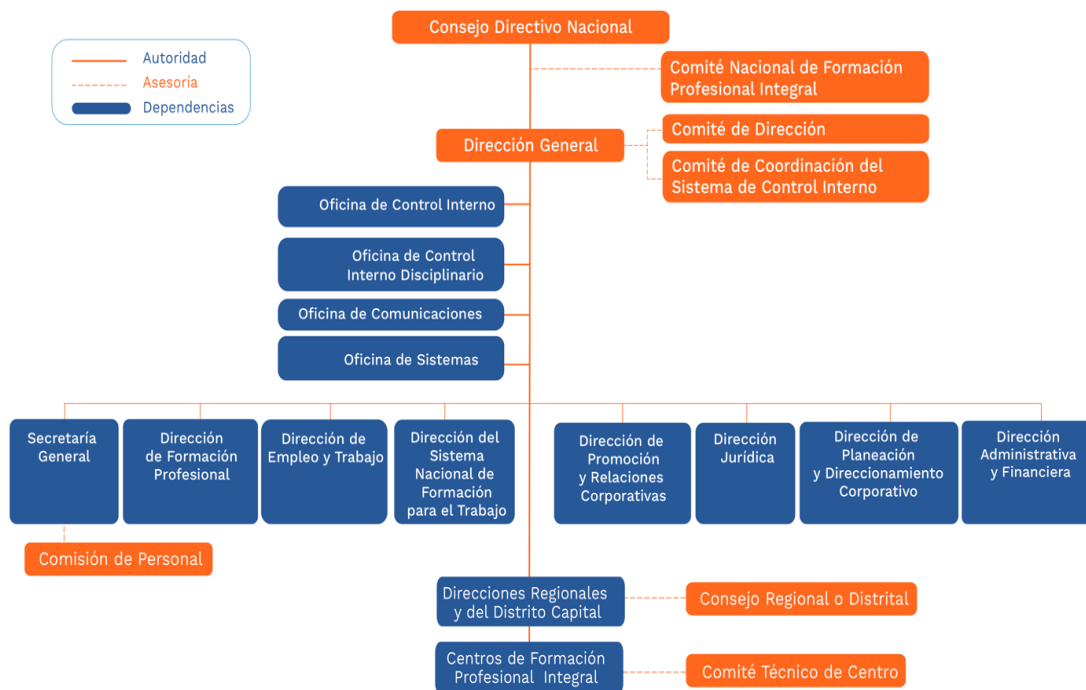
El SENA está encargado de cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país. (SENA, s.f.)

5.2 Visión

El SENA será reconocido por la efectividad de su gestión, sus aportes al empleo decente y a la generación de ingresos, impactando la productividad de las personas y de las empresas; que incidirán positivamente en el desarrollo de las regiones como contribución a una Colombia educada, equitativa y en paz. (SENA, s.f.)

5.3 Estructura organizacional

Figura 3. Estructura organizacional del SENA



Fuente: SENA (2013).

5.4 Reseña histórica

El SENA nació durante el gobierno de la Junta Militar, posterior a la renuncia del General Gustavo Rojas Pinilla, mediante el Decreto-Ley 118, del 21 de junio de 1957. Su función, definida en el Decreto 164 del 6 de agosto de 1957, fue brindar formación profesional a trabajadores, jóvenes y adultos de la industria, el comercio, el campo, la minería y la ganadería. Su creador fue Rodolfo Martínez Tono.

Así mismo, siempre buscó proporcionar instrucción técnica al empleado, formación complementaria para adultos y ayudarles a los empleadores y trabajadores a establecer un sistema nacional de aprendizaje. La Entidad tiene una estructura tripartita, en la cual participarían trabajadores, empleadores y gobierno, se llamó Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), que se conserva en la actualidad y que muchos años después, busca seguir conquistando nuevos mercados, suplir a las empresas de mano calificada utilizando para ello métodos modernos y lograr un cambio de paradigma en cada uno de los procesos de la productividad. (SENA, s.f. a)

5.5 Formación virtual

La formación virtual en el SENA se ha convertido en una de las más exitosas estrategias de ampliación de cobertura.

Según la Circular 204 de 2015 del SENA, la formación virtual y a distancia se estableció como una modalidad basada en la mediación de herramientas tecnológicas para el aprovechamiento de ambientes flexibles de tiempo y de espacio para la formación.

Igualmente, la Dirección General del SENA identificó como una prioridad el proceso de actualización del catálogo de programas de formación virtual, esto como una estrategia de aumento en la cobertura y de las áreas de formación de atención de aprendices en los programas que aportan a la meta institucional.

Para el año 2020 la meta de formación virtual del SENA se fijó en 3.654.833 cupos de atención en formación complementaria, es decir cursos cortos entre 80 y 120 horas en promedio y 72.673 cupos de atención en formación titulada, es decir programas de formación técnicos, tecnólogos y de especialización tecnológica, de acuerdo con el informe de seguimiento a metas enviado con corte al mes de septiembre.

Lo anterior da una idea acerca de la importancia del programa y del impacto que tiene; asimismo, este proceso de actualización es realizado por un equipo interdisciplinario denominado Ecosistema de Recursos Educativos ERE.

5.6 Ecosistema de Recursos Educativos

El Ecosistema de Recursos Educativos tiene la responsabilidad de adecuar y actualizar los programas pertenecientes a la oferta de formación virtual y a distancia de la entidad.

El Ecosistema de Recursos Educativos está compuesto de la siguiente forma:

Tabla 2. Composición del Ecosistema de Recursos Educativos

Rol	Cantidad
Desarrolladores full-stack.	17

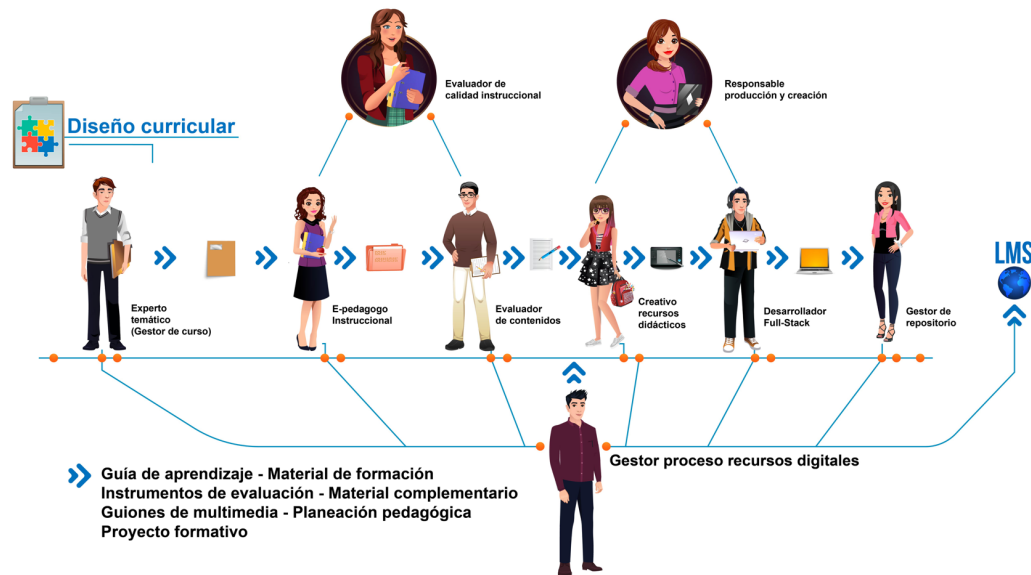
Creativo de recursos didácticos.	8
E-Pedagogo instruccional.	6
Evaluadores de contenido.	6
Gestor de proceso recursos digitales.	1
Responsable de producción y creación.	1
Evaluador de calidad instruccional.	1
Gestor de repositorio.	1
Intérprete de señas.	1
Abogado propiedad intelectual.	1
Total	43

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la labor de producción el esquema de trabajo está definido como se muestra en la Figura 4. Conformación Ecosistema de Recursos Educativos.

Figura 4. Conformación Ecosistema de Recursos Educativos

Ecosistema de Recursos Educativos



Fuente: SENA (2019).

En la Figura 4, se exhibe de forma general el paso a paso del trabajo que se lleva a cabo en el ERE para el desarrollo de un Recurso Educativo Multimedia (REM).

La fase que se desea intervenir con el modelo propuesto, es la de programación de los REM. La intención es realizar una mejora en los procesos y en los tiempos de desarrollo, lo cual optimice los recursos humanos, técnicos y económicos invertidos, además de mejorar la calidad en los recursos desarrollados.

6 DISEÑO METODOLÓGICO

De acuerdo al proceso de validación de calidad de los Recursos Educativos Multimedia, se considera un análisis previo sobre los ciclos de vida de desarrollo de un proyecto de software, teniendo en cuenta la investigación de los autores Marín, Bruque y Minguela del año 2017, llamada *Environment determinants in business adoption of Cloud Computing*, se debe realizar: (a) análisis de las necesidades, (b) diseño, (c) desarrollo o implementación, (d) pruebas y (c) implementación.

Por ende, se hace necesario poner en marcha un modelo de gestión de calidad de pruebas que permita realizar este procedimiento con un alto estándar de calidad, requiriendo para ello, un estudio previo del comportamiento del desarrollo de los Recursos Educativos Multimedia dentro del ERE, así como de su implementación.

Este proyecto será desarrollado bajo la metodología de investigación aplicada en el contexto del ERE y más específicamente a la labor que realiza el desarrollador full-stack, con el propósito de efectuar una intervención al proceso de producción de los REM en la etapa de desarrollo y de pruebas, lo cual permita una mejora y optimización del procedimiento y los recursos.

El ámbito dentro del cual se realizará la investigación es el Procedimiento Desarrollo Curricular-GFPI-P-013, dentro del cual se detallan las actividades que hacen parte del proceso de creación de los programas de formación virtual y a distancia por parte del ERE.

Para el desarrollo de esta propuesta se plantea seguir una serie de pasos que permitan el correcto desarrollo del modelo propuesto a partir de los requerimientos del SENA y del ERE.

El primer paso es la revisión sistemática de la literatura existente sobre modelos de gestión de calidad en el desarrollo de software, de manera que se logre una base sólida sobre los modelos, métodos, buenas prácticas y estrategias a aplicar en el contexto del proyecto.

De igual forma se debe elaborar un análisis sobre los procedimientos y métodos de trabajo desarrollados del ERE y el SENA para identificar cómo se debe realizar la implementación del modelo producto del presente proyecto; para ello se procederá con un análisis situacional que permita abordar las diferentes dimensiones inmersas en el proceso.

Dicho análisis se realizará a partir del proceso de producción de los recursos educativos desarrollados durante la vigencia del año 2019, de donde se puede extraer información histórica sobre la producción, así como datos sobre las dificultades encontradas.

Adicionalmente se llevará a cabo una investigación aplicada mediante encuestas dirigidas al equipo para identificar los aspectos más relevantes a tener en cuenta en el proceso de producción y que deben ser incluidos en el modelo de gestión de calidad de pruebas en la realización de los recursos educativos.

Como resultado se planteará un modelo de aseguramiento de la calidad que esté enfocado en corregir las falencias y debilidades encontradas en el proceso de producción, y que de igual forma potencie los aspectos positivos para el mejoramiento general del proceso de producción en el ERE.

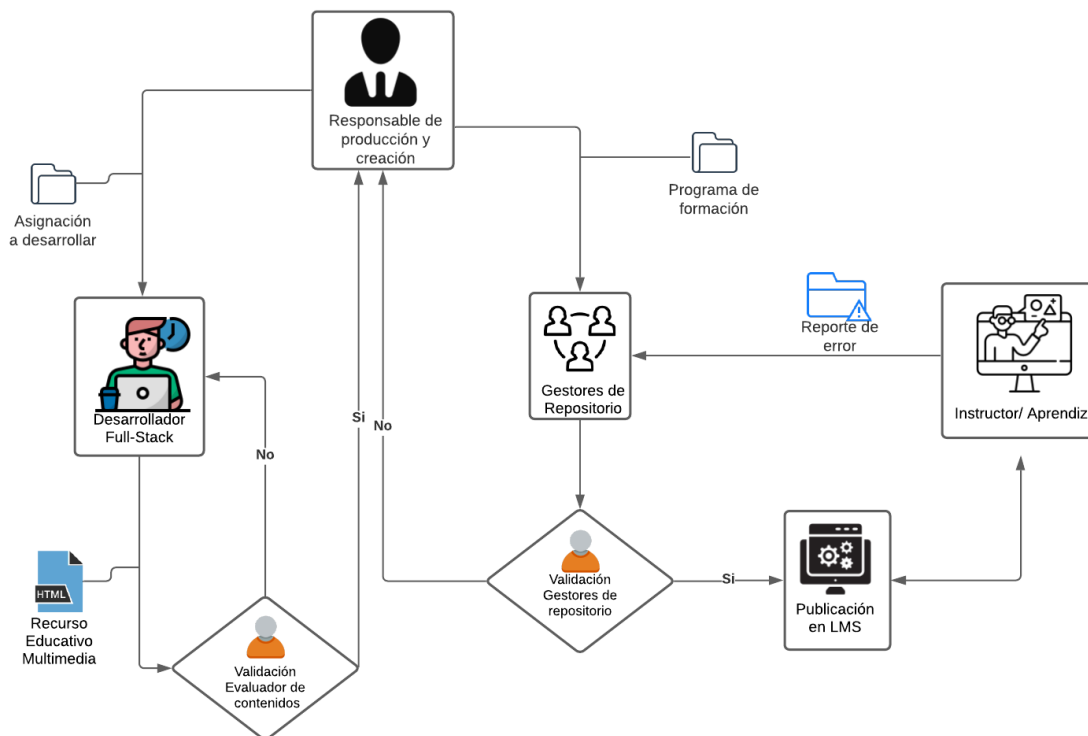
Con el modelo planteado se debe continuar con su implementación, para así asegurar el establecimiento en el equipo de producción con el menor impacto posible y de forma tal, que involucre a los actores en el mismo para hacerlos parte del cambio para el éxito de la propuesta.

Este modelo y su respectivo plan de implementación serán validados por el equipo directivo, quienes darán el aval para continuar con la implantación del mismo en el ERE.

7 DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL

Para realizar el diagnóstico organizacional se tuvieron en cuenta dos fuentes principales de información, por una parte, se realizó el diagnóstico sobre la totalidad de las entregas realizadas en la vigencia anterior como fuente principal del ejercicio de producción de los REM dentro del ERE en el marco del proceso actual de producción indicado en la Figura 5. Proceso de producción de los REM.

Figura 5. Proceso de producción de los REM



Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se realizó una investigación con el equipo de trabajo del ERE para identificar aquellos aspectos que impactan de manera negativa el proceso de producción, mediante encuestas dirigidas al total de integrantes del equipo.

En el diagnóstico realizado al proceso de producción de los REM, de la totalidad de los recursos producidos durante el año 2019, se identificaron una serie de dificultades asociadas al proceso de revisión y entrega de los recursos.

Así con este análisis se pudo identificar cuáles son las estrategias que se deben aplicar en el procedimiento de producción del ERE para mejorar y optimizar los procesos de revisión y entrega de las actividades que integran el equipo.

Igualmente se centró el esfuerzo del análisis en la medición de las variables identificadas que afectan la producción de los REM, mediante los informes de entrega de las asignaciones y la consulta hecha a los miembros del equipo.

- **Errores de funcionalidad:** son los errores generados en el código fuente de los REM que afectan su funcionalidad o generan un comportamiento no esperado.
- **Número de devoluciones:** cantidad de veces que se devuelve el recurso educativo al desarrollador para realizar ajustes por fallas de funcionalidad, presentación, animación gráfica o errores de contenido.
- **Demora en tiempo de desarrollo:** días adicionales requeridos para realizar la entrega satisfactoria del recurso.
- **Reutilización:** posibilidad que tiene el desarrollador de utilizar sentencias de código de un recurso previamente desarrollado.
- **Código fuente legible:** incluye varios conceptos como indexación del código, nomenclatura coherente, estándares de desarrollo y separación del código de los datos.
- **Nivel de documentación de código:** nivel de documentación de las sentencias en el código para que sean más entendibles.

Para analizar estas variables se hizo la identificación de las tareas de desarrollo de cada uno de los 115 programas de formación desarrollados y se realizó una encuesta al equipo de trabajo; asimismo, se tabuló la información para identificar y cuantificar las variables que afectan a la producción.

Teniendo en cuenta lo anterior, dichas dificultades pueden ser solucionadas con la implementación de un MGCP, lo que permite el aseguramiento de la calidad de los REM, generando una mejora significativa de los productos, bajando la cantidad de errores, optimizándose los tiempos de entrega, y por ende, la eficiencia en la inversión de los recursos en el proceso de producción.

7.1 Análisis de las encuestas

Para iniciar el análisis es necesario centrarse en el diseño de la planeación estratégica para el ERE, enfocado en el mejoramiento de los diferentes procesos en los cuales se han identificado fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades.

Para identificar los elementos que afectan el proceso de producción se aplicó una encuesta a la totalidad del equipo con el instrumento “Encuesta Identificación de Variables para Ecosistema de Recursos Educativos (ERE) en el SENA”; de allí se pudo extraer información muy relevante, tanto de la caracterización del equipo, como para la identificación de variables que afectan el proceso de producción y que deben ser tenidas en cuenta; todo esto reforzado también por los resultados de la encuesta general, la cual se encuentra como anexo.

De igual forma se realizó una encuesta al grupo de desarrolladores full-stack, enfocada a las variables que afectan el procedimiento de desarrollo de los REM que asimismo se deja como anexo con el nombre de “Encuesta sobre calidad en el procedimiento y código entregado por los Desarrolladores Full-Stack en Ecosistema de Recursos Educativos SENA” de la que se extrajo información muy relevante para el proyecto.

A continuación, se analizan los resultados de las encuestas:

7.1.1 Encuesta general

En la encuesta general se procedió a realizar una caracterización del equipo que compone el ERE. La totalidad del equipo respondió al cuestionario.

Se realizó la convocatoria en la que se incluyó todo el equipo que lo conforma, así: 1 directivo como gerente del proyecto, dos administrativos a cargo de revisar y supervisar el proceso de producción y 40 integrantes del equipo en todas las áreas.

En el anexo Encuesta General.xlsx, se encuentra el instrumento aplicado, las respuestas recibidas en el formulario y el análisis de la información extraída.

Ficha técnica encuesta general

Tabla 3. Ficha técnica encuesta general

Título: Encuesta Identificación de Variables para Ecosistema de Recursos Educativos (ERE) en el SENA	
Objetivo de la encuesta:	Conocer el estado actual del proyecto: Ecosistema de Recursos Educativos del SENA visto desde todos los integrantes del equipo.
Tipo de encuesta:	Virtual, sin identificación de quien responde para garantizar respuestas acordes a la realidad del grupo.
Método para aplicar:	Encuesta elaborada en formularios de Gmail y enviada por correo electrónico a todos los miembros de la Línea de Producción.
Cantidad de personas encuestadas:	43.
Población objetivo:	Desarrolladores full-stack (17). Creativos de recursos didácticos (8). E-Pedagogos instruccionales (6). Evaluadores de contenido (6). Gestor de proceso recursos digitales (1). Responsable de producción y creación (1). Evaluador de calidad instruccional (1). Gestor de repositorio (1). Intérprete de señas (1). Abogado propiedad intelectual (1).
Periodo de recolección de información:	17-09-2020 al 21-09-2020.
Diseño y realización:	La encuesta fue diseñada y realizada por Jhoana Andrea Vásquez Gómez, estudiante de la Maestría en gerencia de proyectos de la Universidad EAN con el objetivo de identificar las variables que afectan el proceso de producción del Ecosistema de Recursos Educativos del SENA.
Universo:	Total de integrantes del ecosistema de recursos educativos, distribuidos en: * 1 gerente del proyecto. * 2 personas con roles administrativos. * 40 personas integrantes del equipo operativo.

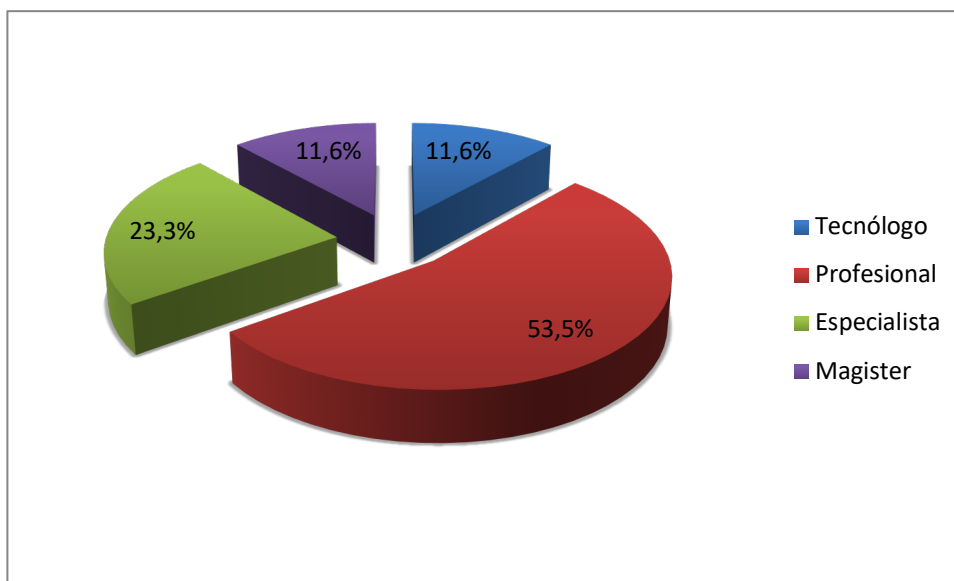
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de los resultados de la encuesta general

A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de tabular los datos recolectados en la encuesta general aplicada a la totalidad del equipo de producción.

Pregunta 1: Por favor indique su mayor nivel educativo alcanzado

Figura 6. Respuestas mayor nivel educativo



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede apreciar en las respuestas encontradas, el 86% del equipo es al menos profesional en su área, lo cual se constituye en una fortaleza teniendo en cuenta que la mayoría del equipo tiene alta formación y capacitación en las tareas que desarrolla.

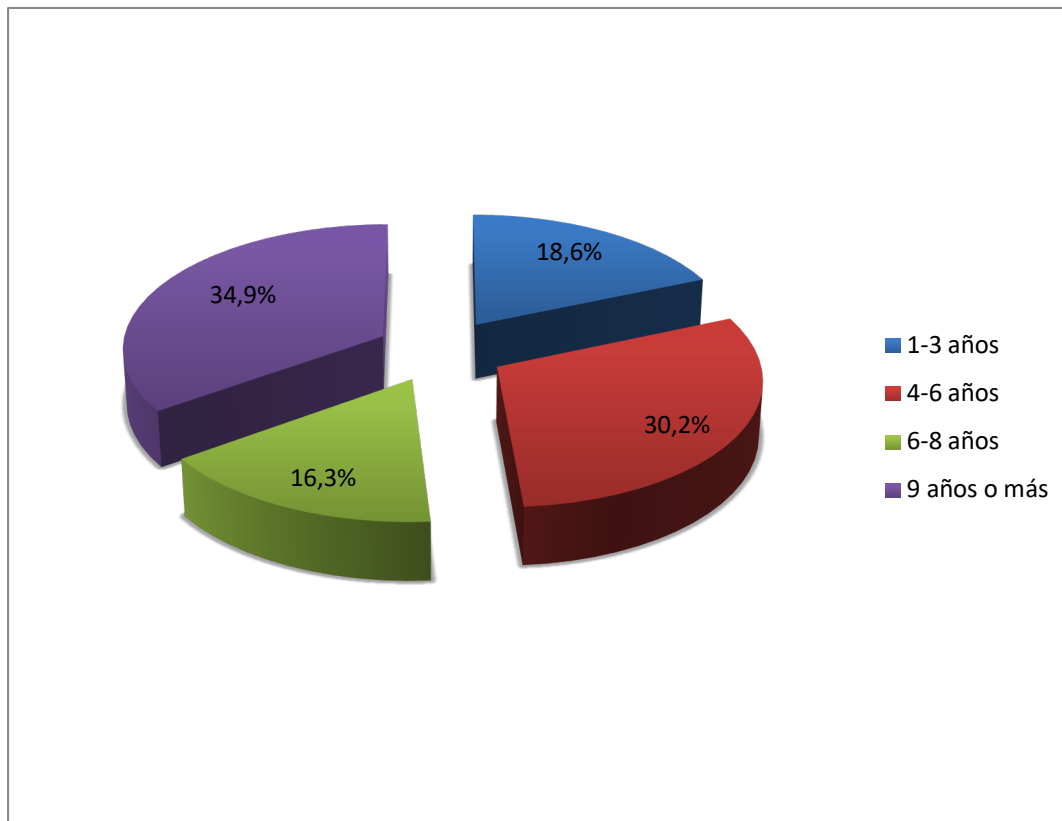
Los tecnólogos que hay en el equipo pertenecen al rol de desarrollador. De hecho es el único en donde se permite este nivel de formación en el perfil de ingreso.

En el equipo el 11,6% de integrantes tienen estudios de maestría, y el 23,3% tiene estudios de especialización. Estas personas componen los roles directivos, administrativos y relacionados con la parte pedagógica, metodológica y de calidad y revisión de contenidos.

En los roles de tecnólogos y profesionales están principalmente los desarrolladores y los creativos de recursos didácticos, quienes se encuentran en las actividades más operativas del proceso.

Pregunta 2: ¿Hace cuánto trabaja con el SENA?

Figura 7. Experiencia en el SENA



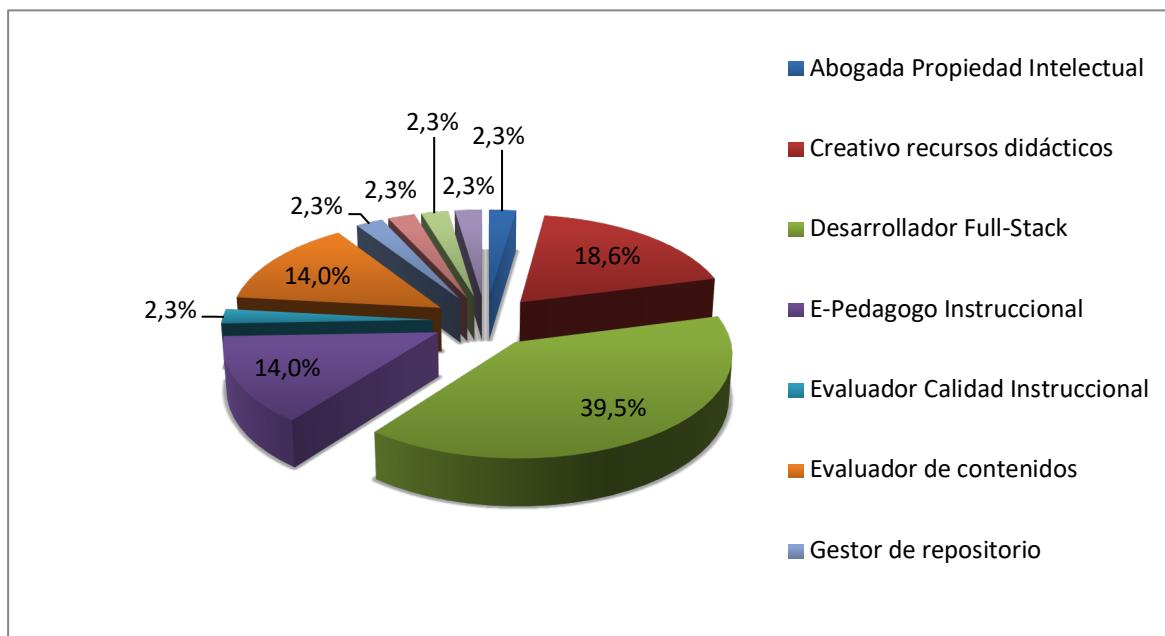
Fuente: Elaboración propia.

El 34,9% de los integrantes del equipo ha trabajado en la entidad al menos durante 9 años; el 51,2% lo ha hecho al menos durante 6 años y solo el 18,6% ha trabajado entre 1 y 3 años, lo que demuestra que hay baja rotación en el equipo de producción y en general hay una alta experiencia en los integrantes del equipo.

Esta experiencia es de suma importancia no solo para conocer los aspectos más relevantes que afectan el proceso productivo (como objetivo de esta encuesta), sino para aportar en el proceso de implementación de las acciones de mejora que se requieran implementar.

Pregunta 3: ¿Cuál es su Rol en el ERE?

Figura 8. Respuestas rol en el ERE



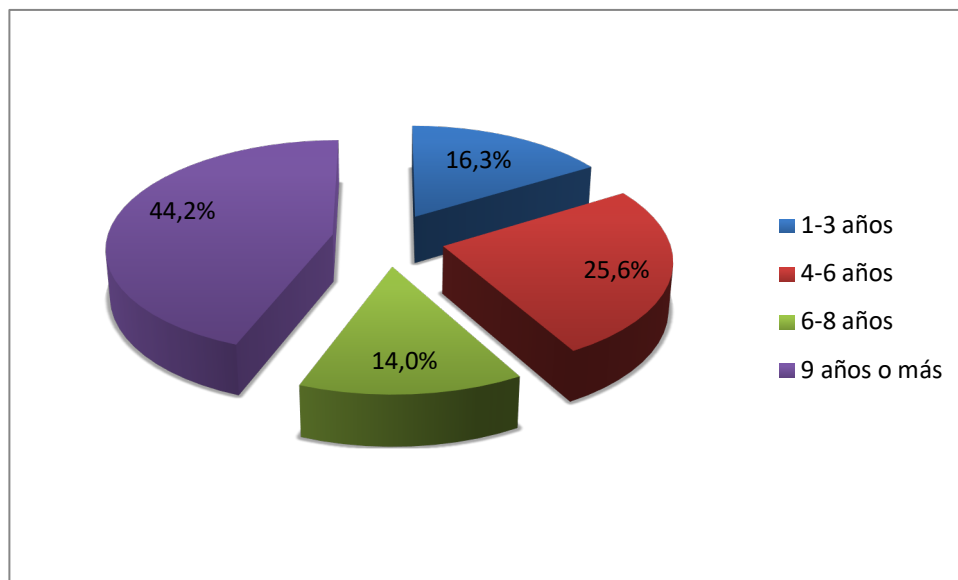
Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que el 39,5% del total del equipo lo conforman los desarrolladores, lo que muestra su importancia en la fuerza laboral que representan.

Si bien todos los integrantes del equipo se verán impactados por los cambios que se generen en el proceso, el rol que más se va a ver afectado por el modelo de gestión de la calidad de pruebas que se desea implementar son los desarrolladores.

Pregunta 4: ¿Cuántos años tiene de experiencia en el rol que desarrolla actualmente? (Dentro y fuera del SENA)

Figura 9. Años de experiencia total



Fuente: Elaboración propia.

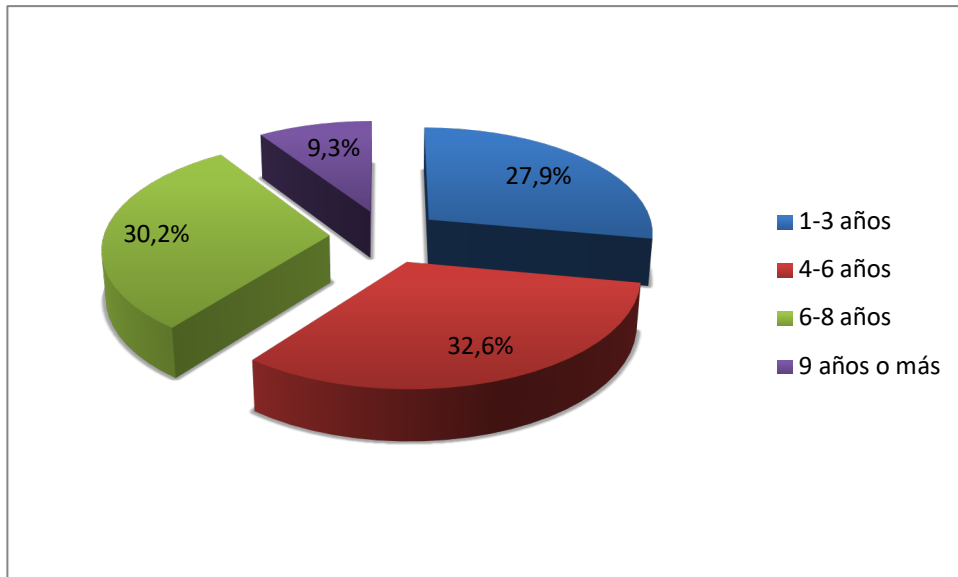
En la Figura 9 se puede ver que solo el 16,3% de los integrantes del equipo tienen menos de 3 años de experiencia, lo que quiere decir que el resto, el 83,7% al menos tiene 4 o más años de experiencia en el rol que desempeña, tanto dentro, como fuera del SENA.

Esta estadística personifica un equipo experimentado y con conocimientos del rol que desarrolla tanto dentro como por fuera del SENA.

Esta experiencia es especialmente importante por el aporte técnico que se puede hacer sobre el proceso y el conocimiento de las actividades desarrolladas.

Pregunta 5: ¿Cuántos de los años de la experiencia total en su rol actual han sido en el Ecosistema?

Figura 10. Experiencia del rol en el ERE



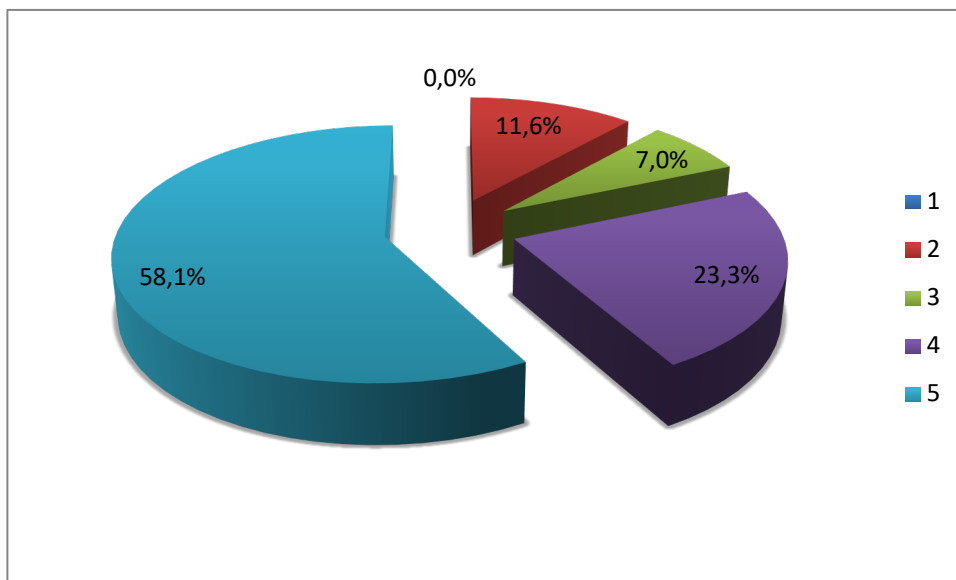
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 se identifica que la experiencia específica en el rol que cada integrante desempeña dentro del ERE es igualmente alta con un 27,9% de personas que tienen 3 años o menos en el desarrollo del rol que desempeñan directamente en el ecosistema.

Esta experiencia relacionada es muy importante ya que muestra que al menos el 72,1% del equipo de producción ha realizado la labor que tienen encomendada en la actualidad por un periodo de tiempo de 4 o más años, con lo que su curva de aprendizaje ya ha superado el pico principal, encontrándose en una etapa de optimización y de mejoramiento de sus labores.

Pregunta 6: En una escala de 1 a 5, ¿Cómo considera la calidad del proceso de producción en el ERE? Siendo 1 la menor calificación y 5 la mayor.

Figura 11. Apreciación calidad del proceso de producción



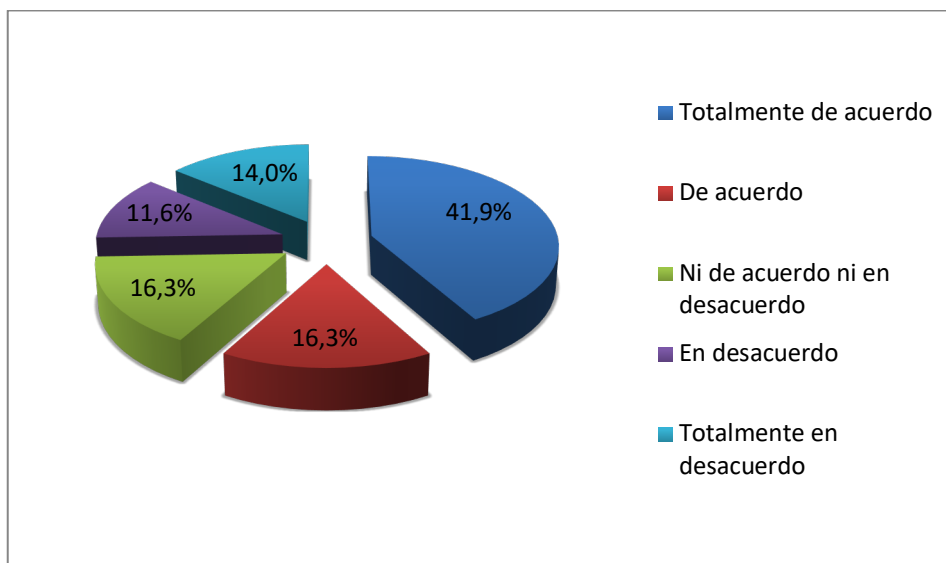
Fuente: Elaboración propia.

Al preguntar al equipo sobre su percepción sobre la calidad del proceso productivo, se evidencia una alta apreciación del mismo con un 58,1% que considera que el proceso es de la más alta calidad, dándole la puntuación de 5/5 y un 23,3% le asigna un 4/5; tan solo un 11,6% le dio una valoración de 2/5 como la calificación más baja, ya que nadie calificó el proceso con 1/5.

En general se evidencia una alta percepción sobre la calidad del proceso de producción por parte de los integrantes del equipo, lo cual es un buen punto de partida para realizar los cambios que se requieren hacer al proceso.

Pregunta 7: Considera usted que los tiempos asignados para el desarrollo de cada una de sus actividades es suficiente para realizarlas de manera completa y a tiempo.

Figura 12. Tiempos asignados a las tareas



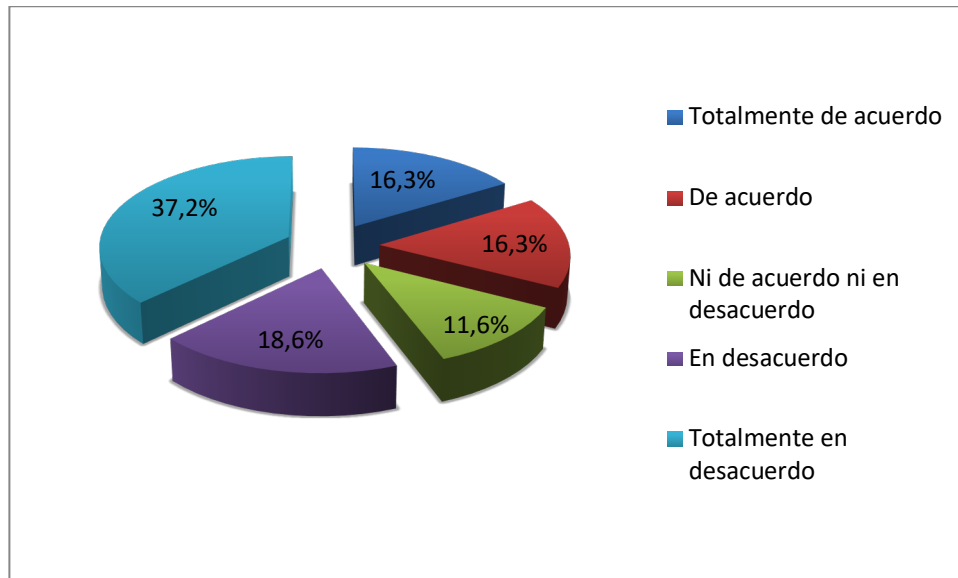
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12, se puede ver una alta aceptación sobre los tiempos asignados para el desarrollo de las tareas en el equipo, con un 41,9% de personas que están totalmente de acuerdo con los tiempos, con un 16,3% que están de acuerdo, e igualmente un 16,3% no están ni de acuerdo ni en desacuerdo; se puede identificar igualmente que el 14% de los integrantes están totalmente en desacuerdo con los tiempos asignados, y el 11,6% de los encuestados manifiesta estar en desacuerdo.

Si bien el porcentaje de integrantes del equipo que están en desacuerdo con los tiempos no es tan alto, si integran un 25,6% del total y es un tema que debe ser atendido.

Pregunta 8: ¿Considera usted que hay sobreasignación en sus labores, es decir que le son asignadas varias actividades al tiempo?

Figura 13. Sobreasignación de labores



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13 se evidencia que el 37,2% de los integrantes están en total desacuerdo con que haya una sobreasignación en las labores, y el 18,6% no están de acuerdo con esa indicación, aun así, el 16,3% está totalmente de acuerdo con que sí existe una sobreasignación de actividades, y otro porcentaje igual está de acuerdo, por lo que se debe revisar este tema para lograr un consenso.

Pregunta 9: Con base en su experiencia en el equipo de producción y teniendo en cuenta que una Debilidad es un elemento interno del equipo que está en contra del mismo. ¿Cuál considera usted que es la principal Debilidad que posee el Ecosistema?

Con respecto a esta pregunta se presentan varios elementos que los integrantes del equipo consideran debilidades; a continuación, se reúnen las ideas comunes sobre estas debilidades.

Una debilidad identificada en la tabulación de las respuestas está relacionada con los procesos de selección, contratación del equipo, e intervención política. Al respecto, el 20,9% de los encuestados manifiesta que se observan dificultades con la estabilidad del equipo de producción, ya que excepto el líder del proyecto, todos son contratistas por prestación de servicios, es decir con contratos anuales en donde no se garantiza su permanencia.

De igual forma manifiestan que debido al tipo de contrato que se tiene, la definición de la asignación de los recursos, y en algunos casos la selección de los contratistas, obedece a intereses externos al equipo, lo que en ocasiones genera dificultades por la contratación de personal que no tiene las competencias necesarias, o asimismo los cambios en la asignación de los recursos, sin una justificación técnica.

Dentro de este tipo de respuestas se encuentran algunas como: “El dinero para la contratación depende del político de turno”, “Los procesos de ingreso a veces son decisiones políticas y no técnicas”, “Falta de funcionarios de planta / Forma de contratación”, entre otros relacionados.

Otra de las respuestas que se encontró y se repitió en esta pregunta, es la debilidad asociada a que el equipo de producción se encuentra distribuido en dos Centros de Formación en ciudades diferentes.

Al respecto se indica que esa distribución genera falta de unificación del equipo, condiciones de trabajo distintas, así como procesos de ingreso diferenciados.

Al igual que la respuesta anterior, el 20,9% de los integrantes hicieron referencia a que esta es la principal debilidad del proyecto con respuestas como: “Equipos de trabajo dispersos en diferentes lugares”, “Falta de unificación del equipo de producción”, “Equipos dispersos en centros diferentes con otros filtros de ingreso”, entre otros similares.

Otro de los comentarios más mencionados por los integrantes del equipo tiene que ver con debilidades propias del proceso producción y falta de definición del mismo.

Al respecto se indica que existen actividades que no están formalizadas en el proceso o que les falta claridad en su definición, de igual manera se exige más orden.

Dentro de estas respuestas también se menciona la falta de un sistema de gestión de calidad y de automatización de algunos procesos.

En total el 20,9% de los integrantes del equipo hicieron referencia a debilidades asociadas a este tema como dificultades con los procesos internos del ecosistema con respuestas como: “Falta estructurar y formalizar actividades en el proceso de

producción”, “Falta de claridad en los procesos detallados de producción”, “Falta un sistema de gestión de calidad del proceso que se ajuste al sistema de gestión Compromiso”, entre otros relacionados.

Los problemas técnicos en el área de desarrollo son una debilidad indicada por el 7% de los integrantes del equipo, quienes explican que puede haber problemas con las herramientas o los integrantes del equipo de desarrollo.

El reproceso en las entregas es una de las debilidades mencionadas por los integrantes del equipo, en la que el 4,7% la menciona como la principal del proceso productivo.

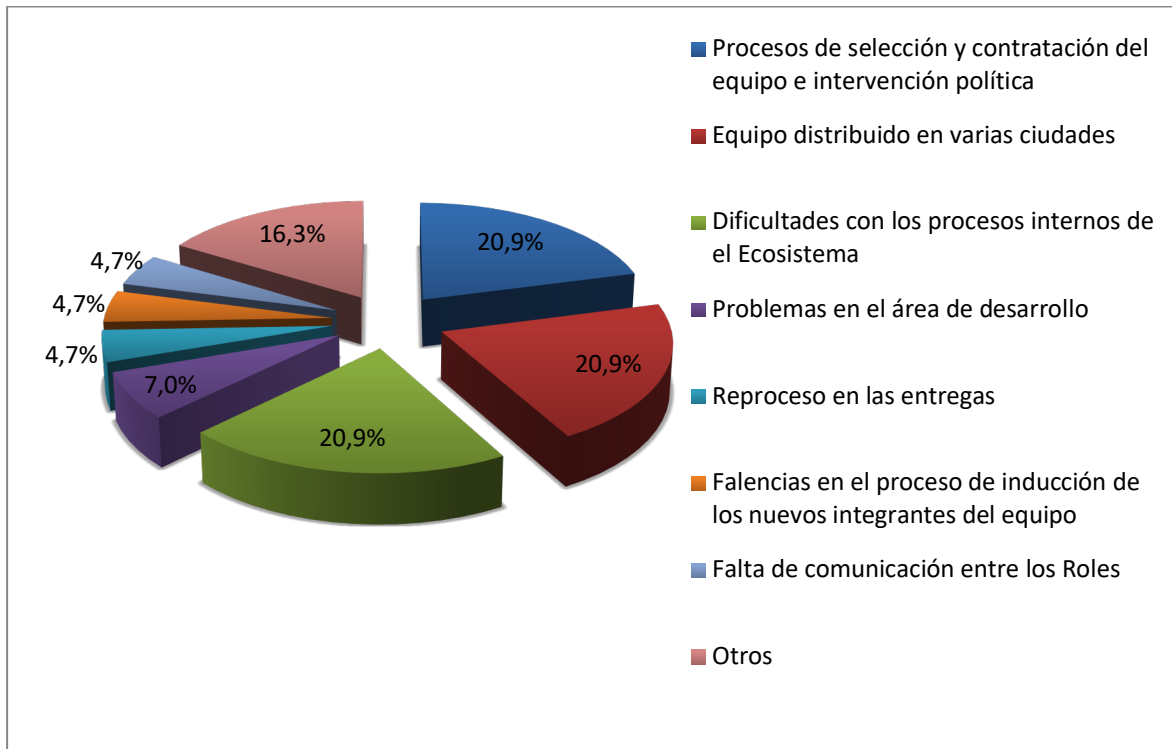
Igualmente, el 4,7% de los integrantes del equipo expresa las falencias en el proceso de inducción de los nuevos integrantes del equipo como la principal debilidad del proceso.

El reproceso en las entregas también fue mencionado por el 4,7% de los integrantes del equipo, quienes lo ven como la principal debilidad del proyecto.

El restante 16,3% reveló otras debilidades como la principal, sin que exista relación entre las respuestas, entre estas se puede mencionar: “no le dan la importancia al rol creativo”, “falta de fuentes de diseño para no hacer diseños de 0”, “Falta conocer cuál es la necesidad real de las personas con discapacidad”, entre otras.

En la Figura 14 se puede ver la distribución de las principales debilidades identificadas en la encuesta, las cuales hacen referencia al proceso de selección y contratación del equipo, la intervención política en el proceso, la dificultad que radica en que el equipo esté distribuido en dos ciudades y la falta de definición, detalle y automatización de procesos internos de desarrollo.

Figura 14. Debilidades del proceso de producción



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 10: Con base en su experiencia en el equipo de producción y teniendo en cuenta que una Oportunidad es un elemento externo al equipo que puede ser aprovechado. ¿Cuál considera usted que es la principal Oportunidad que posee el Ecosistema frente a la situación actual del entorno?

En esta pregunta se identificaron factores comunes que los integrantes del equipo de producción manifestaron como oportunidades teniendo en cuenta el entorno actual.

La oportunidad principal que refirieron en las respuestas tiene que ver con el momento actual de la formación virtual, la cual ha crecido a pasos agigantados desde su implementación en el SENA en 2004, iniciando con unos 25.000 aprendices. Para el 2019 ya se proyectó atender una meta de 3.500.000 aprendices.

En este caso el 58,1% indicó que la principal oportunidad del equipo es la tendencia de crecimiento que tiene la formación virtual, tanto en el SENA, como en el resto del mundo.

Dentro de las respuestas recibidas se hallan las siguientes: “La demanda de formación virtual”, “Una demanda creciente de formación virtual en el SENA y en general en Colombia y el mundo”, “Un contexto internacional de alta demanda de formación virtual”, entre otras relacionadas.

La segunda oportunidad que se identificó en las respuestas es la posibilidad de innovación en los contenidos desarrollados, de incluir nueva tecnología; es así como el 23,3% de los participantes expresó que esta es la principal oportunidad que se tiene.

Entre los comentarios recibidos se encuentran: “La integración de tecnología de punta en la educación virtual”, “Incluir nuevas funcionalidades para todo tipo de usuarios”, “Crear contenido innovador para impactar muchos aprendices”, entre otros similares.

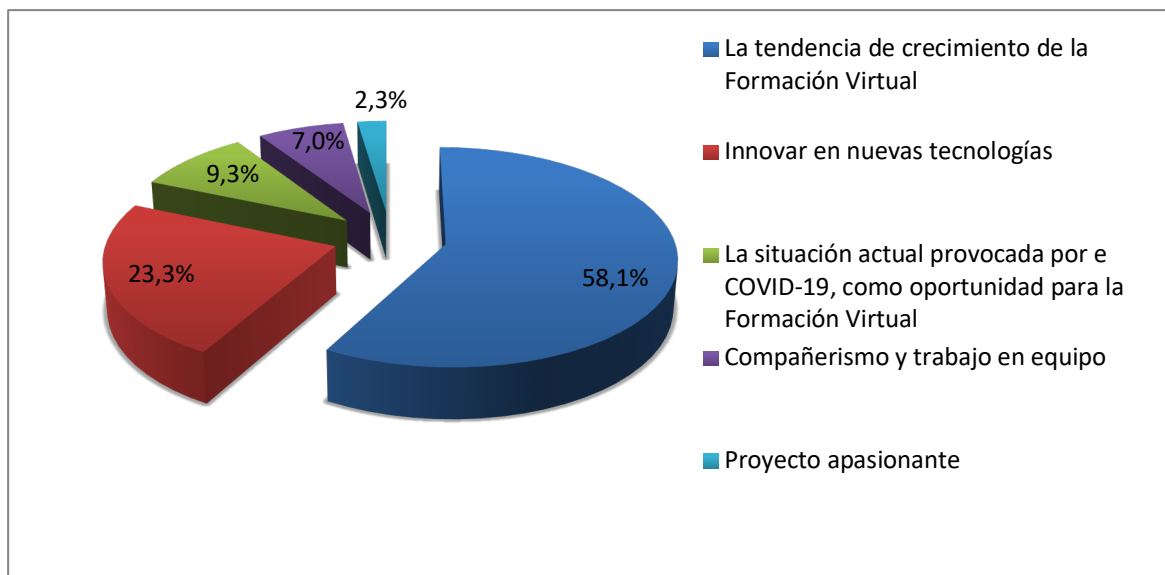
La situación actual producto del COVID-19, declarada pandemia el 11 de marzo de 2020 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), es una de las oportunidades identificadas por los integrantes del equipo, quienes indican que ante la actual situación de aislamiento, la formación virtual impartida por el SENA brinda una oportunidad de educación importante en medio de las condiciones actuales.

En total 4 de los encuestados señaló que esta situación coyuntural genera una oportunidad para la formación virtual.

El compañerismo y trabajo en equipo también fue referido como la principal oportunidad que se tiene en el equipo con 3 encuestados que así lo indicaron.

Finalmente, un integrante del equipo sugirió que el hecho de que trabaje en un proyecto apasionante, es la principal oportunidad que tiene el equipo.

Figura 15. Oportunidades del proceso de producción



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 11: Con base en su experiencia en el equipo de producción y teniendo en cuenta que una Fortaleza es un elemento o característica interna del equipo que lo hace fuerte y/o diferente al resto. ¿Cuál considera usted que es la principal Fortaleza que posee el Ecosistema?

Al indagar a los integrantes del equipo de producción sobre las fortalezas identificadas al interior del grupo, en un gran porcentaje manifestaron que la experiencia del equipo es la principal fortaleza interna.

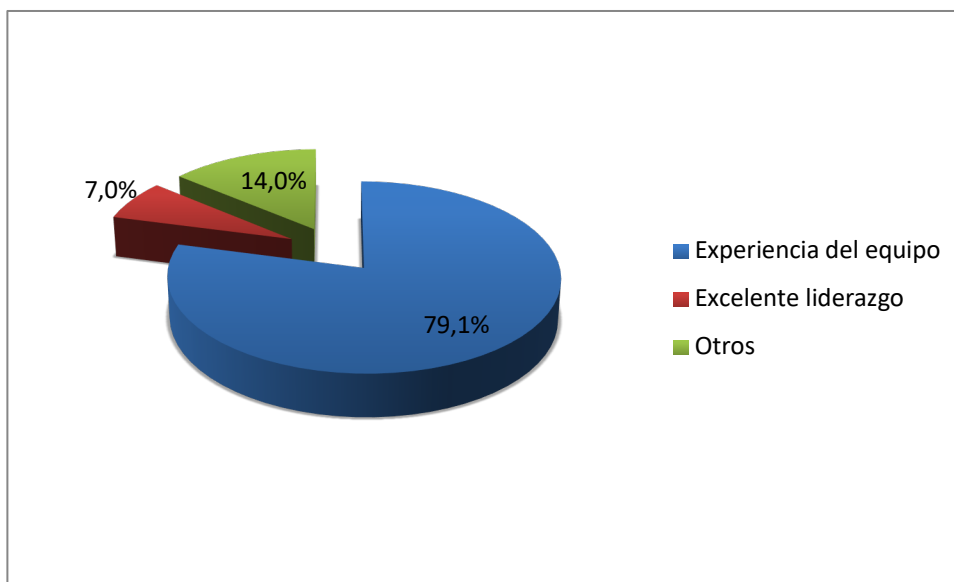
Al respecto un total de 34 integrantes que suman el 79,1% del total del equipo indicaron que la experiencia y conocimientos de los integrantes del equipo se constituyen en su principal fortaleza.

Al respecto los encuestados hablan de la unión, experiencia, conocimientos acumulados; de la consolidación de los diferentes procesos, del trabajo colaborativo y en equipo como los elementos que hacen fuerte el proceso.

Otro de los ítems que tuvo similitudes fue el de un excelente liderazgo, el cual fue relacionado por 3 integrantes del equipo, quienes conforman el 7% de los encuestados.

Los demás ítems indicados si bien no tienen relación entre sí, hablan de calidad del proceso, responsabilidad de los integrantes, procesos estandarizados y buen personal en el equipo.

Figura 16. Fortalezas del proceso de producción



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 12: Con base en su experiencia en el equipo de producción y teniendo en cuenta que una Amenaza es un riesgo externo que el equipo debe afrontar. ¿Cuál considera usted que es la principal Amenaza que enfrenta el Ecosistema en la actualidad?

Al indagar sobre las principales amenazas que tiene el equipo en el proceso, se identificaron como tal 4 como las más relevantes.

Inicialmente con un 39,5% los encuestados refirieron las malas decisiones de los directivos como la principal amenaza al ecosistema, considerando, entre otros, el desconocimiento de los procesos internos, los malos manejos directivos, y en general la inestabilidad que se genera por la toma de determinaciones que pueden tener un tinte político y no técnico.

Muy cerca con un 32,6% de los encuestados, se indica que la principal amenaza del ecosistema radica en los contratos firmados por la entidad con empresas externas, las cuales en ocasiones tienen la misma oferta educativa que ya posee el SENA (desarrollada por el ecosistema).

Al respecto se menciona que ven los contratos multimillonarios que ha firmado la entidad en los últimos años como una gran amenaza, ya que podrían remplazar al equipo de producción, e incluso a la misma formación virtual del SENA.

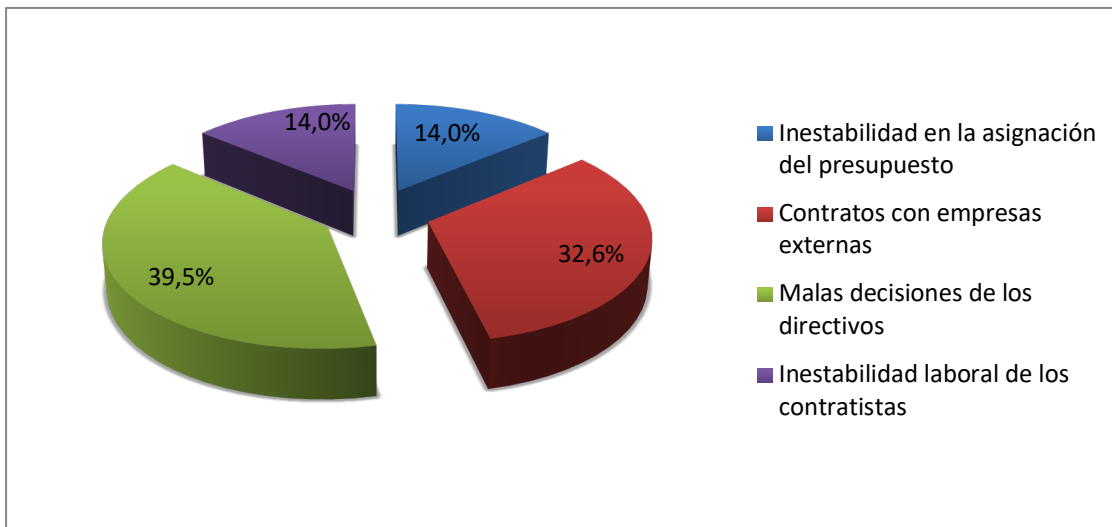
Luego un 14% expresa la inestabilidad en la asignación del presupuesto y la inestabilidad laboral de los contratistas. Ambas cierran las amenazas que se identifican desde el ecosistema como las principales para la existencia del mismo.

Con respecto a la inestabilidad en la asignación del presupuesto, se mencionan los cambios en las políticas de asignación del presupuesto, y cómo dichos cambios no tienen en cuenta las necesidades del ecosistema y del mismo SENA, ya que hacen variaciones injustificadas o guiadas por diferentes intereses, ajenas a las necesidades de producción.

Igualmente, en la inestabilidad laboral de los contratistas, se hace referencia a las dificultades que se presentan por el tipo de contratación que tiene el equipo, ya que no se tiene estabilidad laboral, no hay continuidad asegurada, y esta situación, unida a los cambios permanentes de las directivas de la entidad, generan incertidumbre.

Dicha situación de acuerdo a lo que indican los encuestados genera alta rotación de personal y fallas en la selección del mismo.

Figura 17. Amenazas en el proceso de producción



Fuente: Elaboración propia.

7.1.2 Encuesta desarrolladores

En la encuesta a desarrolladores se procedió a realizar una caracterización más detallada desde la labor de programación y se realizó una consulta sobre aspectos que no fue posible identificar de manera certera en las entregas de los recursos que componen los programas de formación realizados durante el año 2019.

Para ello se logró que la totalidad de los desarrolladores full-stack respondieran el cuestionario, reafirmandoles que no habría ningún tipo de consecuencia con las respuestas y que se necesitaba de su sinceridad para mejorar el proceso; de igual forma las encuestas fueron totalmente anónimas.

En el anexo Encuesta Desarrollo.xlsx, se encuentra el instrumento aplicado, las respuestas recibidas en el formulario y el análisis de la información extraída.

Ficha técnica encuesta a desarrolladores

Tabla 4. Ficha técnica encuesta a desarrolladores

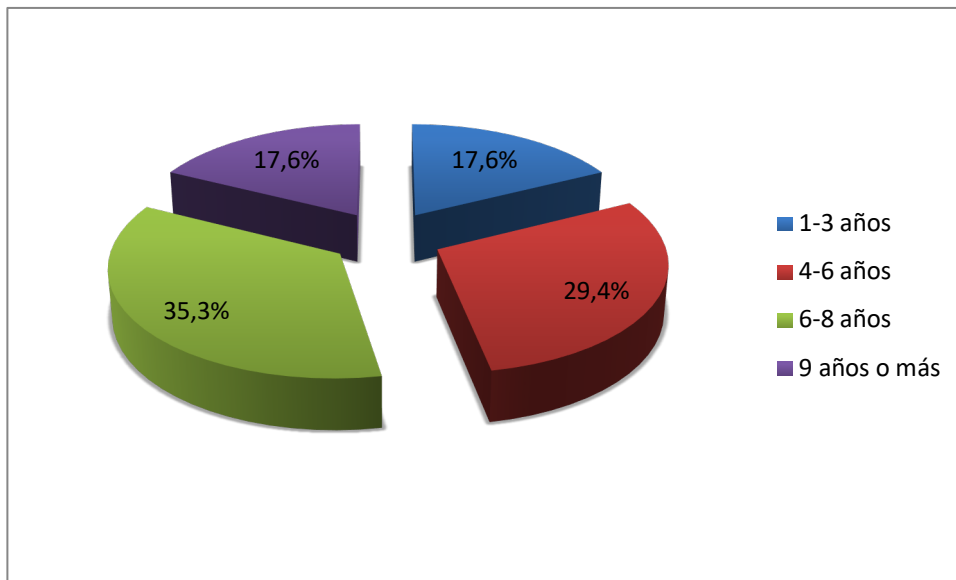
Título: Encuesta sobre calidad en el procedimiento y código entregado por los Desarrolladores full-stack en Ecosistema de Recursos Educativos SENA	
Objetivo de la encuesta:	Conocer el estado actual del proyecto: Ecosistema de Recursos Educativos del SENA visto desde el equipo de desarrollo.
Tipo de encuesta:	Virtual, sin identificación de quien contesta para garantizar respuestas acordes a la realidad del grupo.
Método para aplicar:	Encuesta elaborada en formularios de Gmail y enviada por correo electrónico al equipo de desarrollo de la Línea de Producción.
Cantidad de personas encuestadas:	17.
Población objetivo:	Desarrolladores full-stack.
Periodo de recolección de información:	17-09-2020 al 21-09-2020
Diseño y realización:	La encuesta fue diseñada y realizada por Jhoana Andrea Vásquez Gómez, estudiante de la Maestría en gerencia de proyectos de la Universidad EAN con el objetivo de identificar las variables que afectan el proceso de producción del Ecosistema de Recursos Educativos del SENA.
Universo:	Total de integrantes del equipo de desarrollo del ecosistema de recursos educativos.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los resultados:

Pregunta 1: ¿Cuántos años tiene de experiencia como desarrollador?

Figura 18. Experiencia como desarrollador



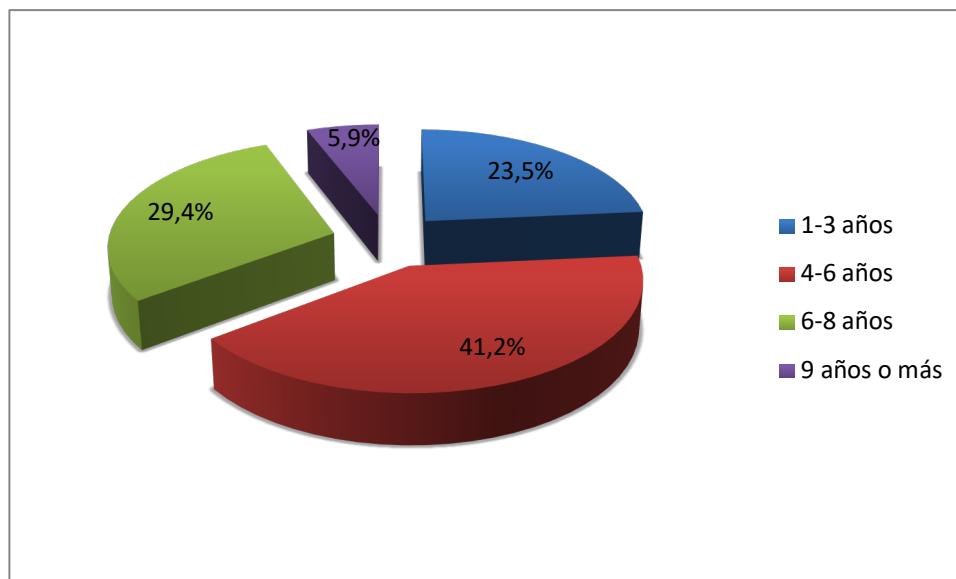
Fuente: Elaboración propia.

Tan solo el 17,65% tiene menos de 3 años de experiencia como desarrollador en general, es decir dentro del ERE y fuera del mismo, lo que se explica teniendo en cuenta que el perfil de ingreso como desarrollador exige al menos 13 meses de experiencia.

Este nivel de experiencia garantiza que el grupo de desarrolladores tenga competencias al menos avanzadas en las actividades que se ejecutan dentro del equipo.

Pregunta 2: ¿Cuántos de estos años han sido en el ERE?

Figura 19. Experiencia desarrollo ERE



Fuente: Elaboración propia.

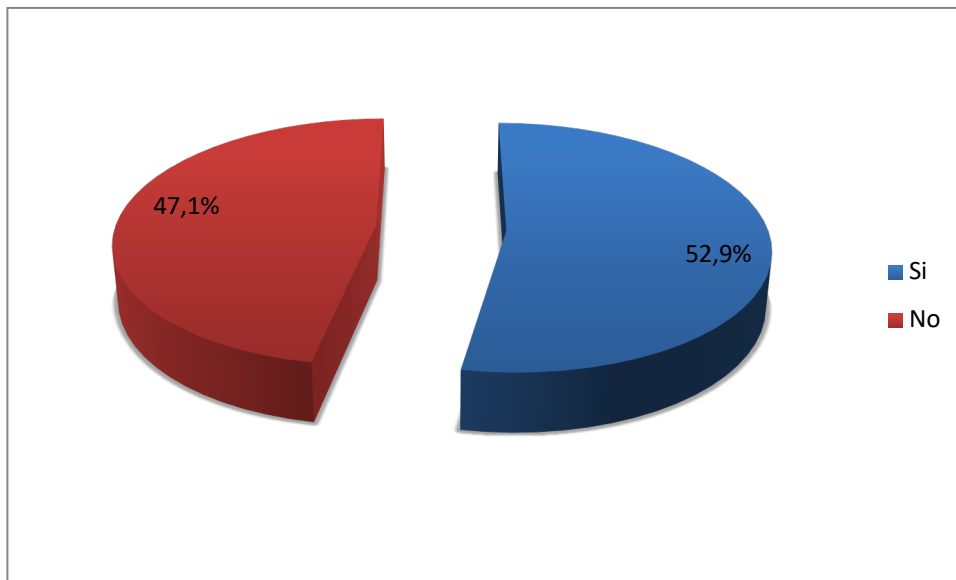
En cuanto al tiempo de experiencia se puede evidenciar que el 76,5% del total de desarrolladores han trabajado en el equipo al menos 4 años, y que de ellos más del 35% lo ha hecho por más de 6 años.

Estas cifras además de demostrar que hay una baja rotación de este rol dentro del equipo de producción, garantiza que hay un conocimiento adquirido en el proceso, valioso para el equipo, y que la curva de aprendizaje sobre los procesos que se desarrollan ya ha sido previamente aplanada.

Esta experiencia es fundamental teniendo en cuenta que el proceso de desarrollo y el tipo de recursos son especialmente elaborados para el SENA, y no todos los desarrolladores que ingresan al equipo tienen las competencias específicas requeridas.

Pregunta 3: ¿Conoce y aplica el documento “Orientaciones para realizar el inventario de Medios Educativos (GFPI-AN-009)” El cual se encuentra publicado en la plataforma Compromiso (<http://compromiso.sena.edu.co/>)?

Figura 20. Conoce el documento de orientaciones para inventario de medios educativos



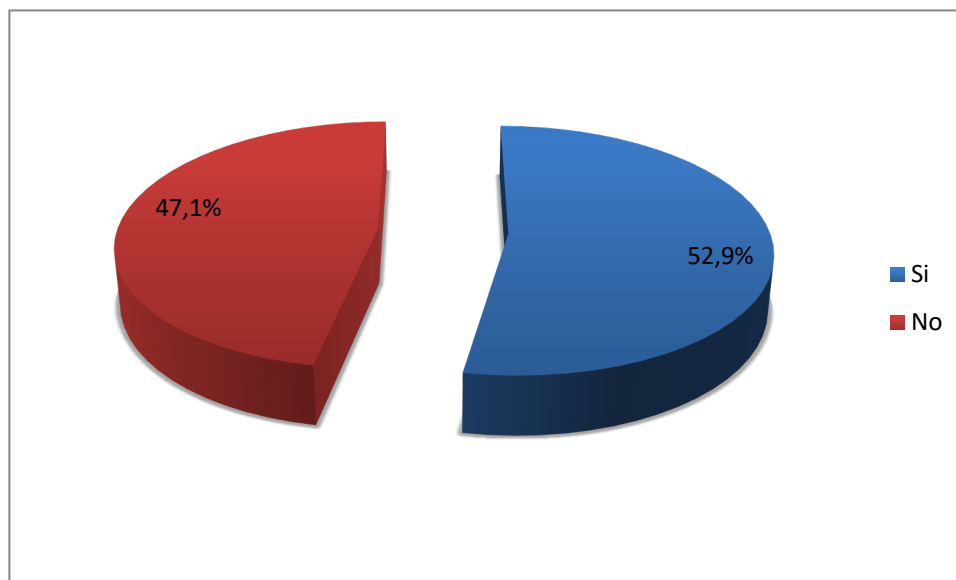
Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia que una importante parte del equipo de desarrollo, el 47,1% no conoce o no aplica el documento de “Orientaciones para realizar el inventario de Medios Educativos”, el cual contiene aspectos técnicos que se deben cumplir en los recursos educativos multimedia para ser publicados en el repositorio institucional.

Esta situación genera que casi la mitad del equipo no tenga en cuenta los lineamientos indicados en este documento para el desarrollo de sus actividades, lo que puede ser una causa de las múltiples devoluciones que se originan en la entrega de los recursos.

Pregunta 4: ¿Conoce y aplica el documento “aspectos para publicar programas de formación virtual y a distancia (GFPI-AN-004)” el cual se encuentra publicado en la plataforma Compromiso (<http://compromiso.sena.edu.co/>)?

Figura 21. Conoce el documento aspectos para publicar programas de formación virtual y a distancia

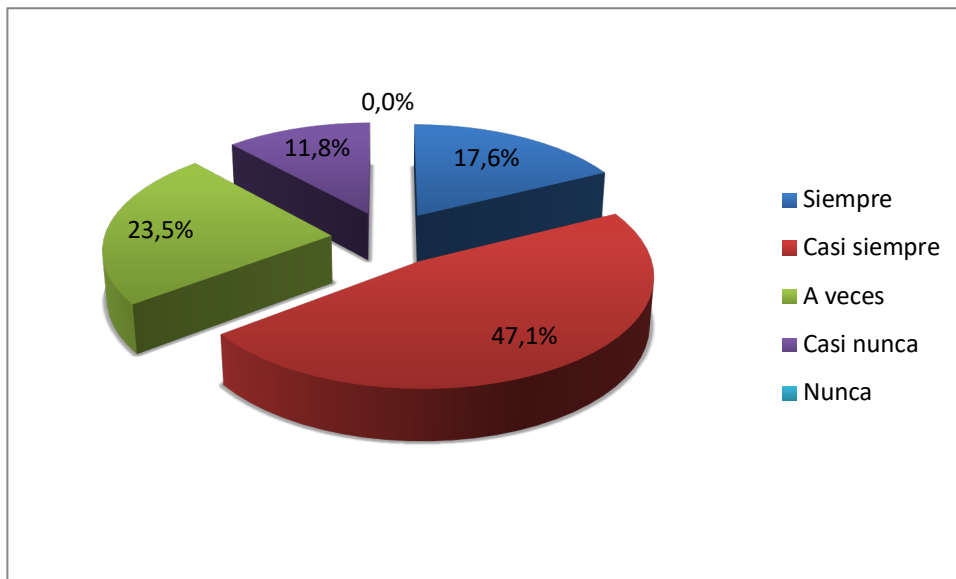


Fuente: Elaboración propia.

Al igual que con el documento de “Orientaciones para realizar el inventario de Medios Educativos”, el 47,1% no conoce o no aplica el “Documento de aspectos para publicar programas de formación virtual y a distancia”, lo que al igual que el anterior ítem podría generar una alta cantidad de errores o de hallazgos en los recursos, y asimismo suscitar devoluciones de los productos desarrollados.

Pregunta 5: ¿Antes de cada entrega aplica alguna lista de chequeo para validar la calidad de sus asignaciones?

Figura 22. Aplicación lista de chequeo a asignaciones



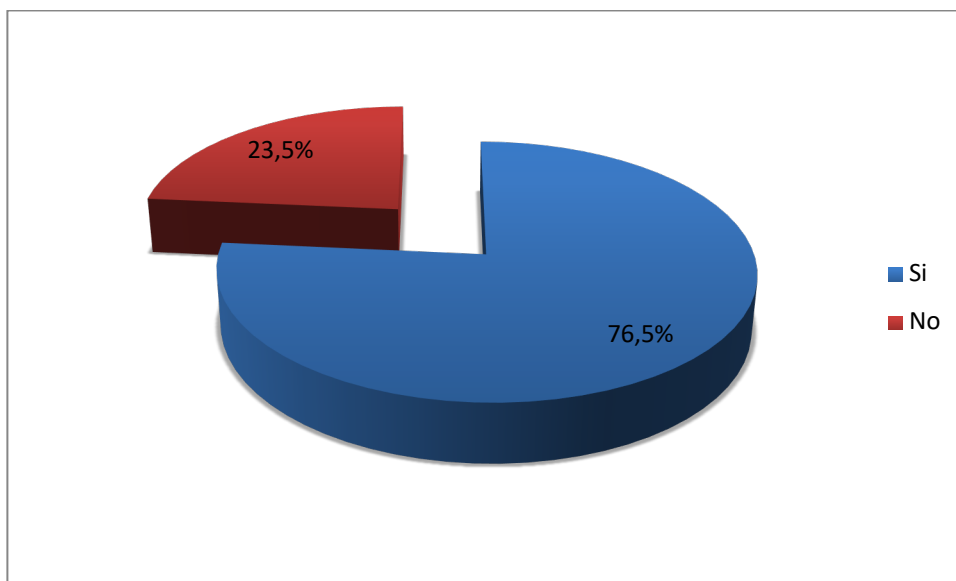
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la aplicación de una lista de chequeo antes de entregar una asignación, el 47,1% indicó que casi siempre la aplica, y el 17,6% expresó que siempre lo hace; al respecto se identifica que el porcentaje de siempre es muy bajo, ya que este es un requerimiento del proceso para validar los recursos antes de entregarlos.

De igual forma si bien es importante que ningún desarrollador señaló que nunca aplica una lista de chequeo, si es un mal indicador que el 23,5% manifieste que solo a veces aplica una lista de chequeo y más preocupante aún que el 11,8% indique que casi nunca lo hace.

Pregunta 6: ¿Aplica el documento interno de estándares de desarrollo en su labor?

Figura 23. Aplicación documento interno de estándares de desarrollo

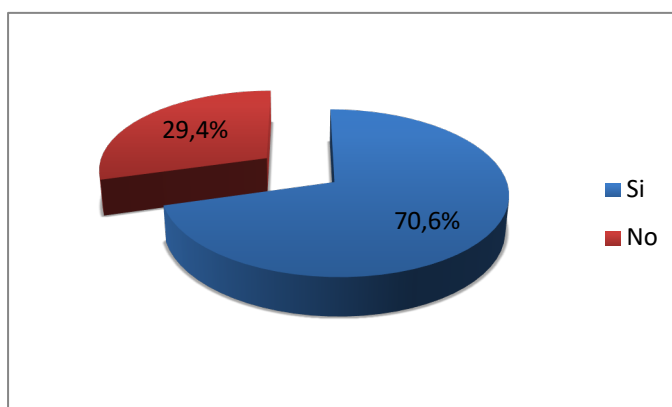


Fuente: Elaboración propia.

La aplicación del documento interno de estándares de desarrollo es realizada por el 76,5%, cifra que si bien es alta, preocupa, ya que el restante 23,5% no lo hace. Ya que si bien el documento aún no ha sido formalizado en el Sistema de Gestión de Calidad de la institución (Compromiso), es un lineamiento que contiene estándares definidos para la producción de los recursos educativos.

Pregunta 7: ¿Tiene conocimientos sobre procesos de calidad de software?

Figura 24. Conocimiento sobre procesos de calidad de software



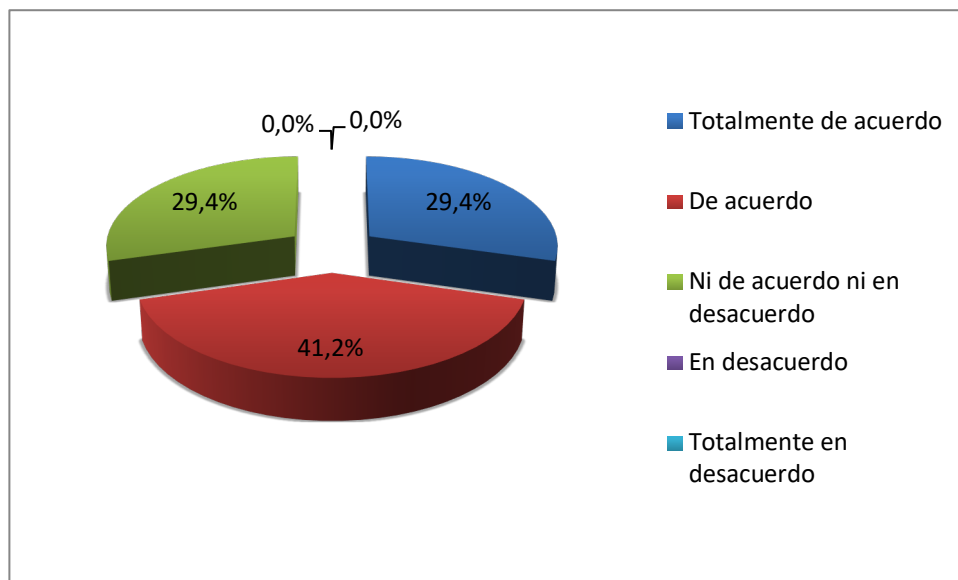
Fuente: Elaboración propia.

El nivel de conocimiento de procesos de calidad de software es del 70,6%, es alto, pero se puede mejorar aún más para que todo el equipo esté consciente de las necesidades y oportunidades que se presentan con el conocimiento y aplicación de este tipo de procesos.

Una de las metas de este proyecto es que el 29,4% restante del equipo de desarrolladores no solo conozca sobre este tipo de procesos, sino que lo apliquen en sus labores diarias.

Pregunta 8: ¿Considera usted que el código que entrega se encuentra completo en términos de indentado, espaciado, funciones coherentes y código legible (nemotecnia)?

Figura 25. Consideración código completo y entendible



Fuente: Elaboración propia.

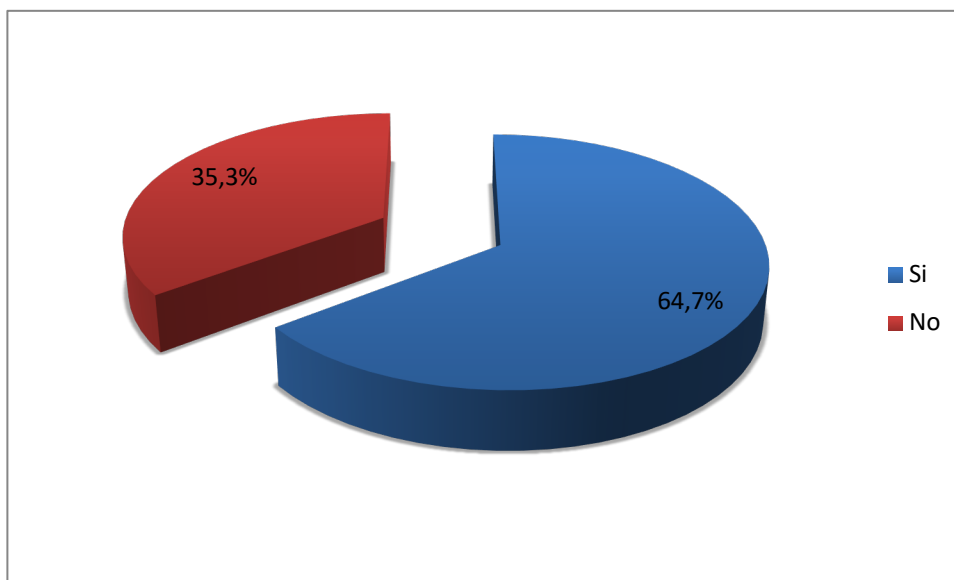
Al indagar sobre si el código que cada desarrollador entrega se encuentra completo y entendible, es positivo que nadie haya indicado que no esté de acuerdo o que esté totalmente en desacuerdo con esta afirmación, lo que supone que el 100% al menos considera estar en un punto intermedio.

El 29,4% considera estar totalmente de acuerdo con que el código desarrollado en sus asignaciones está completo y es entendible, mientras que el 41,2% está de acuerdo; este

es un buen indicador de cómo consideran los desarrolladores que está su código fuente con respecto a la indentación, espaciado, funciones coherentes y código legible (nemotecnia).

Pregunta 9: ¿Alguna vez ha entregado un desarrollo sin realizar ninguna prueba?

Figura 26. Entrega de desarrollo sin realizar pruebas



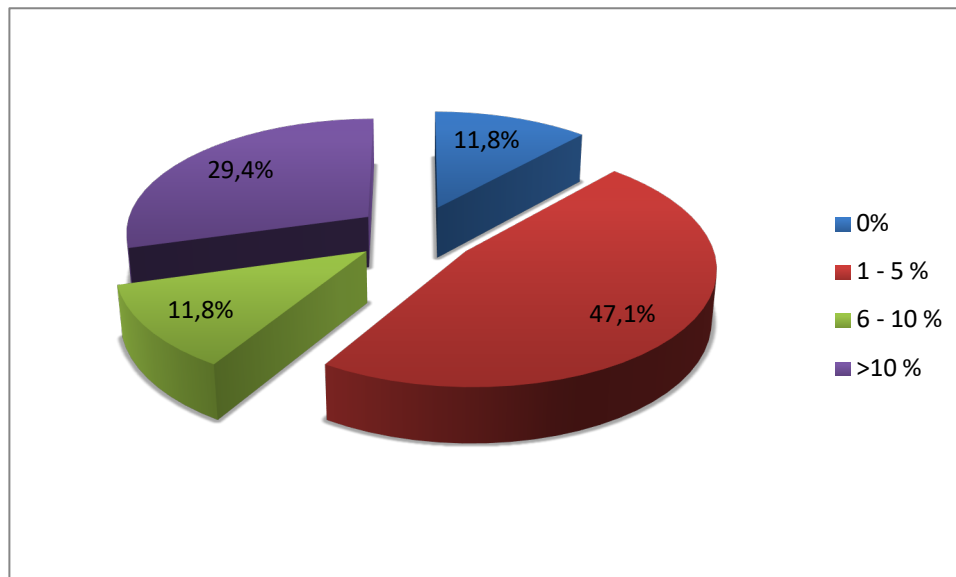
Fuente: Elaboración propia.

En la pregunta de si alguna vez ha realizado la entrega de un desarrollo sin realizar pruebas, resulta muy preocupante que el 35,3% indique que alguna vez lo ha hecho, esto es debido a que esa situación genera que dicha asignación debió ser devuelta si presentaba errores, lo cual es muy probable, ya que no hubo una revisión previa del desarrollo.

Este valor siempre debe ser 100% ya que cada producto multimedia desarrollado debe ser probado antes de ser entregado.

Pregunta 10: ¿Qué porcentaje del tiempo de su asignación lo dedica a realizar las pruebas al desarrollo?

Figura 27. Porcentaje de tiempo dedicado a pruebas



Fuente: Elaboración propia.

El indicador más destacado de esta pregunta es que el 11,8% no dedica tiempo a realizar pruebas en sus asignaciones.

El tiempo dedicado por el 47,1% de los desarrolladores a realizar pruebas a las asignaciones oscila entre el 1% y el 5%, porcentaje que es bajo, teniendo en cuenta que el promedio de horas de trabajo asignadas a una actividad es de 40 horas, luego el tiempo dedicado para realizar las pruebas para el 47,1% de los desarrolladores estaría entre 25 minutos y 2 horas.

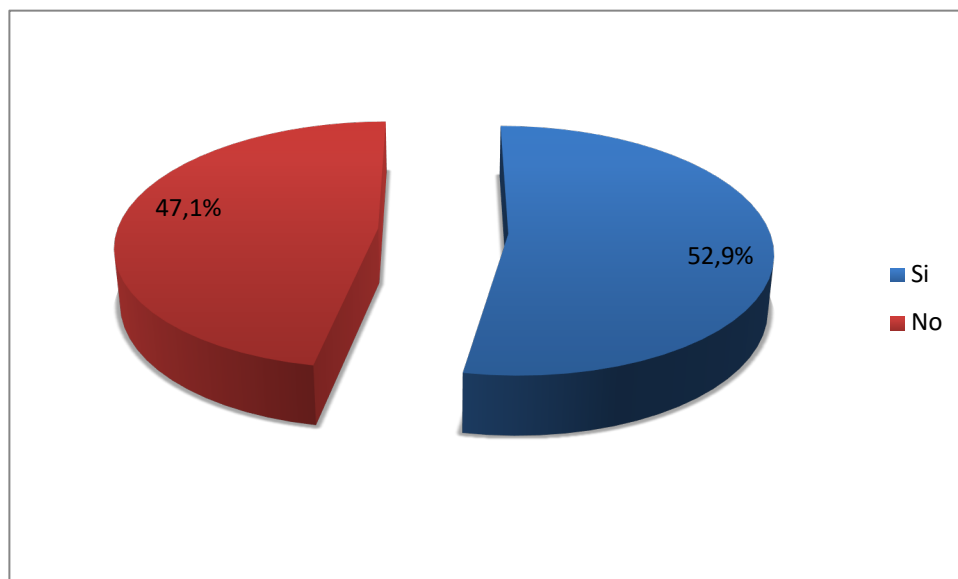
Así se puede inferir que casi la mitad de los desarrolladores realiza pruebas en menos de 2 horas, cuando en el procedimiento estándar se indica que el tiempo de pruebas es de 4 horas.

El 11,8% manifiesta que dedica entre el 6% y el 10% del tiempo a realizar las pruebas que están dentro del tiempo más aceptable para hacerlas, es decir entre 2 y 4 horas aproximadamente.

El 29,4% indica que requiere más del 10% del tiempo total de la asignación para realizar pruebas, es decir que dedica más de 4 horas para hacerlas en una asignación promedio de 40 horas.

Pregunta 11: ¿Antes de realizar la entrega de su asignación revisa que el código se encuentre documentado?

Figura 28. Documentación del código

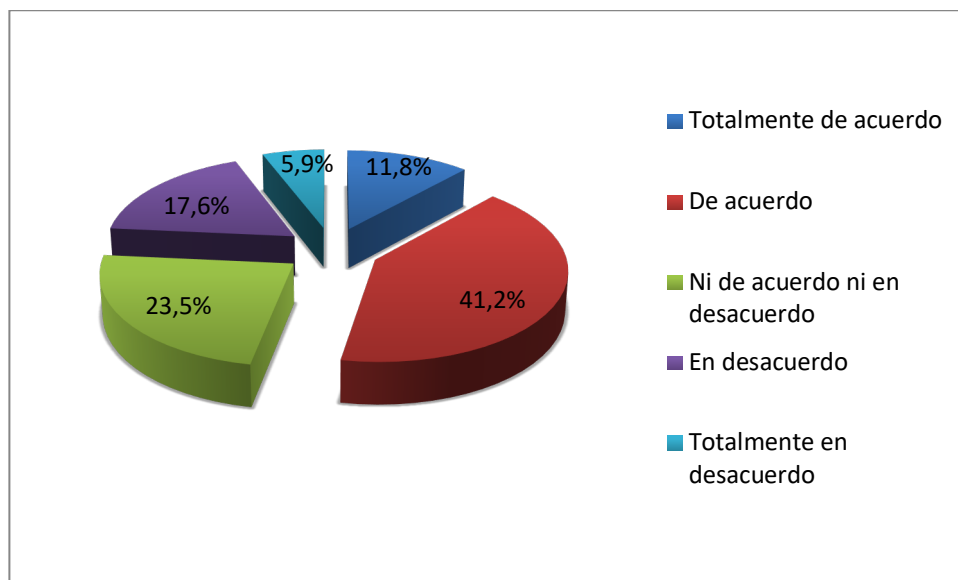


Fuente: Elaboración propia.

El 47,1% de los desarrolladores indica que no revisa que el código fuente de la asignación se encuentre debidamente documentado, lo cual permite indicar que este proceso no se está desarrollando adecuadamente; esta documentación es la base principal para la reutilización de código fuente por parte de otros desarrolladores o del mismo autor del código, ya que un código que no se documenta adecuadamente, es más difícil de reusar.

Pregunta 12: ¿Considera usted que el tiempo definido para realizar las asignaciones permite realizar pruebas al código de manera correcta?

Figura 29. Tiempo para realizar pruebas



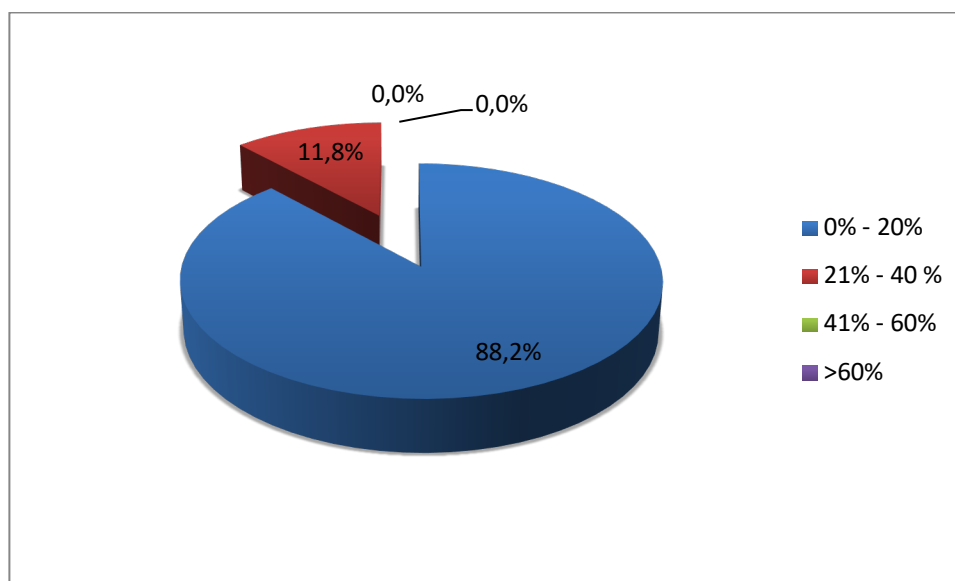
Fuente: Elaboración propia.

El 41,2% indica que está de acuerdo con el tiempo definido para realizar las pruebas a los recursos desarrollados en su asignación, y el 11,8% expresa que está totalmente de acuerdo; mientras que el 23,5% se encuentra en punto medio de no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo; el 17,6% indica que no está de acuerdo con el tiempo asignado y el 5,9% está totalmente en desacuerdo.

Al respecto se puede ver que en general hay una buena aceptación de los tiempos asignados para realizar las pruebas, lo que advierte que se debe trabajar en socializar y mejorar este aspecto.

Pregunta 13: ¿En promedio de las asignaciones que usted desarrolló, en cuántas reutilizó código ya aprobado para otros REM?

Figura 30. Promedio de reutilización de código



Fuente: Elaboración propia.

El promedio de reutilización de código es muy bajo, ya que del 88,2% de los desarrolladores, solo hace reutilización de código entre un 0% al 20%, mientras que solo el 11,8% reutiliza hasta el 40% del código que desarrolla.

No se presenta respuesta por encima del 40% lo que muestra un muy bajo nivel de reutilización de código previamente aprobado.

7.1.3 Análisis FODA

Teniendo en cuenta a Hill y Westbrook (1997), para realizar el diagnóstico organizacional se planteó reforzarlo con la utilización de la metodología FODA, en espera de lograr un análisis estratégico que tenga en cuenta la situación externa e interna, tanto positiva como negativa que enfrenta el equipo de producción en el desarrollo de los REM, a partir de valores cuantificables para el análisis de implementación del modelo de gestión de la calidad de pruebas en el ERE.

El análisis FODA o análisis de situación para la planeación estratégica, al largo plazo permite “encontrar una concordancia estratégica entre las oportunidades externas y las fortalezas internas y trabajar al mismo tiempo con las amenazas externas y las debilidades internas” (Wheelen y Hunger, 2007).

Para ello se construye la matriz planteando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas en el ERE.

Para construir esta matriz se recurre a los aportes obtenidos por parte de los integrantes del equipo de producción a través de las reuniones desarrolladas a lo largo del año y principalmente de la “Encuesta Identificación de Variables para Ecosistema de Recursos Educativos (ERE) en el SENA”, la cual fue aplicada a la totalidad de los integrantes, recogiendo sus ideas acerca de los elementos positivos y negativos del equipo, tanto internamente como externamente.

Lo anterior como punto de partida para plantear las estrategias que se deben aplicar al equipo para el mejoramiento del proceso productivo.

Dentro de las fortalezas identificadas al interior del ERE se pueden mencionar:

- Experiencia del equipo de producción.
- Curva de aprendizaje en el proceso por parte del equipo.
- Buen ambiente laboral.
- Recursos educativos muy bien valorados por la comunidad educativa.
- Excelente liderazgo.

Dentro de las oportunidades como factor externo al ERE que puede ser aprovechado se identificaron:

- Tendencia de crecimiento de la formación virtual en el país y el mundo.
- La situación actual provocada por el COVID-19 como oportunidad para la formación virtual.
- Una amplia comunidad educativa virtual que tiene el SENA.
- Acceso a personal capacitado en universidades de la ciudad.

- Herramientas tecnológicas que pueden aportar al mejoramiento del proceso (innovación tecnológica).

Las debilidades que el personal encuestado identificó dentro del ERE son:

- Procesos de selección y contratación del equipo e intervención política.
- Equipo distribuido en varias ciudades y falta de coordinación entre los equipos internos de trabajo.
- Dificultades con los procesos internos del ecosistema por carencia de definición y claridad en los detalles de las actividades (falta de automatización).
- Problemas en el área de desarrollo por falta de compromiso de los desarrolladores y de conocimiento de las herramientas; además de que se debe desarrollar mucho desde cero.
- Reproceso en las entregas.
- Falencias en el proceso de inducción de los nuevos integrantes del equipo.
- Falta de comunicación entre los roles.
- Falta de documentación del proceso en general.
- Falta de innovación en los recursos a desarrollar.
- Falencias en la calidad de los recursos educativos.

Las principales amenazas que manifestaron los integrantes del equipo de producción son:

- Inestabilidad en la asignación del presupuesto.
- Contratos con empresas externas para la producción de los recursos educativos (outsourcing).
- Malas decisiones de los directivos.

- Inestabilidad laboral de los contratistas.
- Diminución de la oferta.

Luego de la identificación de las variables que afectan positiva y negativamente el proceso de producción tanto de manera interna como externa, se plantean las estrategias que se deben planear para el mejoramiento del proceso.

De acuerdo con Watkins (2007), las estrategias que se pueden planear de acuerdo con la identificación hecha en la matriz DOFA pueden ser: estrategias de éxito, las cuales permiten usar las fortalezas para aprovechar las oportunidades del medio; estrategias de adaptación, para aprovechar las oportunidades y corregir las debilidades; estrategias de reacción que permiten aprovechar las fortalezas para mitigar las amenazas y las estrategias de supervivencia para afrontar las amenazas.

Estrategias de éxito u ofensivas (FO):

(F1, O1) ampliar el catálogo de programas de formación virtual: esta estrategia de éxito para el ERE está enfocada en tomar ventaja de la experiencia del equipo de producción para aprovechar la tendencia de crecimiento de la formación virtual en el país y el mundo.

(F1, O2) adaptar los contenidos desarrollados a los requerimientos generados a partir de las nuevas políticas y lineamientos, producto de la emergencia del COVID-19.

(F2, O5) innovar en el proceso productivo integrando tecnología de punta para generar un mayor valor añadido en la formación virtual, aprovechando el conocimiento y las herramientas disponibles.

Estrategias de adaptación o reorientación (DO):

(D1, O4) definir el proceso de ingreso y contratación estándar, evitando la intervención de intereses ajenos a la tecnocracia y aprovechando el personal disponible en la región.

(D3, O5) redefinir los procesos internos de producción en el ecosistema, incorporando herramientas tecnológicas que permitan mejorar y automatizar algunos de los procesos que presentan dificultad.

(D4, O5) mejorar los procesos de desarrollo a partir de la optimización en el uso de herramientas que permitan automatizar, reutilizar y disminuir la carga de desarrollo.

(D5, O5) implementar un proceso de pruebas, de validación y de entregas de los recursos desarrollados mediante el uso de un modelo de gestión de calidad en el proceso de desarrollo.

(D6, O5) documentar detalladamente el proceso de producción para que sirva como inducción y material de consulta permanente para los integrantes nuevos y antiguos del equipo de producción.

(D7, O5) establecer de manera clara el proceso de comunicación e interacción entre los roles y apoyar dicho proceso mediante herramientas tecnológicas que permitan documentar, automatizar y agilizar dicha comunicación.

(D8, O5) documentar detalladamente el proceso de producción y tenerlo disponible mediante diferentes medios tecnológicos de fácil acceso y consulta.

(D9, O5) innovar en los recursos desarrollados integrando tecnología de punta para generar un mayor impacto en la formación virtual, aprovechando las herramientas tecnológicas disponibles.

(D10, O5) implementar un modelo de gestión de calidad en los recursos educativos que permita incrementar su calidad mediante el monitoreo permanente de las actividades de desarrollo.

Estrategias de reacción (FA):

(F5, A3) generar un proceso de comunicación y de divulgación de las fortalezas y beneficios del ecosistema para concientizar a los directivos involucrados en la toma de decisiones sobre los efectos de las mismas y su consecuencia en el proceso.

Estrategias de supervivencia (DA):

(D10, A2) mejorar los recursos educativos desarrollados de forma que puedan competir y mejorar el impacto que generan los recursos que venden las empresas externas de outsourcing.

(D1, A4) proponer procesos de vinculación y sostenimiento del equipo de acuerdo a sus niveles de producción y calificación de los resultados.

Figura 31. Matriz FODA

<p align="center">Matriz FODA Ecosistema de Recursos Educativos</p>		<p align="center">Fortalezas - F</p> <ul style="list-style-type: none"> -Experiencia del equipo de producción. -Curva de aprendizaje en el proceso por parte del equipo. -Buen ambiente laboral. -Recursos educativos muy bien valorados por la comunidad educativa. -Excelente liderazgo. 	<p align="center">Debilidades - D</p> <ul style="list-style-type: none"> -Procesos de selección y contratación del equipo e intervención política. -Equipo distribuido en varias ciudades y falta de coordinación entre los equipos internos de trabajo. -Dificultades con los procesos internos del Ecosistema por falta de definición y claridad en los detalles de las actividades, falta de automatización. -Problemas en el área de desarrollo por falta de compromiso de los desarrolladores, falta de conocimiento en las herramientas y que se debe desarrollar mucho desde cero. -Reproceso en las entregas. -Falencias en el proceso de inducción de los nuevos integrantes del equipo. -Falta de comunicación entre los Roles. -Falta de documentación del proceso en general. -Falta de innovación en los recursos a desarrollar. -Falencias en la calidad de los recursos educativos.
		<p align="center">Oportunidades - O</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tendencia de crecimiento de la formación virtual en el país y el mundo -La situación actual provocada por la COVID-19, como oportunidad para la Formación Virtual. -Una amplia Comunidad educativa virtual que tiene el SENA. -Acceso a personal capacitado en universidades de la ciudad. -Herramientas tecnológicas que pueden aportar al mejoramiento del proceso, innovación tecnológica. 	<p align="center">Estrategias (FO)</p> <ul style="list-style-type: none"> -(F1, O1) ampliar el catalogo de programas de formación virtual. -(F1, O2) adaptar los contenidos desarrollados a los requerimientos generados. -(F2, O5) innovar en el proceso productivo integrando tecnología de punta.
<p align="center">Amenazas - A</p> <ul style="list-style-type: none"> -Inestabilidad en la asignación del presupuesto. -Contratos con empresas externas para la producción de los recursos educativos (outsourcing). -Malas decisiones de los directivos. -Inestabilidad laboral de los contratistas. -Diminución de la oferta. 	<p align="center">Estrategias (FA)</p> <ul style="list-style-type: none"> -(F5, A3) generar un proceso de comunicación y divulgación de las fortalezas y beneficios del Ecosistema. 	<p align="center">Estrategias (DA)</p> <ul style="list-style-type: none"> -(D10, A2) Mejorar los recursos educativos desarrollados de forma que puedan competir y mejorar el impacto. -(D1, A4) proponer procesos de vinculación y sostenimiento del equipo de producción de acuerdo a sus niveles de producción. 	

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 31 se muestra la matriz FODA, la cual contiene las estrategias seleccionadas de acuerdo al enfoque que tienen; de igual forma se anexa la matriz como Matriz FODA.png para mayor claridad.

7.2 Diagnóstico entregas de producción

Para realizar el diagnóstico se tomaron en cuenta las entregas de los recursos correspondientes a los programas de formación desarrollados durante la vigencia 2019; para ello se recurrió a los informes de entrega de recursos vía correo electrónico, en combinación con los recursos fuente almacenados en la aplicación Google Drive, contratada por la entidad para el almacenamiento de información de gran tamaño.

A partir de la información obtenida de las entregas de los programas, se identificaron los factores que afectan la calidad en los recursos.

Este análisis se realizó con la siguiente información:

- Nombre del recurso.
- Fecha de inicio del proceso de desarrollo.
- Fecha de entrega proyectada.
- Fecha de entrega real.
- Días de retraso (fecha de entrega-fecha proyectada).
- Cantidad de entregas por cada asignación antes de ser aceptado.
- Errores de funcionalidad identificados por cada asignación.
- Errores identificados en la documentación del código.
- Errores identificados de estructura de código.

A partir de la entrega de los recursos realizada durante el año 2019, se recolectó, analizó y tabuló la información sobre cada una de las entregas que componen los programas de formación virtual desarrollados en la vigencia.

Con estos hallazgos se logró identificar que en general los procesos de entrega no cumplen con un estándar mínimo de aseguramiento de la calidad, que por ello cada desarrollador realiza las pruebas al código de acuerdo con su propia consideración y conocimientos en el tema; asimismo, en algunos casos se evidenció la poca o nula revisión en este sentido.

Con base en la anterior información se establecieron las variables a tener en cuenta en esta investigación así:

- Errores de funcionalidad.
- Número de devoluciones.
- Demora en tiempo de desarrollo.
- Criterios de aceptación.
- Reutilización.
- Código fuente legible.
- Nivel de documentación de código.

El análisis realizado se hizo sobre la información recolectada de los programas de formación de la vigencia 2019, consiguiendo un total de 115 programas de formación discriminados así:

- 113 complementarias (programas de 40 horas de duración).
- 2 tituladas (1 programa de nivel técnico y 1 de especialización tecnológica).

7.2.1 Procesamiento estadístico de datos

Una vez realizado el proceso de diagnóstico a los programas desarrollados en el año 2019 y obtenidas las respuestas de las encuestas al equipo de producción se procesaron los datos encontrados para analizar el impacto de las diferentes variables en la producción de los REM.

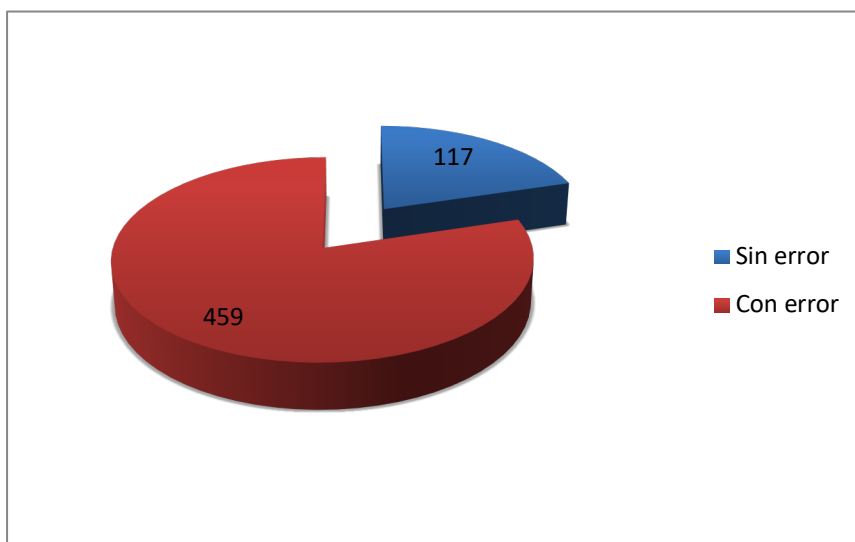
A continuación, se indican las variables identificadas y cuantificadas que más influyeron en los tiempos y la calidad en la producción del equipo.

7.2.2 Cantidad de errores reportados

De la información recolectada, se reportaron 3.954 errores en un total de 576 REM que se produjeron en el equipo, los cuales corresponden a las asignaciones realizadas para el desarrollo de 115 programas de formación.

En la mayoría de las asignaciones se presentaron retrasos, los cuales se pueden ver en la siguiente gráfica donde se muestran la cantidad de los recursos que tuvieron error frente a los que en su momento no reportaron que lo tuvieran.

Figura 32 Recursos con errores vs. recursos sin errores

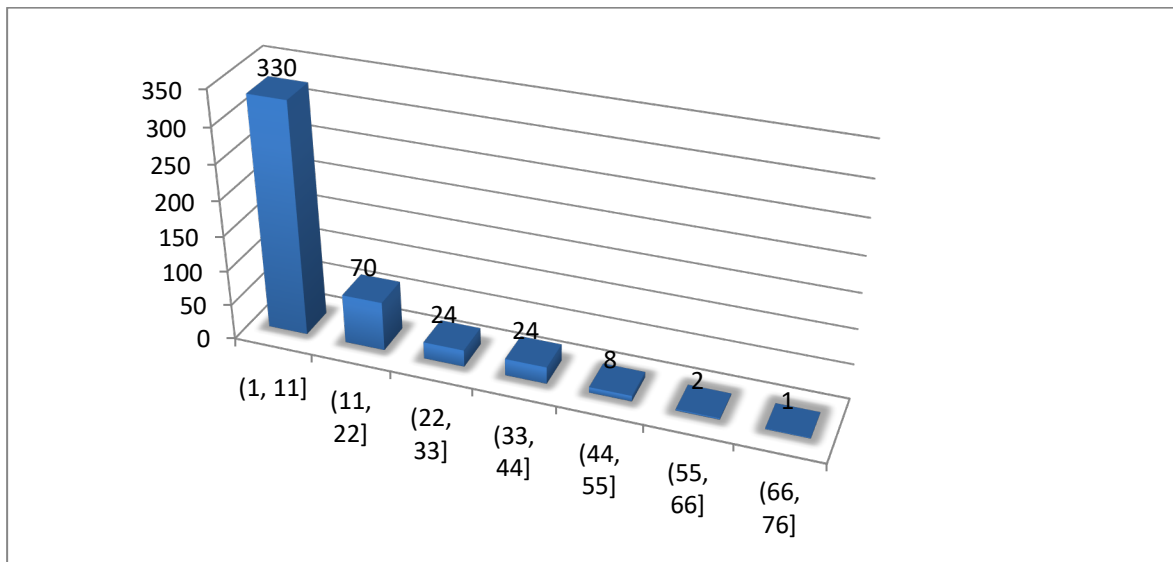


Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se puede apreciar la frecuencia con que se identificaron los errores en los intervalos definidos de la siguiente manera, teniendo en cuenta la regla de Sturges:

[1, 11), [11, 22) [22, 33), [33, 44), [44, 55), [55, 66), [66, 76].

Figura 33. Cantidad de errores por asignación



Fuente: Elaboración propia.

7.2.3 Días de demora

Para la asignación de las tareas de desarrollo se tienen constituidos unos tiempos que obedecen a la estandarización realizada previamente, y con la cual se establecen y proyectan las metas del año.

En el proceso actual se manejan unos tiempos base así:

Tabla 5. Tiempos de asignación de desarrollo

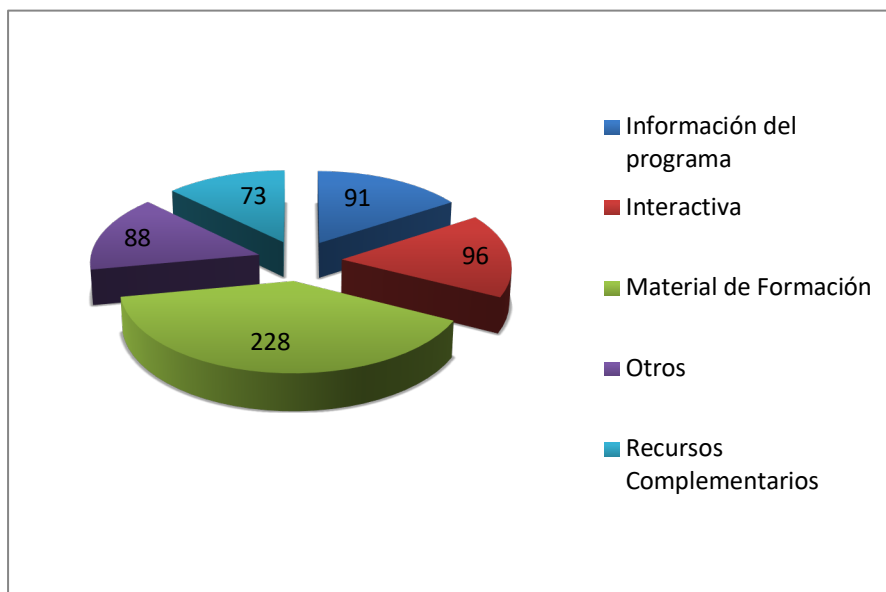
Tipo de asignación	Tiempo
Actividad interactiva.	5 días.
Material de formación completo.	4 días.

Material de formación: animación.	3 días.
Material de formación: carga de textos.	1 día.
Información del programa completo.	3 días.
Información del programa: animación.	2 días.
Información del programa: carga de textos.	1 día.
Metadatos.	2 días.

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma cuando las asignaciones varían del estándar, los tiempos se ajustan para que respondan a la realidad de la asignación.

Figura 34. Tipos de asignación

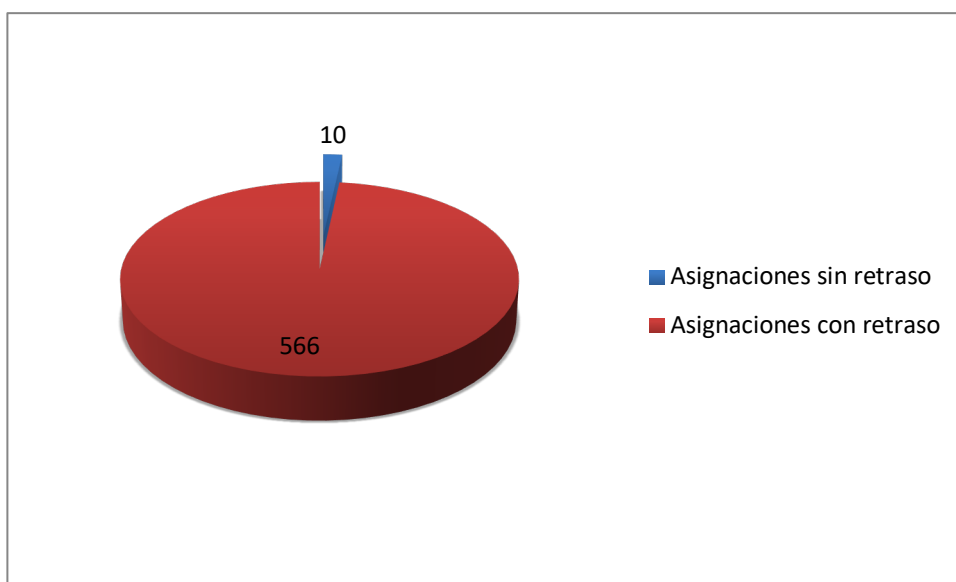


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 34, el elemento más desarrollado por el ERE es el material de formación.

En la mayoría de las entregas realizadas se presentaron retrasos, en algunos casos con bastantes días adicionales a la fecha proyectada. En la Figura 35, se puede observar que la gran mayoría de las asignaciones fueron entregadas por fuera del tiempo estipulado, situación que generó retrasos e incumplimiento en los programas, derivando en la no consecución de la meta asignada.

Figura 35. Asignaciones con retraso, sin retraso



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 35, se infiere que el proceso tuvo una carga muy importante de tiempo adicional lo que generó una alta demora en la entrega de los recursos multimedia y por tanto de los programas de formación.

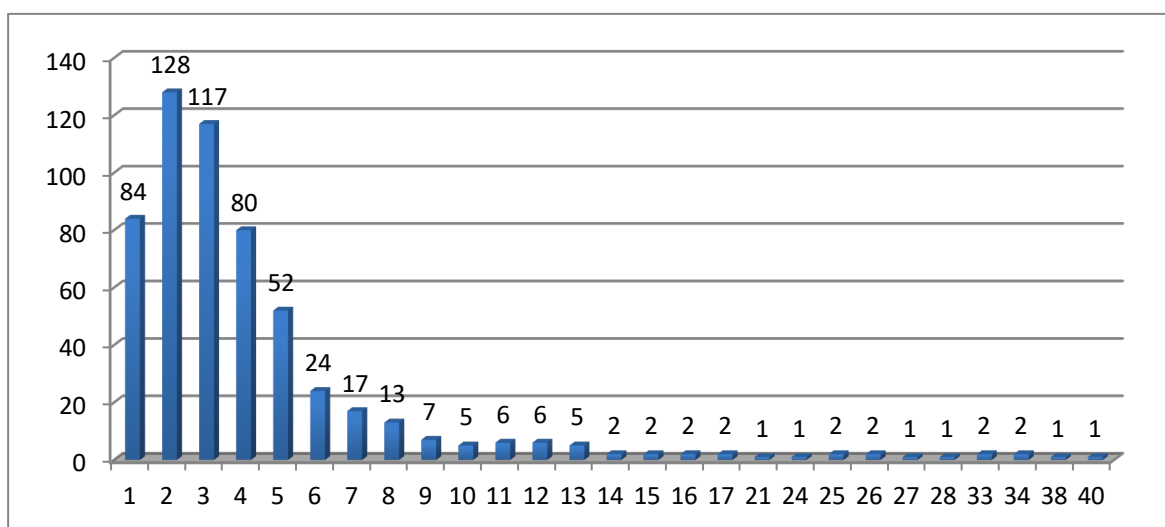
El total de días adicionales que se requirieron para la entrega de los recursos fue de 2.492 días, lo que indica un retraso muy importante para el proceso y una gran afectación a la meta institucional.

El promedio de días de retraso en la entrega de los recursos fue de 4,33 días, que es un valor bastante alto. Si bien no quiere decir que en los días de retraso, el desarrollador no

haya trabajado en otra asignación, sí indica que debió usar parte de su tiempo en terminar o ajustar la asignación que tenía pendiente, y que en promedio el tiempo que tuvo esta situación corresponde a un lapso de tiempo muy alto, ya que el promedio en una asignación es de 4 días.

A continuación, se puede apreciar en la Figura 36 la distribución de los días de retraso en la entrega de los recursos por parte de los desarrolladores.

Figura 36. Cantidad de días de retraso por asignación



Fuente: Elaboración propia

7.2.4 Cantidad de código reutilizado

La reutilización de código es fundamental en el proceso de producción porque toma segmentos de código que tienden a repetirse para realizar una acción similar sobre otro REM. La reutilización de código permite que la primera vez que se escribe una rutina, la misma pueda ser ajustada, depurada y optimizada para que luego pueda ser usada en un contexto similar de manera más rápida y eficiente, que si se hiciera por primera vez.

En la actualidad no hay una forma de realizar seguimiento a la cantidad de veces que se reutiliza el código en una asignación nueva, factor que se considera como una de las necesidades principales de este proyecto; asimismo, se identificó de los REM recolectados diferentes sentencias de código, comentarios, recursos internos, como

imágenes y audios que fueron utilizados una única vez, desaprovechando su potencial para ser reutilizados por la estructura interna creada por cada desarrollador.

7.2.5 Cantidad de entregas

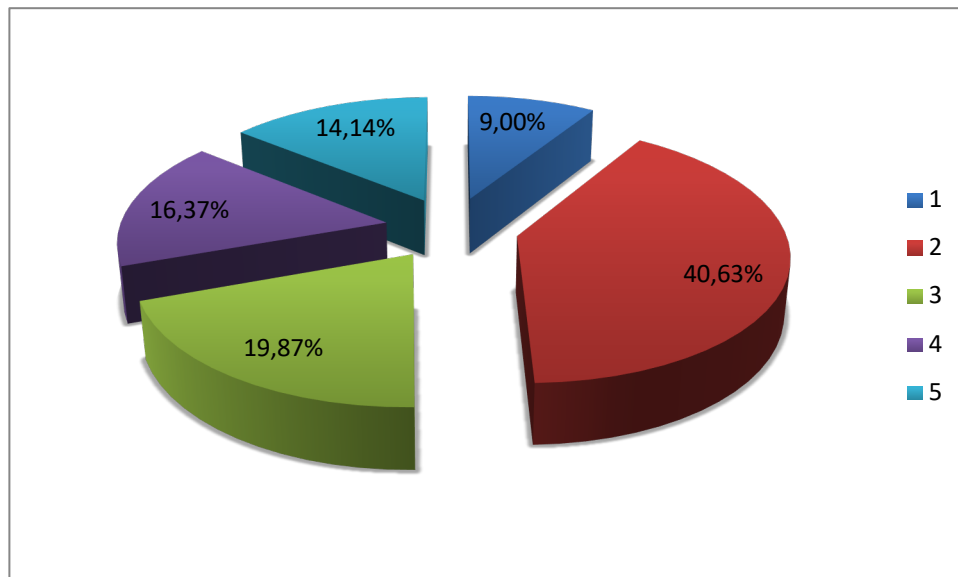
Hace referencia al número de veces que una asignación es entregada para que sea revisada y aceptada.

Las entregas se realizan por correo y el adjunto se envía a través del Drive que se utiliza como repositorio del código fuente.

Es muy importante que la asignación sea aprobada en la menor cantidad de entregas posible, ya que el proceso se torna desgastante, involucrando tanto el esfuerzo del desarrollador, como de la persona encargada de recibir los recursos.

En la Figura 37 se puede apreciar la distribución de los recursos desarrollados de acuerdo con la cantidad de veces que debieron ser entregados antes de ser aprobados.

Figura 37. Cantidad de veces que se entregó cada asignación



Fuente: Elaboración propia.

7.3 Análisis de datos

De acuerdo con la información recolectada se puede inferir que una de las principales debilidades del ERE en lo que respecta con el proceso de desarrollo de los recursos educativos, radica en el proceso de revisión y de entrega de los mismos, los cuales como se pudo apreciar en las diferentes gráficas, presentan una gran cantidad de errores y demoras en las entregas, afectando en general al proceso de creación de los programas de formación virtual.

Otro de los problemas detectados en el proceso de producción tiene que ver con la falta de una definición más clara y detallada de los procesos a desarrollar, así como de una revisión permanente de los tiempos en las asignaciones, de forma que cada integrante sepa qué y cómo lo debe hacer, cómo lo debe entregar, bajo qué condiciones y en general todos los datos de cada tarea, de manera que se pueda validar la asignación antes de su entrega, y con ello fortalecer el procedimiento y mejorar los productos finales.

De igual forma se determinó a través del análisis de las encuestas realizadas que una de las principales fortalezas que posee el ERE es la experiencia del equipo de desarrolladores y el conocimiento adquirido a lo largo del proceso en el tiempo.

Esa experiencia y conocimiento se debe enfocar en la incorporación de un modelo de gestión de calidad en el proceso de pruebas en el desarrollo para mejorar los índices de calidad en los recursos y asimismo disminuir los reprocesos y las entregas fuera del tiempo establecido de forma tal, que se logre aportar calidad al proceso.

Este modelo debe incluir una definición más detallada de cada una de las actividades que ejecutan los desarrolladores, así como del uso de herramientas, lo cual permita agilizar y mejorar los procesos de trabajo.

7.3.1 Diagnóstico de herramientas *Open Source*

Teniendo en cuenta la metodología elegida, a continuación, se realizará el proceso de diagnóstico para la selección de la herramienta tecnológica que permita cumplir con las necesidades identificadas en el proceso de revisión y diagnóstico de la producción de los REM en el ERE.

Tabla 6. Comprobación de herramientas de DT

Características	SonarQube	Coverity Scan	Cast Highlight
OpenSource	Cumple	Cumple	No
Soporte técnico	Comunidad y privado	Comunidad	Privado
Integración continua	Sí	Sí	Sí
Generación de informes	Sí	No	Sí
Plugins extra	Sí	No	Sí
Integración con control de versiones	Versión de pago	Sí	Sí
Búsqueda de vulnerabilidades	Sí	No	Sí
DT documentación	Sí	No	Sí
Duplicidad de código	Sí	No	No
Mantenimiento de código	Sí	No	Sí
Identificación bugs	Sí	No	No
Visualización de código	Sí	Sí	Sí
Nivel de seguridad	Sí, bajo estándares W3C	No	No
Personalización de reglas	Sí	No	Sí
Lenguajes soportados	27 (JavaScript, TypeScript, PHP, CSS, HTML ...)	Java, PHP, JavaScript, Html, CSS ...	Java, PHP, JavaScript, Html, CSS ...

Fuente: Elaboración propia.

8 MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD DE PRUEBAS

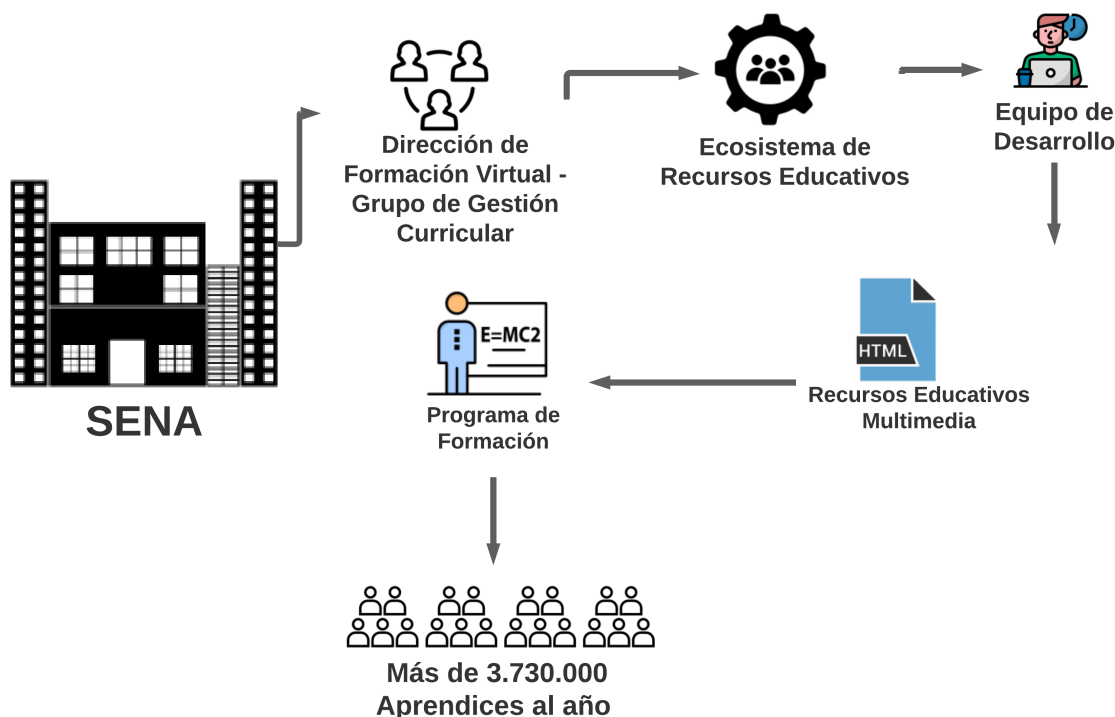
Como respuesta a los hallazgos identificados en el diagnóstico realizado al ecosistema, se encontró que la implementación de un modelo de gestión de calidad de pruebas aportará de manera significativa en la ejecución del plan estratégico de la entidad que tiene dentro de sus tres ejes fundamentales la tecnología e innovación.

En este aspecto se retoma lo indicado en el informe de gestión de 2019 donde se indica que para la vigencia 2020 “se fortalecerá la competitividad y la innovación en las regiones del país con la ampliación y actualización del catálogo de programas ofertados bajo la modalidad presencial y virtual en formación titulada y complementaria” (SENA, 2020).

Teniendo en cuenta lo anterior, el ecosistema juega un gran papel como protagonista del proceso de actualización y de ampliación del catálogo de programas para la modalidad de formación virtual y a distancia de la entidad.

Es así entonces como se plantea este modelo como una respuesta definitiva no solo a la problemática identificada en el diagnóstico, sino como una herramienta estratégica para el mejoramiento de los diferentes procesos relacionados con el alistamiento de la formación virtual como uno de los pilares de la formación del SENA en la que para este año 2020, se formarán más de 3.730.000 aprendices y que sigue creciendo como una estrategia exitosa de ampliación de cobertura y de masificación de la oferta educativa, lo cual genera un impacto positivo en la calidad de la formación de la entidad.

Figura 38. Impacto del modelo en la formación virtual



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 38 se puede ver cómo se espera con este modelo impactar una población de más de 3.730.000 aprendices que hacen parte de la comunidad educativa virtual del SENA.

En este sentido con el cambio en el proceso de producción se podrá impactar de manera positiva la formación virtual del SENA, mediante la inclusión de este modelo en el proceso de producción llevado a cabo por el Ecosistema de Recursos Educativos que depende del Grupo de Gestión Curricular de la Dirección General del SENA.

El modelo consta de un procedimiento enfocado en el mejoramiento de las capacidades del equipo de producción, y en la aplicación de metodologías, que combinadas con el nuevo procedimiento aportan en la automatización, en la optimización de tiempos y de recursos económicos, y en la calidad de los recursos educativos.

Este modelo de igual forma está alineado con la política de Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC) que dentro de las iniciativas que tiene para el cuatrienio 2018-2022 está generar herramientas relacionadas con la Política de Gobierno Digital que “tiene como objetivo la actualización y generación de lineamientos de gobierno digital como motor de la transformación digital del Estado” (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, 2018).

El apalancamiento de estos procesos misionales de la entidad en el uso de tecnología favorece la optimización de recursos, mejora los procesos y en general se alinea con la llamada cuarta revolución industrial.

El procedimiento inicial para el MGCP consiste en la presentación de un flujo de trabajo para el desarrollo de los REM, donde se indicará el procedimiento a seguir para el equipo de desarrollo, implementando un estándar de desarrollo enfocado en la calidad del producto final.

El flujo de trabajo permite dar un orden diferente y más lógico al proceso de producción de los REM, teniendo puntos de control que concuerdan con la metodología de desarrollo TDD, que unido al procedimiento indicado permiten disminuir la posibilidad de errores.

8.1 Fases del modelo

Los diferentes recursos desarrollados en el ERE, permiten un manejo versátil entre las diferentes fases del modelo propuesto, donde se identifican qué tipo de recursos pueden ser implementados en cada fase, omitiendo aquellas en las cuales no es requerido su proceso por el tipo de recurso.

Tabla 7. Fases permitidas por tipo de REM

Tipo de recurso	Fases que se implementan	
Banner	Validación, ajuste de diseño. Animación. Pruebas funcionales. Pruebas finales.	Correcciones y actualización
Recuadros plataforma	Validación, ajuste de diseño. Integración y navegación. Pruebas funcionales. Pruebas finales.	
Materiales de formación	Validación, ajuste de diseño. Animación. Integración y navegación. Pruebas funcionales. Carga de contenidos. Pruebas finales.	
Actividades interactivas		
Información del programa		
Actividad de proyecto		
Plugins		
Ruta de evidencia		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. Modelo de desarrollo de REM



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la Figura 39, las fases de desarrollo se identifican por colores. La fase de color rojo se encontrará presente siempre sin importar el tipo de REM que se desarrolla, así corresponda con un recurso nuevo o una adecuación de uno existente.

Esto es debido a que los procesos de corrección y actualización se presentan de manera permanente, teniendo que ver con la solución de dificultades que son reportadas como consecuencia de los ajustes propios de la actualización en los contenidos.

La fase de color verde es prioritaria, si no se reciben los documentos y el diseño adecuado, no se podrá dar inicio al proceso de desarrollo y continuar con las fases siguientes, lo que evita que se creen posibles incidentes.

Las fases de color naranja son opcionales, no todos los elementos requieren de un proceso de carga de contenidos o de integración de código, por lo que puede ser omitida según el tipo de REM a desarrollar o adecuar.

Las fases de color azul son obligatorias y deben ser realizadas en el orden indicado en la Figura 39, siendo de crucial importancia la ejecución de las pruebas, las cuales son separadas en dos fases que permiten la identificación de cualquier posible incidente en los REM.

Es importante tener presente que no se puede adelantar una fase sin importar el tipo de REM que se esté desarrollando, ya que la misma se debe completar para pasar a la siguiente.

Únicamente se puede retroceder entre las fases sin importar el color siempre que se retorne a la más reciente del proceso, sin avanzar a otra nueva, es decir, si se encuentra en la fase de carga de contenido, se puede retornar a la de animación si se requiere realizar un cambio sobre el contenido, pero se debe retornar a la de carga de contenido una vez se termina el proceso de ajuste o corrección en la fase de animación.

Cada que se completa una fase, se debe realizar una validación interna de la actividad realizada con el fin de detectar posibles problemas para su corrección antes de pasar a la siguiente fase.

8.1.1 Fase 1. Validación, ajuste de diseño

En esta fase se reciben los documentos por parte de los roles de creativo de recursos didácticos, evaluador de contenidos o gestor de procesos de recursos digitales, entre los cuales se encuentra el formato “Desarrollo Objeto Virtual de Aprendizaje”, los archivos de diseño gráfico y demás documentos adicionales del programa de formación.

En esta fase se debe validar que los requerimientos de diseño correspondan con los indicados en el planteamiento del elemento multimedia a desarrollar, igualmente se realiza o solicitan los ajustes de archivos de diseño.

Si no se cumplen las especificaciones del documento “Desarrollo Objeto Virtual de Aprendizaje” y los archivos que soportan el programa de formación, el proceso de desarrollo no puede continuar y se debe esperar hasta que el diseño cumpla con los

requerimientos mínimos para iniciar, por lo que se informa al creativo de recursos didácticos para que lleve a cabo los ajustes pertinentes.

Esta fase permite tener un contacto directo y oportuno entre el desarrollador full-stack con el creativo de recursos didácticos, quienes establecen parámetros de revisión y ajustes del diseño antes del inicio del proceso de animación y desarrollo, con lo que se evita tener reprocesos por ajustes tardíos o correcciones posteriores.

8.1.2 Fase 2. Animación

El desarrollador toma los recursos generados en la fase 1, realizando la animación y carga de los elementos gráficos de los REM. En esa fase lo importante es la adecuación de la parte visual, no se ejecutan pruebas de calidad del recurso, ni de creación o ejecución de código, aunque si se realiza una revisión de la animación para verificar que tenga lógica, fluidez y armonía con respecto al escenario propuesto.

8.1.3 Fase 3. Integración y navegación

Se inicia la creación de pruebas unitarias según el REM; asimismo se empieza el proceso de codificación e integración con la parte gráfica previamente ajustada.

Esta fase es opcional, si el REM desarrollado no requiere de código, se procede a continuar con la siguiente fase.

Para el desarrollo de los REM se tiene en cuenta la metodología de desarrollo TDD, por lo cual se deben seguir las 3 fases indicadas para el aseguramiento de la calidad del código creado, presentes en la Figura 2.

Cada vez que se finalice el proceso de integración y navegación, se deben ejecutar las pruebas unitarias, en caso de no pasar las pruebas, se debe realizar el ajuste del contenido antes de realizar el paso a la siguiente fase, la cual será permitida únicamente cuando las pruebas entreguen un resultado exitoso.

Esta fase asegura que los recursos desarrollados pasen por el proceso de revisión y validación de código inmediatamente es escrito, así se puede corregir de manera más

fácil y oportuna. De acuerdo a lo identificado en el diagnóstico, este tipo de errores son los más comunes y los que generan mayores reprocesos, por lo cual este paso ayuda a disminuir esta situación.

8.1.4 Fase 4. Pruebas funcionales

El desarrollador deberá realizar las pruebas del REM, comprobando su comportamiento en los diferentes navegadores web en los cuales se da soporte por parte del SENA en el LMS; asimismo se efectúa la validación de las pruebas unitarias y se comprueba el comportamiento de los elementos gráficos integrados con el código, navegando en el REM para constatar que los elementos ejecuten su respectiva carga, de forma adecuada.

Esta fase permite la detección de errores visuales que son omitidos por el equipo, siendo en su gran parte reportados por otros integrantes del ERE o incluso por instructores y aprendices.

De igual modo esta fase se enfoca en el aseguramiento de la calidad de los REM, en este caso en lo relacionado con su funcionalidad y comportamiento, el cual debe ser de acuerdo con lo planeado en el diseño del recurso.

8.1.5 Fase 5. Carga de contenidos

Se realiza el proceso de carga de textos, imágenes, videos, audios y demás elementos requeridos por los REM utilizados en la presentación del contenido.

Esta fase es opcional. Solo si el REM requiere de la carga de contenido que debe estar especificado en el guion de escenarios o documentos de aprendizaje, en caso contrario, se pasa a la siguiente fase.

Este proceso solo puede ser realizado si el texto que se va a cargar en el recurso ya ha sido previamente corregido y ajustado por el evaluador de calidad.

En este punto antes de pasar a la siguiente fase se debe validar que el texto ingresado en el REM sea igual al entregado al desarrollador por parte del evaluador, teniendo especial cuidado en el formato y presentación de la información.

8.1.6 Fase 6. Pruebas finales

La fase de pruebas finales consiste en la validación del REM completo, donde se debe realizar la comparación del contenido con lo indicado en el guion de escenario y documentos de aprendizaje, evitando la presencia de errores de corrección de texto o estilo, además de la validación de elementos gráficos donde se valida su carga navegando por el recurso.

Como procedimiento final, se realiza la ejecución de pruebas unitarias en conjunto con las pruebas de análisis de código, lo que permite identificar que el REM cumpla con los requerimientos de DT para el ERE y asimismo evitar el uso de código obsoleto, funciones y variables declaradas sin uso, falta de documentación, y elementos de difícil mantenimiento, permitiendo que los REM desarrollados puedan ser sostenidos en el tiempo y reutilizados.

Si se aprueban las pruebas anteriores, se procede a la carga y validación de ejecución del REM en el LMS, teniendo como objetivo evidenciar comportamientos no aceptables del recurso por procesos de actualización en el navegador web o con funciones del LMS.

Debido a que en el ERE no existe como tal un área de pruebas y de calidad de los REM, este punto debe ser validado por otro integrante del área de desarrollo asignado por el responsable de producción y creación, ya que de esta forma se valida el recurso con una segunda opinión por un integrante diferente a quien lo desarrolla, evitando la presencia de un error humano, y asegurando que el trabajo sea unificado entre los desarrolladores.

8.1.7 Fase 7. Correcciones y actualización

Esta fase es la única que se encuentra presente en todo el desarrollo. Se encarga de realizar el proceso de actualización de librerías, de corrección de textos o diseños.

En cualquier momento del proceso de desarrollo del REM se pueden llegar a presentar problemas que requieran de una corrección inmediata, y según el tipo de error, se realiza la corrección en la fase presente, o se retrocede a la que corresponda el error.

Se debe tener en cuenta el sistema de control de versiones para realizar el proceso de corrección o actualización.

La capacidad de identificación y corrección de errores durante el proceso de desarrollo permite que producto sea lo más correcto y ajustado a las necesidades del ecosistema.

8.2 Control de versiones

Una de las dificultades presentadas en el proceso que desde la parte de gestión y administración del proyecto tuvo un mayor impacto en la recolección y análisis de la información, fue la posibilidad de contar con las versiones finales de cada recurso de manera fácil y accesible.

Esto supuso que el esfuerzo de recolección para el diagnóstico aportara información sobre la necesidad de manejar un sistema automatizado de control de versiones que permita tener la información sobre los recursos desarrollados en el momento que se requiera.

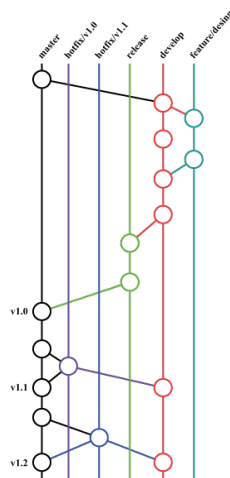
De igual forma la implementación de un sistema de versionamiento distribuido que potencie el trabajo en equipo y que ayude a solucionar una de las mayores debilidades identificadas en el diagnóstico, lo cual tiene que ver con tener el equipo distribuido en diferentes sedes de trabajo.

Asimismo, el uso de ramas en el sistema de versionamiento mantiene un proyecto central y la posibilidad de explorar en ramas (mejoras o cambios) que potencialmente podrían afectar el proyecto.

8.2.1 GIT Flow

Para lograr esta mejora en el proceso se implementa un DSCV basado en GIT. El workflow propuesto para utilizar este SCV será el GIT Flow de Driessen (2010), adaptado a las necesidades de los REM desarrollados y utilizando las ramas *master*, *develop*, *feature*, *hotfix* y *release*.

Figura 40. Estructura GIT Flow



Fuente: Elaboración propia.

8.2.1.1 Rama master

Será utilizada para almacenar las versiones de producción del REM.

Solo se integrarán los *commit* que se realizan tras ejecutar la fase de pruebas finales, incluyendo las últimas actualizaciones y correcciones requeridas; siempre que se lleve a cabo una entrega completa del elemento multimedia, se debe agregar una etiqueta indicando la versión generada a partir de la rama *master*.

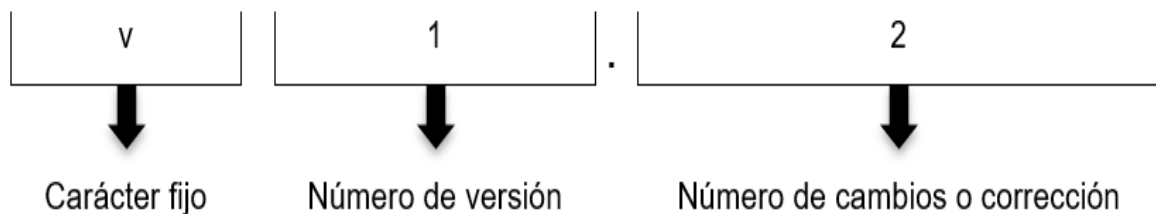
8.2.1.1.1 Etiquetas de versión

Para la identificación de las versiones por medio de etiquetas, se utilizarán solo dos dígitos separados por punto (.) y anteceditos por la letra v minúscula.

El primer dígito indica la versión del REM que se crea y se inicia siempre en uno (1).

Cuando se realiza una actualización de un programa de formación o se hace un cambio completo del diseño utilizado en el REM, se aumenta el número de la versión; en caso que solo se haga una corrección menor correspondiente a: (a) texto, (b) animación o (c) actualización de librerías, se efectúa el aumento del segundo dígito, el cual indica cambios menores o correcciones realizadas al REM; este último dígito siempre inicia en cero (0).

Figura 41. Etiqueta de versiones



Fuente: Elaboración propia.

8.2.1.2 Rama develop

Se utiliza para almacenar el REM en las fases de desarrollo (animación, integración, navegación, pruebas funcionales, carga de contenidos y pruebas finales). A partir de esta rama se deberá crear la rama *feature/design*, la cual se integrará con la rama *develop* tras finalizar el proceso de ajustes de diseño.

En cada cambio en las fases de desarrollo, se deberá hacer el *commit* pertinente con la descripción detallada de la actividad realizada; no se debe hacer más de un combinado o fusionado en la rama por fase, es decir, que no se debe incluir en un *commit* elementos de la fase de animación o de la fase de integración y navegación. Solo se permite realizar la combinación de *commit* con la fase de corrección y actualización.

Cada vez que se completa el proceso de desarrollo, incluyendo las pruebas, se deberán unir todos los cambios de la rama *develop* a la rama *release*.

8.2.1.3 Rama feature

Se contará con una única rama *feature* y el nombre asignado será *design*; en esta rama se realiza todo lo relacionado con la fase de ajuste de diseño. La rama siempre debe ser generada a partir de la rama *develop*, y solo se podrá integrar con esta misma.

8.2.1.4 Rama release

La rama se utilizará para preparar el proceso de entrega final y asignar la etiqueta de versión; es decir cuando se completa la fase de pruebas finales, se procede a realizar la integración de la rama *develop* a la *release*.

En esta rama se pueden ejecutar correcciones requeridas para el ajuste del REM que surjan en producción, sin necesidad de crear otra rama, o de integrar de nuevo en la rama *develop*.

Esta rama se encuentra integrada con el proceso de Integración Continua IC, donde será realizado el análisis de código con las herramientas de forma automática, lo que permitirá agilizar el proceso de pruebas finales de forma automatizada.

8.2.1.5 Rama hotfix

En esta rama se efectuarán únicamente las correcciones y actualizaciones que surjan después de realizar el *commit* en la rama master. La rama *hotfix* solo puede ser creada a partir de la rama master y debe integrarse a la misma.

La rama de *hotfix* pueden ser eliminada luego de realizar las respectivas integraciones a la master o *develop*.

8.2.2 Análisis de código

La herramienta seleccionada para el proceso de análisis de código de acuerdo al diagnóstico realizado corresponde a SonarQube; en donde por medio del análisis de código se busca la identificación de bugs/incidentes, vulnerabilidades y nivel de DT, y con la IC con el SCV, se detecta la respectiva configuración de *commit* en la rama *release*, ejecutándose un test programado en la herramienta y generándose un informe que permita validar el estado de calidad del REM.

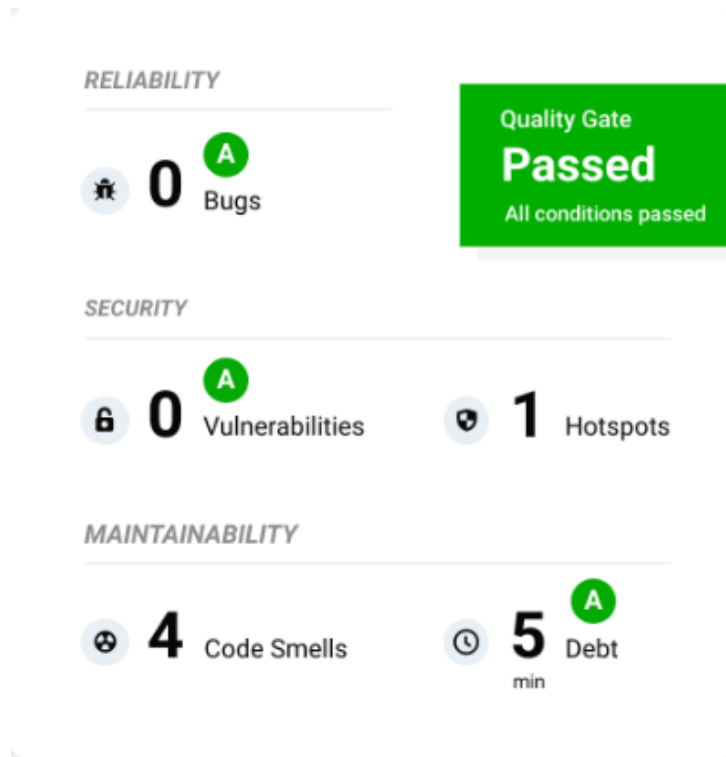
A continuación, se puede ver el ejemplo de un reporte estadístico generado por la herramienta SonarQube, en la cual se pueden identificar tres tipos de elementos para la evaluación:

Aspectos relacionados con la fiabilidad (**reliability**): *bugs* o errores en el código.

Aspectos relacionados con la seguridad (**security**) como vulnerabilidades que pueden representar fallas a futuro, además de los puntos de acceso, o posibles ataques que se identifican en el código desarrollado.

Aspectos relacionados con mantenibilidad (**maintainability**) como *code smells*, el cual indica segmentos de código que están mal estructurados y que no podrán ser reutilizados, así como la DT que identifica en el REM la ubicación de cada elemento de corrección y el tiempo que tomará en corregir.

Figura 42. Estadística de SonarQube



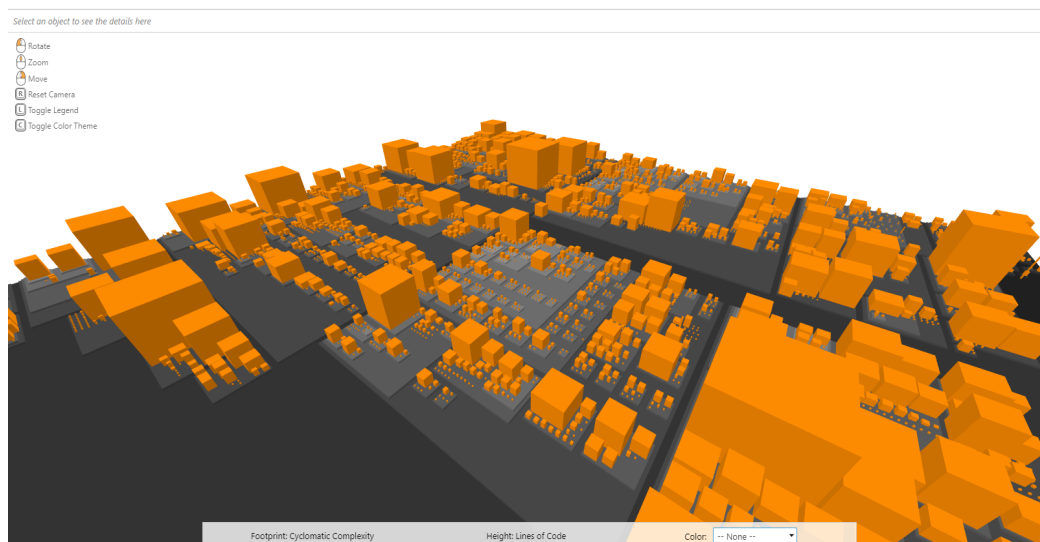
Fuente: SonarQube (s.f.).

Para completar el proceso de análisis de código, se hará uso de herramientas de código visual, las cuales permitan conocer el nivel de complejidad de los REM, facultando tomar decisiones sobre cambios que se deben hacer para lograr un fácil mantenimiento y reutilización del recurso.

En caso de detectar niveles amplios de complejidad, se podrá iniciar el proceso de validación y ajuste del REM.

La herramienta seleccionada para aportar en la visualización del código de manera gráfica es el Softvis3d como un plugin del SonaQube, la cual permitirá de forma más ágil identificar los segmentos de código complejos, los cuales se ven mejor a través de bloques.

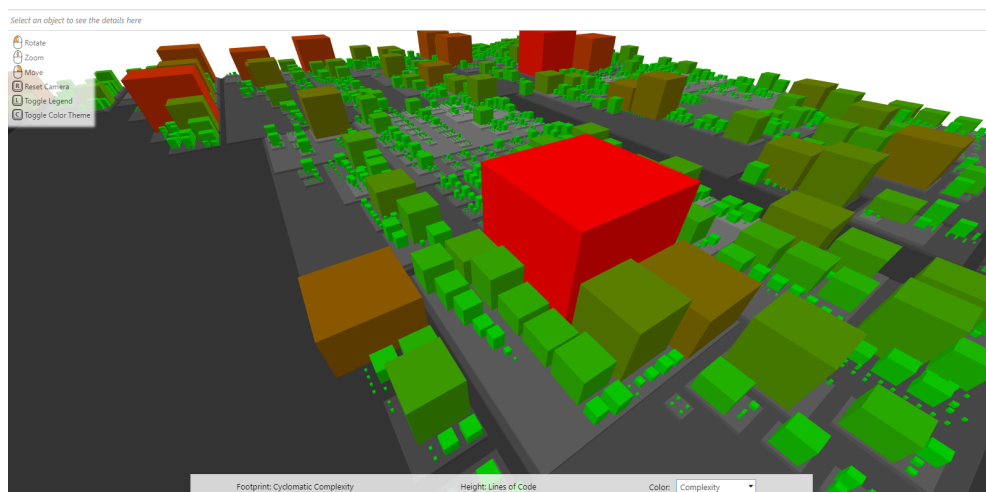
Figura 43. Representación gráfica del REM



Fuente: Softvis3d (s.f.).

La gráfica identifica el número de líneas de código correspondiente al alto de cada bloque o edificio, mientras que la base de cada bloque o ancho, corresponden al nivel de complejidad ciclomática del código, el cual es identificado con aplicación de algoritmos logarítmicos o exponenciales, según la configuración requerida para el proyecto.

Figura 44. Personalización de representación gráfica del REM



Fuente: Softvis3d (s.f.).

La herramienta permite la selección del color del bloque o edificio, la cual puede representar opciones como número de *bugs*, *code smell* o complejidad del código, permitiendo identificar de forma rápida aquellos paquetes o archivos que requieren una intervención inmediata.

8.3 Ejemplo de implementación de recurso

Al momento de recibir la asignación, el desarrollador Full-Stack debe como actividad inicial identificar el tipo de recurso como se indica en la Tabla 7, en donde podrá encontrar las fases del modelo que corresponden al recurso asignado.

La actividad en común en todos los recursos con la que inician los desarrolladores corresponde a la validación y ajuste de diseño, donde si detecta un problema correspondiente a: (a) falta de recursos, (b) diseño no acorde al requerimiento o (c) dependencia de recursos. Si ocurre alguno de los problemas mencionados, se remite el error a la persona o rol correspondiente para su corrección.

Cada inicio de desarrollo de un REM se inicia un proyecto nuevo de control de versiones, donde se registran todos los cambios realizados en cada fase en un *commit*, lo que incluye cambios de la parte de diseño o documentos guías utilizados para el desarrollo del REM.

Cada cambio de fase se debe realizar teniendo en cuenta la distribución de las ramas de la Figura 40, donde cada cambio de fase se realiza cambio de rama del control de versiones y los cambios son registrados únicamente donde le corresponda.

Si se encuentra en un proceso de integración y navegación, el cual utiliza sentencias de código en el recurso, el desarrollador puede generar los cambios que requiera siempre y cuando se encuentre dentro de la rama correspondiente.

Una vez terminado el proceso de integración y navegación se debe realizar el *commit* en el sistema de control de versiones, donde el sistema de análisis de código seleccionado valida el estado del REM, generando un informe de deuda técnica que permite generar la

información para que el desarrollador pueda realizar los respectivos ajustes antes de pasar a realizar una entrega.

9 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Se requiere de un plan de implementación del modelo de gestión de calidad de pruebas MGCP para el desarrollo de los recursos educativos multimedia en el proceso de desarrollo.

9.1 Validación del modelo

Teniendo en cuenta a Skulmoski, Hartman y Krahn (2007), para validar el modelo de gestión de calidad de pruebas se realizó un juicio de expertos u opinión informada mediante la aplicación del método Delphi, el cual consiste en la estructuración de un proceso de comunicación grupal efectivo para revisar y acordar sobre un tema complejo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se conformó un equipo de expertos a quienes se les compartió el modelo y el plan de implementación para que hicieran sus aportes de manera anónima; posteriormente se realizó un grupo de discusión en el cual se socializaron los aportes individuales y se incorporaron al modelo y al plan de implementación. Finalmente se unificaron los criterios ambiguos o contrarios.

A continuación, se muestra el paso a paso de la aplicación del método:

Figura 45. Diagrama método Delphi



Fuente: Elaboración propia.

1. Se inició con la definición del objetivo, que en el caso particular es la validación del modelo planteado en este proyecto.
2. A continuación, se elaboró el cuestionario a enviar a los expertos, teniendo en cuenta los conceptos que se esperan recibir tanto del modelo, como del plan de implementación.
3. El siguiente paso fue la selección del grupo de expertos, en el cual se incluyeron diferentes perfiles que cumplieran con la premisa de tener experiencia en el área de consulta, además de disponibilidad para realizar el proceso, junto con compromiso de aporte al mismo; para ello se recurrió a dos directivos del Centro de Formación, administrativos del equipo de producción, y reconocidos integrantes del mismo, quienes han tenido una trayectoria destacada.

La selección del panel concluyó con siete expertos con perfiles profesionales de alta experiencia en cargos relacionados con la labor desarrollada en el ecosistema, quienes, asimismo, han tenido un desempeño sobresaliente en su área.

Figura 46. Panel de expertos



Fuente: Elaboración propia.

- Para realizar la validación del modelo y del plan de implementación se compartieron dichos documentos con los expertos para que cada uno hiciera aportes de acuerdo con su experticia en el tema de manera anónima a través de un formulario de Google Drive.

5. Posteriormente se realizó un grupo de discusión donde se socializaron las contribuciones de cada uno de los expertos, lográndose un consenso sobre algunos aportes realizados, principalmente al plan de implementación.
6. Entre las principales inquietudes manifestadas por los expertos se encuentran las relacionadas con el tiempo adicional que le tomará al grupo de desarrolladores concluir sus obligaciones en el marco de la aplicación del modelo; al respecto se hizo énfasis en que dicho modelo no añade actividades adicionales, sino que soporta de manera técnica el proceso y agiliza las pruebas al desarrollarlas de manera automatizada, con lo cual se podría hablar de una optimización del tiempo de producción por cuenta de la disminución del tiempo de pruebas.

Una vez validado el modelo de aseguramiento de la calidad en el proceso de pruebas, el paso siguiente es la implementación del mismo mediante un plan que considere el proceso actual de producción y la forma cómo el modelo será aplicado a partir del momento en que se ponga en marcha.

El plan igualmente fue validado y ajustado de acuerdo a las contribuciones realizadas por el grupo de expertos, quienes aportaron en pro de una mejor forma de evaluar al medir al tiempo el proceso de desarrollo de un programa de formación, utilizando el modelo y otros dos sin emplearlo, lo que permitirá ver claramente las diferencias en el proceso entre ambos casos.

Este plan permitirá indicar al equipo de desarrollo cómo realizar el proceso de implementación del modelo sobre el procedimiento actual de desarrollo sin que el mismo deba ser cambiado y que por ende solo sea ajustado de forma armónica.

9.2 Plan piloto

Con la idea de realizar la implementación del modelo sin que este afecte el proceso productivo, se propone la realización de un plan piloto bajo las siguientes condiciones:

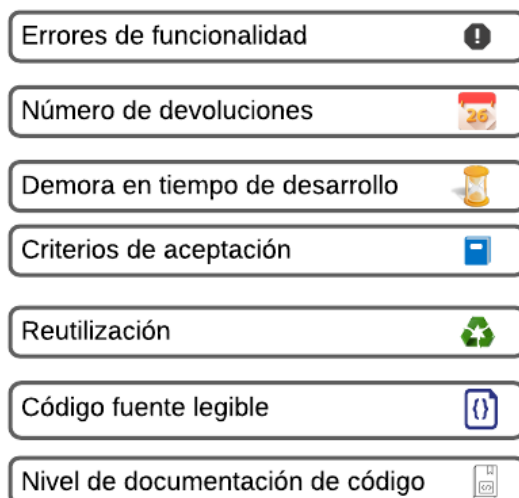
Se asignará durante una semana un desarrollador full-stack, quien estará a cargo del proceso de instalación y configuración del sistema de control de versiones GIT utilizado en el momento por la entidad, así como la herramienta SonarQube con su configuración de herramientas gráficas.

Se llevará a cabo una capacitación sobre el modelo de gestión de calidad en pruebas MGCP a tres desarrolladores durante tres días, en los cuales se realizará la capacitación técnica en el uso de las herramientas y la forma en que se deben gestionar los resultados generados por las mismas; se selecciona esta cantidad de desarrolladores para que coincida con la cantidad asignada al desarrollo de un programa de formación.

Una vez finalizada la capacitación se implementará durante tres semanas que equivalen a 15 días hábiles de trabajo, el MGCP para validación; para hacerlo, se compararán los indicadores de los tres desarrolladores que usen dicho modelo, los cuales estarán asignados a un mismo programa de formación, el cual se desarrolla en las tres semanas proyectadas para la validación.

Una vez se finalice el programa usando el modelo, se realizará una comparación con los desarrolladores que no hagan en los demás programas desarrollados en el mismo periodo de tiempo; dicha comparación se realizará con base en el desempeño en las variables identificadas como críticas en el proceso investigativo, y que gracias al modelo son medibles en su mayoría de manera automática; en el caso de los programas que sean desarrollados sin el modelo, se realizará la medición de estas variables de manera manual, con el fin de identificar la efectividad del modelo.

Figura 47. Variables a comparar



Fuente: Elaboración propia.

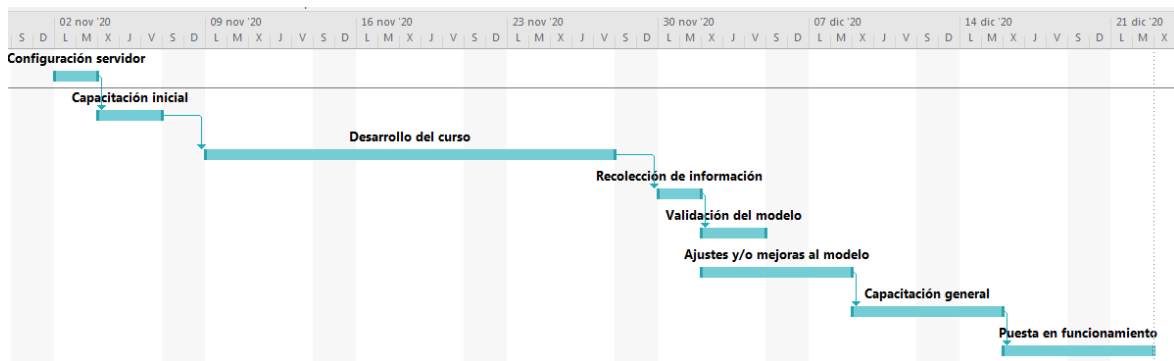
Una vez se completa el proceso de validación mediante el piloto, se debe hacer un análisis de la efectividad del modelo, ratificar su aplicación en el contexto específico de trabajo en el ERE y verificar si se presentan fallas en el proceso u oportunidades de mejora por parte de los desarrolladores involucrados en el plan piloto.

Una vez realizada la validación del modelo y los posibles ajustes que se puedan presentar como retroalimentación al proceso en producción dentro del piloto, se procederá a una capacitación para el resto del equipo de desarrollo, en el lapso de una semana.

Luego de dicha capacitación se efectuará la ejecución del modelo de manera permanente en el ERE y se propondrá realizar cada mes una validación de rendimiento de los desarrolladores y de la calidad de los REM, comparando los valores almacenados en el proceso de diagnóstico frente a los que se obtengan como producto de la aplicación del modelo, donde se deberá ver de forma gráfica la mejora implementada.

En caso de que se detecten fallas o variaciones negativas sobre las variables críticas del proceso, se debe proceder a evaluar el mismo con miras a determinar el punto de origen de la falla y la forma en que debe ser subsanado.

Figura 48. Cronograma plan de implementación



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 48 se indican las actividades a desarrollar en el plan de implementación, incluyendo el plan piloto y los posibles ajustes que se deban realizar al modelo.

Las actividades en detalle son:

Configuración servidor: se requiere configurar el servidor con las herramientas indicadas. Este será provisto por la entidad, y no genera costos adicionales, ya que el servicio se enmarca dentro del contrato de Gestión de TIC que ya posee el SENA.

Capacitación inicial: se capacitarán los tres desarrolladores seleccionados para el plan piloto por parte de la autora de este proyecto.

Desarrollo del curso: se realizará el desarrollo de tres cursos que iniciarán en la misma fecha, de los cuales en uno estarán trabajando los desarrolladores que ya recibieron la capacitación, aplicando el modelo de gestión, mientras que los otros dos programas de formación, se desarrollarán de la forma como se ha hecho hasta el momento.

Recolección de la información: esta actividad contempla la recolección de la información que no se puede extraer de forma automática.

Validación del modelo: para realizar la validación del modelo, se debe hacer un paralelo entre los valores obtenidos en las variables tenidas en cuenta en la investigación, y verificar así la efectividad del modelo en la mejora de dichas variables que son críticas y que afectan de manera negativa la producción.

Ajustes o mejoras al modelo: de acuerdo con lo que se logre evidenciar en este piloto se podría ajustar el modelo de forma tal que se mejore su efectividad o las condiciones de trabajo de los desarrolladores de ser necesario.

Capacitación general: una vez se compruebe la efectividad del modelo de gestión de calidad de pruebas, se procederá a la capacitación de todo el equipo de desarrolladores full-stack y se socializará igualmente con el resto del ecosistema para implantarlo definitivamente.

Puesta en funcionamiento: se dará inicio a la ejecución de la producción de los REM con la aplicación del modelo de manera integral en el ecosistema; se prevé hacer seguimientos periódicos al funcionamiento del proceso productivo con el modelo para vigilar su efectividad y realizar aportes cuando sea necesario.

9.2.1 Costos de implementación

Los costos asociados al plan piloto y puesta en funcionamiento del proyecto son los siguientes:

Infraestructura: la entidad ya cuenta con la infraestructura necesaria para la puesta en marcha del plan piloto y el proyecto en general, dado que las necesidades de infraestructura están enmarcadas en la contratación de un servidor para alojar el software requerido el cual es *open source* por lo que no requiere tampoco inversión.

Los equipos de desarrollo donde se alojará el software necesario para la producción ya existen en la entidad y cuentan con la tecnología para el desarrollo de sus funciones.

Licenciamiento: no se requiere licenciamiento adicional al que ya se utiliza por parte del ecosistema, ya que el software planteado para el desarrollo del proyecto es de uso libre u *open source*.

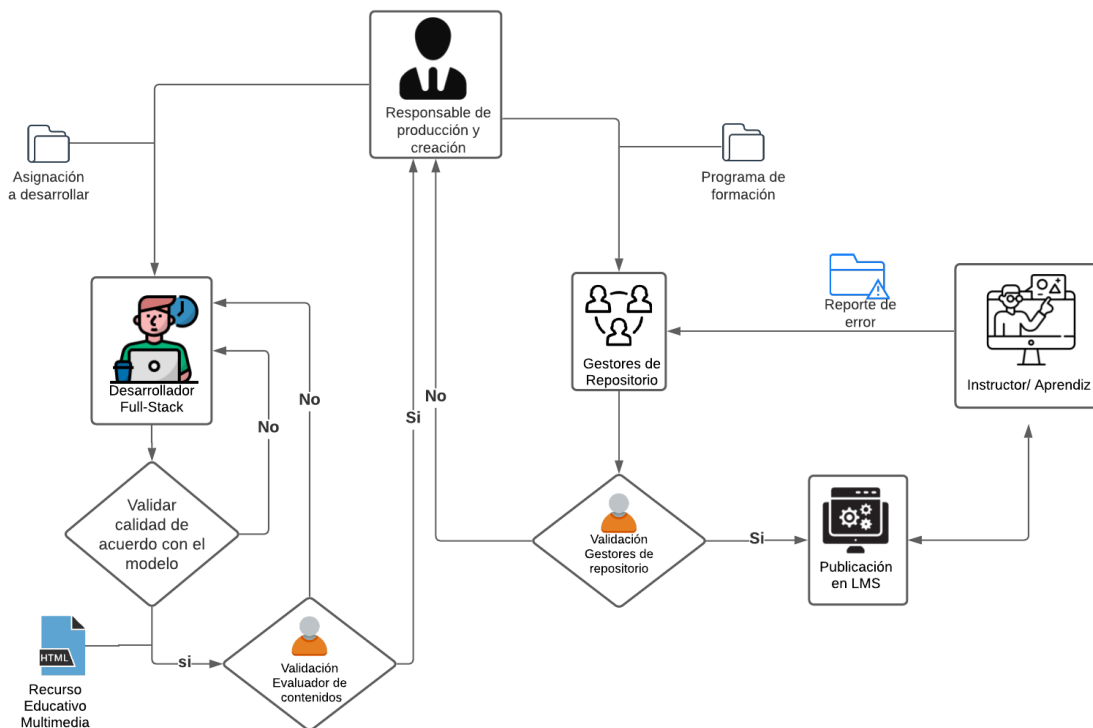
Personal: el personal que se dedicará a la puesta en marcha del plan piloto y el proyecto como tal es el mismo que ya está contratado, teniendo en cuenta que tanto el plan piloto como el proyecto se ejecutarán en el marco del desarrollo de programas que pertenecen a la meta del equipo para el presente año; por ende no se incurre en costos adicionales significativos por la desprogramación de personal de producción.

En general se puede observar que poner en funcionamiento este proyecto no requiere de inversiones adicionales, ya que la entidad cuenta con lo necesario para iniciarlo.

9.3 Proceso ajustado de producción de REM

A partir de la implementación del modelo de gestión de calidad de pruebas MGCP se debe ajustar el proceso de producción de recursos educativos multimedia; este nuevo proceso debe tener en cuenta la validación que sobre los REM debe hacer el desarrollador full-stack.

Figura 49. Proceso de producción ajustado de los REM



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 49 se puede apreciar el cambio en el proceso de producción general del ecosistema, con la implementación del modelo de aseguramiento de la calidad en las pruebas, el cual está asociado a la labor del desarrollador full-stack.

En este caso gracias al modelo planteado se incorpora la validación del recurso desarrollado como un proceso permanente de revisión y de validación con puntos de control establecidos en cada hito del proceso. Así, al momento de realizar la entrega el desarrollador full-stack ha desarrollado un proceso permanente de aseguramiento de las condiciones de calidad en el recurso, de acuerdo con lo establecido en el modelo, y en el mismo procedimiento de producción.

De esta forma se evitan situaciones como las que se identificaron en el diagnóstico, tales como entregas sin realizar pruebas al código o que no se documente el código fuente de manera correcta.

De igual forma al ser un proceso aplicado al contexto específico del proyecto de creación de recursos educativos, no se requiere de altos conocimientos en procesos de calidad de pruebas en el software para que los desarrolladores apliquen un modelo de este tipo, el cual les será socializado en una capacitación, y así contribuyan tanto a la calidad de los recursos desarrollados, como a la optimización de los tiempos de desarrollo, teniendo en cuenta la eficiencia en la utilización de los recursos invertidos en el proyecto.

La aplicación del Modelo de Gestión de Calidad de Pruebas además de disminuir los reprocesos por cuenta de la atención sistemática de los incidentes o requerimientos en el momento en que se presenten, evita que se propaguen o se aplacen y terminen generando errores en los recursos.

9.4 Riesgos

Teniendo en cuenta el proceso de diagnóstico realizado y el procedimiento a implementar dentro del modelo diseñado, se identifican unos posibles riesgos que puedan presentarse en el proceso de implementación dentro del Ecosistema.

- Permisos y configuración del servidor de control de versiones, que evite la adecuada publicación de los cambios o limitaciones en los *commits*.
- Resistencia al cambio por agregar procesos considerados extras por los integrantes del equipo de trabajo, así como las validaciones que deben realizar.
- No realizar registro en el control de versiones de los cambios realizados tras una solicitud de corrección, perdiendo el ajuste del recurso.
- Reglas por defecto del sistema de análisis de código, evitando enfocarse en los recursos personalizados creados en el equipo.
- Se generan saltos a las fases del modelo para debido a la premura de entregas de los recursos por parte de los desarrolladores Full-Stack.

9.5 Indicadores de implementación

En el proceso de implementación, es necesario tener en cuenta los siguientes indicadores que facilitan conocer el estado de éxito del modelo, permitiendo llevar un control para identificar la presencia de posibles riesgos y mitigarlos:

- Número de incidentes o correcciones presentes en el diseño gráfico.
- Número de incidentes o correcciones de estilo y ortografía.
- Número de incidentes o correcciones de código, animación y funcionalidad de recursos.
- Porcentaje de deuda técnica identificada en los recursos.
- Número de cambios realizados en el sistema de control de versiones sobre los recursos.
- Cantidad de recursos desarrollados y registrados en el control de versiones.

10 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

A continuación se presentan las recomendaciones para la implementación del plan de intervención propuesto, así como las conclusiones de cierre del trabajo.

10.1 Recomendaciones

Para el SENA y en general para el Ecosistema de Recursos Educativos es de suma importancia la implementación de este modelo de gestión de la calidad de pruebas en aras de lograr las mejoras necesarias en el proceso productivo, las cuales permitan hacerlo más eficiente, incrementando así la producción del ERE, sin necesidad de aumentar el presupuesto.

Adicionalmente se puede lograr una mejora significativa en la calidad de los recursos educativos, y por ende en los programas de formación que impactarán positivamente la formación virtual de la entidad, y con ello la vida de las personas que tienen la virtualidad como su medio de formación profesional.

Teniendo en cuenta que el ecosistema produce los recursos educativos para la totalidad de la oferta educativa virtual del SENA, se recomienda la implementación del modelo de gestión de calidad de pruebas producto de este proceso de investigación, así como la

aplicación como estrategia para contribuir a la mejora de los diferentes procesos de desarrollo y pruebas de los recursos educativos, que a su vez aportan en la misión del SENA de tener una oferta de programas de formación actualizada y pertinente de acuerdo a las necesidades de la población.

10.2 Conclusiones

Con base en la investigación efectuada al proceso de producción en la vigencia 2019 y las encuestas realizadas al equipo de producción, se lograron identificar los aspectos más relevantes que influyen con la calidad y los tiempos de producción.

Aspectos como las múltiples formas de revisión del código en la funcionalidad y presentación del mismo que lleva a diferentes puntos de vista con respecto a la calidad de cada recurso, permite concluir que la unificación del proceso de revisión es una necesidad muy sentida con el fin de lograr estándares de calidad, no solo en los recursos producidos, sino en el proceso como tal.

Se pudo concluir que uno de los principales factores que influye de manera negativa en la producción es la falta de un modelo de gestión de calidad de pruebas que permita unificar los procesos que debe realizar cada desarrollador y la forma cómo debe hacerlo para garantizar la unidad en la forma en que se debe realizar la revisión, ajustes y validación de los recursos educativos previo a su entrega final.

De igual forma se confirmó que uno de los principales activos con que cuenta el equipo de producción es el talento y experiencia de las personas que lo conforman, quienes además de tener una gran experiencia y conocimiento sobre el proceso, han indicado su compromiso con el mismo y con el cambio para su mejoramiento.

De acuerdo con el diagnóstico realizado y el estudio sobre las diferentes metodologías y herramientas existentes en el área de calidad de pruebas aplicable al proyecto, se seleccionaron las que pueden aportar al proceso y con estas como insumo se realizó el diseño del modelo estructurado de pruebas orientado a corregir y minimizar las principales falencias determinadas en el diagnóstico interno, así como a potenciar las fortalezas identificadas en el equipo, todo en procura de aumentar el rendimiento, optimizar el proceso y el producto como estrategia de mejoramiento del equipo en aras de garantizar su continuidad en el tiempo.

Los cambios que se implementen en el área de desarrollo del ERE tienen el potencial de ser de gran impacto, teniendo en cuenta que dentro del equipo, los desarrolladores full-stack son el componente más grande desde el punto de vista de cantidad de integrantes, y por lo tanto de fuerza laboral instalada.

Una vez se diseñó el modelo se procedió con la creación del plan de implementación, el cual incluyó los pasos necesarios para la puesta en marcha del mismo, sin que afecte el proceso de producción, así como a las metas institucionales planteadas en la vigencia.

Para la validación del modelo propuesto se realizó una mesa de expertos con los principales actores del proceso de producción como autoridades en el tema y varios directivos, que, además de conocer el proceso, están al frente del cumplimiento de las metas institucionales del Centro de Formación.

La integración del equipo directivo en la validación y aprobación del modelo de aseguramiento de la calidad contribuye a la visualización del proceso entre las personas que toman las decisiones en la entidad, logrando con ello que se pueda mejorar la percepción del equipo y su trabajo, esto con el propósito de asegurar la continuidad del proyecto.

11 REFERENCIAS

Amaya, J. y Ardila, O. (2012). *Propuestas de intervención a la fundación Alfonso Jaramillo proveniente del diagnóstico de la aplicación del modelo de modernización de la gestión empresarial (MMGO)*. Bogotá: Universidad EAN.

Baldassarre, M., Lenarduzzi, V., Romano, S. y Saarimäki, N. (2020). *Information and software technology*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950584919302113?via%3Dihub>

Beck, K. (2003). *Test-Driven Development*. Boston: Pearson Education, Inc.

Boehm, B. (1991). Software risk management: principles and practices. *IEEE Software*, 8 (1), 32-41.

Calero, A. (2012). *La deuda técnica y el método SQALE*. Recuperado de <https://www.excentia.es/la-deuda-tecnica-y-el-metodo-sqale>

Carrizo, D. y Alfaro, A. (2018). Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26 (1), 114-129.

Castro, Y., Solarte, G. y Muñoz, L. (2019). Planificación, gestión y control de la calidad del software. *Scientia et Technica*, 24 (4), 611-617.

Díaz, G. y Bermejo, J. (2013). *Static analysis of source code security: Assessment of tools against SAMATE tests*. Ciudad de México: Elsevier.

Dijkstra, E. (1970). *Notes on structured programming*. Recuperado de <https://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd02xx/EWD249.PDF>

Driessen, V. (2010). *A successful Git branching model*. Recuperado de <https://nvie.com/posts/a-successful-git-branching-model/>

Estrategia de trabajo para la formación Virtual y a Distancia 2016 (Circular 204 de 2015). (2015, 11 de diciembre). *Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA*, 2015, 16 de diciembre.

Hill, T. y Westbrook, R. (1997). *SWOT analysis: It's time for a product recall*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024630196000957?via%3Dihub>

IEEE Computer Society. (s.f.). *Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)*. Recuperado de <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering>

ISO 9000. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario*. Ginebra: Secretaria Central de ISO.

Kaur, A. y Nayyar, R. (2020). *A Comparative Study of Static Code Analysis tools for Vulnerability Detection in C/C++ and JAVA Source Code*. Recuperado de

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050920312023?token=3467F6F59E37F6EDC445870C6734417F30A287E60B2D847BE79EDB6DDDDC61DE3B245D1D5804BEE26CD5A5F982CB8E4F>

Madeyski, L. y Kawalerowicz, M. (2019). *Empirical evaluation of continuous test-driven development in industrial settings*. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/04b7/8d3ae7339a8e1c0698e3710295c3d4ba7dd0.pdf>

Marín, M., Bruque, J. y Minguela, B. (2017). *Environment determinants in business adoption of Cloud Computing*. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/57434/>

Martínez, D. y Milla, A. (2012). *Implantación de la estrategia*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. (2018). *Plan TIC 2018-2022*. Recuperado de https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-101922_Plan_TIC.pdf

Mossige, M., Gottlieb, A. y Meling, H. (2015). *Testing robot controllers using constraint programming and continuous integration*. Stavanger: Elsevier.

Piattini, M., García, F., Pino, F. y García, I. (2019). *Calidad de sistemas de información*. Madrid: Grupo Editorial RA-MA.

Ponce, J., Domínguez, F., Gutiérrez, J. y Escalona, M. (2014). *Pruebas de aceptación orientadas al usuario: contexto ágil para un proyecto de gestión documental*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Prado, M. y Rizzo, A. (2018). *Towards cognitive support for unit testing: A qualitative study with practitioners*. São Paulo: Elsevier.

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. Ciudad de México: McGraw-Hill.

Ress, A., Moraes, R. y Salerno, M. (2013). *Test-driven development as an innovation value chain*. Recuperado de <https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/1182/827>

Rojas, M. y Medina, L. (2011). *Planeación estratégica. Fundamentos y casos*. Bogotá: Ediciones de la U.

Saba, H. y Suad, A. (2015). *A quality framework for software continuous integration*. Recuperado de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2351978915002504?token=17196A09EDB2B9B7723EB37DEB88510B625B7BCCAC0FA0AC0562F4446B137FC17E6DDAE225F2CEE6760A89FE581A3BAC>

SENA. (2013). *Estructura del SENA y funciones de sus dependencias*. Recuperado de [https://www.sena.edu.co/es-co/sena/Documents/Estructura Organica SENA %20PP dao.pdf](https://www.sena.edu.co/es-co/sena/Documents/Estructura%20Organica%20SENA%20PP%20dao.pdf)

SENA. (2019). *Conformación Ecosistema de Recursos Educativos*. Armenia: SENA.

SENA. (2020). *Informe de gestión 2019*. Recuperado de https://www.sena.edu.co/es-co/transparencia/Lists/Informes%20de%20gesti%C3%B3n/info_gest_2019.pdf

SENA. (s.f.). *Misión y visión SENA*. Recuperado de <https://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/misionVision.aspx>

SENA. (s.f. a). *Estructura del SENA y funciones de sus dependencias*. Recuperado de [https://www.sena.edu.co/es-co/sena/Documents/Estructura Organica SENA %20PP dao.pdf](https://www.sena.edu.co/es-co/sena/Documents/Estructura%20Organica%20SENA%20PP%20dao.pdf)

Skulmoski, G., Hartman, F. y Krahn, J. (2007). *The Delphi Method for Graduate Research*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/220590716 The Delphi Method for Graduate Research](https://www.researchgate.net/publication/220590716_The_Delphi_Method_for_Graduate_Research)

Softvis3d. (s.f.). *Code city*. Recuperado de <https://softvis3d.com/#/>

SonarQube. (s.f.). *Your teammate for Code Quality and Security*. Recuperado de <https://www.sonarqube.org/>

Ståhl, D. y Bosch, J. (2014). *Modeling continuous integration practice differences in industry software development*. Gotemburgo: Elsevier.

Watkins, M. (2007). *From SWOT to TOWS: Answering a Reader's Strategy Question*. Recuperado de <https://hbr.org/2007/03/from-swot-to-tows-answering-a-readers-strategy-question>

Wheelen, T. y Hunger, J. (2007). *Administración estratégica y política de negocios*. Ciudad de México: Pearson Educación.

Zolkifli, N., Ngah, A. y Deraman, A. (2018). *Version Control System: A Review*. Recuperado de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050918314819?token=BBB513BD29C2D8429945377ECF20AAD36F4A678B44892F7A5667FE2E8F31606CDD528722820E88F3FBBF9DDD8CBA78DB>

12 ANEXOS

[Anexo 1. Encuesta General](#)

[Anexo 2. Encuesta Desarrollo](#)

[Anexo 3. Diagnóstico entregas ERE 2019](#)

[Anexo 4. Matriz FODA](#)