



CIMAT

Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.

**GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS
QUE FACILITEN LA ADOPCIÓN DEL
ESTÁNDAR ISO/IEC 29110**

T E S I S

Que para obtener el grado de
Maestro en Ingeniería de Software
con Orientación en
**Gestión de Procesos de Software y
Aseguramiento de la Información**

Presenta

Ana Patricia Montoya Méndez

Director de Tesis:

Dra. Mirna Ariadna Muñoz Mata

Autorización de la versión final



Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.

Guía para la selección de herramientas que faciliten la
adopción del estándar ISO/IEC 29110

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestro en Ingeniería de Software

PRESENTA

Ana Patricia Montoya Méndez

Director de Tesis:

Dra. Mirna Ariadna Muñoz Mata

Zacatecas, Zac. Abril de 2021

Agradecimientos

Quiero agradecer a los docentes del Centro de Investigación en Matemáticas A.C. Unidad Zacatecas, por su guía y contribuciones, como profesionales y como personas.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnologías (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de los estudios del postgrado de Maestría en Ingeniería de Software.

Agradezco al Dr. Jezreel Mejía Miranda por su apoyo y por las oportunidades de ampliar mis conocimientos por medio de la participación de los diferentes proyectos a los que fui invitada.

Quiero agradecer de manera especial a mi asesora de tesis, la Dra. Mirna Ariadna Muñoz Mata, por su dedicación y paciencia. Agradezco tener la oportunidad de haber conocido a alguien como usted que me mostró el amor por el trabajo de la manera en que lo hace, por siempre habernos motivado a ser mejores personas.

Agradezco a mi familia, a mis padres y abuelitos. Gracias por reñirme cuando lo requerí y por darme palabras de aliento cuando las necesité.

Finalmente, pero no menos importante, agradezco a mis amigos, mis serendipias.

Lic. María Elena Gutiérrez, Cristina y Sra. Ofelia, gracias por hacer ameno mi paso por CIMAT y porque siempre tuvieron una sonrisa que brindarme.

Héctor Girón, Perla Maciel, Isaac Rodríguez, Alessandro Milán y Manuel Peralta, gracias por toda su ayuda y contribuciones, por los malos y buenos momentos que pasamos juntos y que nos unieron aún más.

A todos ustedes que han contribuido a formar la persona que soy el día de hoy, gracias.

Abstract

Currently, there are models and standards that aim to provide software development practices to Very Small Entities (VSE). Such is the case of the ISO / IEC 29110 standard, which aims to improve the quality of software products through the Project Management (GP) and Software Implementation (IS) processes, providing proven practices that software development teams should carry out.

However, there is a gap between the VSE's and the implementation of the standard because of the lack of knowledge in software tools that can help to make easier their implementation in a VSE. Therefore, this thesis work aims to provide a serie of paths that enable VSEs the selection of tools that facilitate the adoption of the ISO / IEC 29110 standard.

Keywords – ISO/IEC 29110; Very Small Entities, project management problems; software implementation problems.

Resumen

Actualmente existen modelos y normas cuya finalidad es proporcionar prácticas de desarrollo de software a las Entidades Muy Pequeñas (EMPs). Tal es el caso del estándar ISO/IEC 29110 cuya finalidad es mejorar la calidad de los productos de software a través de los procesos de Gestión de Proyectos (GP) e Implementación de Software (IS), proporcionando prácticas probadas que cualquier equipo de desarrollo de software debería cumplir.

Sin embargo, existe una brecha entre las EMP y la implementación del estándar, debido a la falta de conocimiento de herramientas de software que pueden ayudar a facilitar su implementación en las EMPs. Por lo tanto, este trabajo de tesis tiene como objetivo proveer una serie de rutas que habiliten a la selección de herramientas que faciliten la adopción del estándar ISO/IEC 29110.

Palabras clave - ISO/IEC 29110; entidades muy pequeñas; problemas gestión de proyectos, problemas implementación de software

Índice

Agradecimientos	1
Abstract	2
Resumen	3
Índice.....	4
Índice de Figuras	7
Índice de Tablas.....	8
Introducción	9
Capítulo 1. Antecedentes	11
1.1. Marco teórico	11
1.1.1. ISO/IEC 29110.....	11
1.1.2. Entidad Muy Pequeña	13
1.1.3. Herramientas de desarrollo de software	14
1.1.4. Marco de trabajo.....	15
1.1.5. Cuerpo de conocimiento	15
1.1.6. Automatización	15
1.1.7. Resistencia al cambio	15
1.2. Planteamiento del problema	16
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Justificación	17
Capítulo 2. Estado del arte	19
2.1. Revisión sistemática	19
2.1.1. Planificación de la revisión sistemática	19
2.1.2. Ejecución de la revisión sistemática	20
2.1.3. Reporte de los resultados	22
2.1.4. Estudios Primarios.....	23
2.2. Estado de la práctica	30

2.2.1. Objetivo de la revisión.....	30
2.2.2. Características de los estudios de casos.....	30
2.2.3. Procedimiento	31
2.2.4. Clasificación de los estudios de caso	31
2.2.5. Análisis de los estudios de caso.....	32
2.3. Comparativa de los resultados obtenidos.....	36
2.3.1. Discusión	38
Capítulo 3. Metodología para el desarrollo de la tesis.....	40
3.1. Ejecución de la metodología para el desarrollo de Tesis.....	41
Capítulo 4. Propuesta	43
4.1. Búsqueda de herramientas	43
4.1.1. Trazabilidad entre técnicas y herramientas propuestas.	48
4.2. Modelado de rutas	49
4.2.1. Opciones de uso	49
4.2.2. Productos de Trabajo	54
4.3. Elaboración de plantillas	56
4.4. Desarrollo de la plataforma.....	58
4.4.1. Inicio	58
4.4.2. Opciones de uso	59
4.4.3. ISO/IEC 29110.....	65
4.4.4. Acerca de.....	65
4.4.5. Contáctanos	66
Capítulo 5. Resultados.....	67
5.1. Estudio de caso.....	67
5.1.1. Diseño y planificación del estudio de caso.....	67
5.1.2. Preparación para la recolección de datos	71
5.1.3. Recolección de datos.....	72
5.1.4. Análisis de los datos	72
5.1.5. Reporte de los resultados	79
Capítulo 6. Conclusiones	82
6.1. Conclusiones	82

6.2. Trabajo futuro	83
6.3. Logros Académicos.....	83
6.3.1. Productos académicos	83
Referencias.....	85
Anexos.....	89
Anexo 1	89
Anexo 2	89
Anexo 3	89
Anexo 4	89

Índice de Figuras

Figura 1. Procedimiento de selección de datos de la Revisión Sistemática.	21
Figura 2. Proceso de selección de estudios primarios.....	22
Figura 3. Metodología para el desarrollo de tesis.....	40
Figura 4. Iconografía del modelado de rutas.	49
Figura 5. Ruta Por enfoque de desarrollo.	50
Figura 6. Ruta por cumplimiento de objetivos GP.	52
Figura 7. Ruta por cumplimiento de objetivos IS.	53
Figura 8. Ruta Producto de Trabajo - Plan de Proyecto.	55
Figura 9. Formato plantilla parte 1.....	56
Figura 10. Formato plantilla parte 2.....	57
Figura 11. Formato plantilla parte 3.....	57
Figura 12. Logo de la plataforma.....	58
Figura 13. H 29110 - Inicio.....	59
Figura 14. H 29110 - Opciones de uso.....	60
Figura 15. H 29110 - Por enfoque de desarrollo.	61
Figura 16. H 29110 - Por cumplimiento de objetivos.....	62
Figura 17. H 29110 - Productos de Trabajo.....	63
Figura 18. H 29110 - Plan de Proyecto.	63
Figura 19. H 29110 - ISO/IEC 29110.	65
Figura 20. H 29110 - Acerca de.	65
Figura 21. H 29110 - Contacto.....	66
Figura 22. Cobertura de los Productos de Trabajo por las herramientas.	74
Figura 23. Apariencia de la interfaz gráfica de las herramientas.	75
Figura 24. Facilidad de uso de las herramientas.	76
Figura 25. Trabajo colaborativo de las herramientas.....	76
Figura 26. Trabajo colaborativo de las herramientas.....	77
Figura 27. Trabajo colaborativo de las herramientas.....	78

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparativa de estudios primarios.....	28
Tabla 2. Herramientas mencionadas por los estudios primarios.	28
Tabla 3. Técnicas mencionadas por los estudios primarios.	29
Tabla 4. Productos de Trabajo que presentaron dificultades según los estudios primarios.	29
Tabla 5: Clasificación de los casos de análisis del Estado de la Práctica.	32
Tabla 6. Herramientas utilizadas por las organizaciones.	33
Tabla 7. Técnicas mencionadas por las organizaciones.	34
Tabla 8. Productos de Trabajo con mayor cantidad de inconformidades en el Penúltimo Reporte de Acompañamiento.	35
Tabla 9. Productos de Trabajo con mayor cantidad de inconformidades en el Último Reporte de Acompañamiento.	35
Tabla 10. Comparativa de herramientas.	36
Tabla 11. Comparativa de técnicas.	37
Tabla 12. Comparativa de dificultades por Productos de Trabajo.	38
Tabla 13. Trazabilidad entre las técnicas y herramientas identificadas anteriormente.	48
Tabla 14. Tecnologías utilizadas para el desarrollo de software de la propuesta.	58
Tabla 15. Preguntas del estudio de caso.	70
Tabla 16. Comparación de las herramientas del cuestionario.	80

Introducción

De acuerdo con un estudio de INEGI en 2018, existen más de 4 millones de empresas en México, de las cuales el 97.3% corresponden a microempresas, y 2.7% a PyMES (INEGI, 2018).

Es así como se ve reflejada en México la importancia de las entidades muy pequeñas en el sector de Software (Very Small Entities o VSE por sus siglas en inglés). En este contexto, surge la necesidad de brindar apoyo a estas empresas, ya que los estándares y modelos existentes que podían proporcionar una guía para el desarrollo de proyectos de software no estaban adaptados para éstas tal es el caso de Moprosoft y CMMi® (Salgado) (Konrad, Chrissis, & Shrum, 2012).

En 2016 se crea el estándar ISO/IEC 29110, que es una serie de normas para abordar la mejora de procesos de software, por medio de actividades básicas para el desarrollo de software mediante dos procesos, Gestión de Proyectos e Implementación de Software (ISO/IEC WG24, 2012).

Pero incluso con el estándar ISO/IEC 29110 que está dirigido a las EMPs, las empresas muestran cierta dificultad al momento de implementarlo debido a la falta de comprensión de éste (Muñoz, Mejía, & Laporte, 2018).

Por ende, con el fin de brindar apoyo al proceso de implementación del estándar ISO/IEC 29110, se presenta el desarrollo de rutas para la selección de herramientas, que estén orientadas a las EMP que desean iniciar la implementación del estándar y a aquellas que ya han implementado el estándar, pero desean automatizar el uso de sus procesos mediante la adopción de herramientas.

La estructura del presente trabajo de tesis está compuesta por seis capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capítulo 1. Antecedentes. En este capítulo se muestran los conceptos básicos que serán utilizados en la presente investigación. Posteriormente se presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación de este trabajo.

Capítulo 2. Estado del arte. En este capítulo se describe la planificación y ejecución de la Revisión Sistemática de Literatura y estado de la práctica con relación a las herramientas y técnicas utilizadas en la implementación del estándar ISO/IEC 29110, así como la problemática existente al implementarlo.

Capítulo 3. Metodología para el desarrollo de la tesis. En este capítulo se describen los pasos realizados para el desarrollo de la tesis y el orden en el que se implementaron.

Capítulo 4. Propuesta. En este capítulo se describe el desarrollo de la propuesta de la ruta de soporte de herramientas para la selección de herramientas que faciliten la adopción del estándar ISO/IEC 29110.

Capítulo 5. Resultados. En este capítulo se describe el desarrollo de la evaluación de la propuesta de tesis, por medio del diseño, planificación y aplicación de un estudio de caso.

Capítulo 6. Conclusiones. En el siguiente capítulo se muestran las conclusiones de los resultados obtenidos del desarrollo de la presente tesis, así como el trabajo futuro y los logros obtenidos derivados de la presente investigación.

Capítulo 1. Antecedentes

En este capítulo se muestran los antecedentes, los conceptos básicos que serán utilizados en la presente investigación. Posteriormente se presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación de este trabajo.

1.1. Marco teórico

A continuación, se describe brevemente los conceptos básicos con el fin de proporcionar contexto en relación del tema de investigación.

1.1.1. ISO/IEC 29110

La Organización Internacional para la Normalización (ISO por sus siglas en inglés) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en inglés), son las organizaciones que forman parte de un sistema mundial que tiene como objetivo la estandarización. La ISO y la IEC tienen organismos nacionales los cuales participan en la creación y regulación de Normas Internacionales (ISO, 2012).

La serie de estándares ISO/IEC 29110 provee un estándar internacional de Ingeniería de Software que propone un conjunto de guías de acuerdo con las características de las Entidades Muy Pequeñas (EMP) de desarrollo de software no crítico. El estándar tiene como objetivo, cubrir las actividades básicas de las EMP, además de promover la adopción de estándares, ya que en la actualidad se considera un problema el poco uso de los estándares por parte de las EMPs (International Organization for Standardization, 2011).

Dentro del estándar ISO/IEC 29110 se utiliza el término “Perfil” para definir el conjunto de uno o más procesos base para llevar a cabo una función particular. El estándar cuenta con el siguiente grupo de perfiles los cuales se relacionan por composición de procesos (actividades y tareas) (Laporte Y., 2016):

- Entrada/Inicial: Dirigido a Pequeñas Organizaciones típicamente desarrollando proyectos de 6 personas.
- Básico: Dirigido a Pequeñas Organizaciones que desarrollan un proyecto a la vez.
- Intermedio: Dirigido a las Pequeñas Organizaciones que desarrollan múltiples proyectos dentro del contexto de la organización.
- Avanzado: Dirigido a Pequeñas Organizaciones que desean mantenerse y crecer como empresas de desarrollo de software independientes y competitivas.

Se desarrolló el estándar ISO/IEC 29110, teniendo como finalidad aumentar la calidad de los productos y/o servicios de las EMP, por medio de la mejora de los procesos de desarrollo del software de estas (NYCE).

El estándar se divide en cinco partes (ISO/IEC WG24, 2012):

- Parte 1 - Visión general: Dirigida a empresas, evaluadores, desarrolladores, consultores, etc.
- Parte 2 - Marco de trabajo y taxonomía: Dirigida a normalizadores, desarrolladores y consultores. Esta parte no está dirigida a las empresas.
- Parte 3 - Guía de evaluación: Dirigida a evaluadores y empresas.
- Parte 4 - Especificaciones de perfil: Dirigida a normalizadores, desarrolladores y consultores. Esta parte no está dirigida a las empresas.
- Parte 5 - Guía de gestión e ingeniería: Dirigida a empresas. La parte 5 del estándar ISO/IEC 29110 proporciona una guía para implementar el estándar en el Perfil Básico.

La Parte 5-1, señala que el Perfil Básico está dirigido a empresas o grupos de desarrollo de software que trabajan en un proyecto no crítico a la vez.

Un ejemplo de la parte 5-1 del estándar, es el documento 29110-5-1-2, el cual menciona dos procesos: Gestión de Proyecto e Implementación de Software.

El perfil básico cuenta con 2 procesos: Gestión de proyectos e Implementación de Software. Cabe señalar que el cumplimiento del estándar se basa en el cumplimiento de sus objetivos, en este caso, el perfil básico tiene que cumplir con 7 objetivos para cada proceso (ISO/IEC WG24, 2012):

Objetivos del proceso de Gestión de proyectos:

- GP.O1. Tomando como base el Enunciado de Trabajo, se elabora, revisa y se acepta por el Cliente, el Plan de Proyecto, el cual debe incluir las tareas y los recursos estimados para llevar a cabo el proyecto.
- GP.O2. Se registra el avance del proyecto tomando en cuenta lo especificado en el Plan de Proyecto. En caso de presentar desviaciones que amenacen el cumplimiento de los objetivos del proyecto, se identifican las medidas o acciones para mitigar. Una vez finalizado el proyecto, se documenta la aceptación del Cliente.
- GP.O3. Las Solicitudes de Cambio son recibidas y analizadas. Los cambios solicitados son evaluados en cuanto a su impacto técnico, recursos y cronograma.
- GP.O4. Los acuerdos de las reuniones de revisión con el Equipo de Trabajo y el Cliente son y documentadas para darles seguimiento.
- GP.O5. A lo largo del proyecto, los riesgos son identificados y monitoreados.
- GP.O6. Se establece una Estrategia de Control de Versiones. Son agregados a Línea Base los elementos de la Configuración del Software. Las actualizaciones de estos elementos son revisados, almacenados y controlados por el Equipo de Trabajo y el Cliente.
- GP.O7. El Equipo de Trabajo se asegura que los Productos de Trabajo y los procesos se realizan de acuerdo con lo estipulado en el Plan de Proyecto y la Especificación de Requisitos.

Objetivos del proceso de Implementación del Software:

- IS.O1. El seguimiento de las Tareas se basa en el Plan de Proyecto en Línea Base.
- IS.O2. Se identifican los requisitos del Software y es analizada su correctitud y testeabilidad. Los requisitos de Software tienen que ser aprobados por el Cliente e incorporados en la Línea Base.
- IS.O3. Se desarrolla la arquitectura y diseño del Software, para luego ser incorporados en la Línea Base. La arquitectura y diseño del Software debe de describir los Componentes del Software, así como sus interfaces externas e internas. La trazabilidad entre los elementos de la Configuración del Software es identificada.
- IS.O4. Se desarrollan los Componentes de Software con base en el diseño de Software anteriormente definido. Se identifican las pruebas unitarias y se verifica de acuerdo con los requisitos y el diseño. Se actualiza la trazabilidad con respecto a los requisitos y el diseño.
- IS.O5. Los Componentes de Software son unificados para producir el Software, el cual se verifica mediante los Casos de Prueba y Procedimientos de Prueba, registrando en el Reporte de Pruebas los resultados obtenidos. Los defectos detectados se corrigen y la trazabilidad es actualizada.
- IS.O6. Tomando en cuenta lo acordado con el Cliente en la Especificación de Requisitos, se actualiza la Configuración de Software agregando el manual de usuario, manual de operación y manual de mantenimiento a la Línea Base. Una vez que se actualizó la Configuración de Software, se guarda en el Repositorio del Proyecto teniendo en cuenta la Estrategia de Control de Versiones. Se inician las respectivas Solicitudes de Cambio, en caso de requerirse algún cambio en la Configuración de Software.
- IS.O7. Se verifican y validan todos los Productos de Trabajo que así lo requieran, tomando como base los criterios definidos para lograr la coherencia entre las entradas y salidas de la realización del producto por revisar. Los resultados obtenidos son registrados en los reportes de Verificación / Validación, para posteriormente ser almacenados. En caso de reportar defectos, estos son corregidos y los Reportes son actualizados.

1.1.2. Entidad Muy Pequeña

Según el Reglamento la Unión Europea nº 651/2014 de la Comisión, Anexo I, se define lo siguiente (Comisión Europea, 2014):

- Se cataloga como PYME a las micro, pequeñas y medianas empresas.
- Se catalogan como “mediana empresa” aquellas empresas cuyo número de trabajadores es menor a 250 personas y cuyo total anual de ingresos no supera los

50 millones de euros, o cuyo patrimonio neto anual no supera los 43 millones de euros.

- Se catalogan como “pequeña empresa” aquellas empresas cuyo número de trabajadores es menor a 50 personas y cuyo total anual de ingresos o patrimonio neto anual no supera los 10 millones de euros.
- Se catalogan como “microempresa” aquellas empresas cuyo número de trabajadores es menor a 10 personas y cuyo total anual de ingresos o patrimonio neto anual no supera los 2 millones de euros.

Con base en lo anterior, una EMP (empresa muy pequeña) es una empresa que se sitúa entre una pequeña y mediana empresa en cuanto al número de trabajadores, ya que una EMP tiene entre 2 y 25 trabajadores.

1.1.3. Herramientas de desarrollo de software

Sommerville define la Ingeniería de Software como (Sommerville, 2005):

“Disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza”. Además, Sommerville destaca de esta definición, entre otras cosas, que el desarrollo de software no solo comprende la codificación ni el apartado técnico, sino que también se incluyen otras actividades que se realizan en el desarrollo de software, tales como la gestión de proyectos de software, el desarrollo de herramientas, métodos y teorías que den soporte a la producción de software.

Es así como la importancia de las herramientas de desarrollo de software recae en la participación del desarrollo de software y en el soporte que proporciona a éste, complementando así el entorno de desarrollo.

Entre las herramientas para el desarrollo de software, se pueden identificar las siguientes categorías:

- De diseño: permiten el modelado de la interfaz gráfica.
- De modelado: permiten la creación de diagramas que expliquen el funcionamiento del software a desarrollar.
- De desarrollo: facilitan la codificación por medio de un entorno de programación de acuerdo con el lenguaje seleccionado.
- De pruebas: facilitan la verificación del funcionamiento por medio de la ejecución del código en modo prueba.
- Depuradores: facilitan la identificación de errores de código y permiten dar solución durante la ejecución del testeo.
- De documentación: permiten el registro del desarrollo del producto de software.

1.1.4. Marco de trabajo

Marco de trabajo o entorno de trabajo, es una estructura definida que proporciona soporte permitiendo la organización y desarrollo de un proyecto de software (Fernández Benavidez, 2012).

La finalidad de los marcos de trabajo es facilitar el desarrollo de software, permitiendo a los responsables del proyecto concentrarse en los requisitos, reduciendo los posibles problemas con las tecnologías utilizadas, así como facilitar ciertas funcionalidades básicas comunes.

1.1.5. Cuerpo de conocimiento

El cuerpo de conocimiento (BOK) se refiere a las enseñanzas y habilidades básicas requeridas para trabajar en un campo o industria en particular. El cuerpo de conocimiento generalmente se define por asociaciones o sociedades profesionales (Kagan, 2019).

Un ejemplo de un cuerpo de conocimiento conocido es el PMBOK, que tiene como premisa las buenas prácticas de gestión, comunes a diferentes áreas de aplicación (Sánchez Arias & Solarte Pazos, 2009).

1.1.6. Automatización

La definición general de automatizar es hacer determinadas acciones de manera automática, es decir, que se desarrollen por sí solas sin la participación de un individuo (2017).

Tomando esta definición como referencia, la automatización es aplicable en el área de procesos de software, cuya finalidad es mejorar el flujo de trabajo que ya se ha definido, a través de las actividades, personas y herramientas.

1.1.7. Resistencia al cambio

Se entiende por cambio la transición de un estado a otro, lo cual produce transformaciones cuantitativas y/o cualitativas en el elemento al que se refiere (López Duque, Restrepo de Ocampo, & López Velásquez, 2013).

Al utilizar este término en un ámbito social, se consideran las alteraciones que suceden en las estructuras sociales. Cuando suceden estas alteraciones, los individuos que son

afectados por éstas pueden asumir repercusiones y sufrir trastornos por ello, a esto se le llama resistencia al cambio (León, 2002).

La resistencia al cambio puede identificarse en ámbitos organizacionales y personales, Y esta, a su vez, puede estar relacionada con la personalidad, el entorno social y a la forma en la que se está implementando el cambio (López Duque, Restrepo de Ocampo, & López Velásquez, 2013). Robbins (1999), señala que la resistencia al cambio puede presentarse de 2 formas:

- Resistencia abierta al cambio: se muestra en acciones directas tales como protestas, disminución de productividad, trabajo defectuoso o entorpecimiento intencionado.
- Resistencia encubierta al cambio: se muestra en acciones indirectas tales como retrasos de jornada, ausencias, cambios de ubicación del personal, renuncias, baja moral y motivación, mayor cantidad de accidentes y equivocaciones en el trabajo.

Se considera que una de las peores formas de resistencia al cambio es la falta de disposición en participar o adoptar los cambios propuestos, incluso cuando se proporcionan las facilidades para participar (Hellriegel y cols., 1999).

1.2. Planteamiento del problema

De acuerdo con un estudio en 2005 por parte de la empresa de consultoría ESANE, se estimaron alrededor de 1500 empresas de software en México, de las cuales el 54.41% son microempresas (1-10 personas) y el 30.88 son pequeñas empresas (11-50 personas) (González, 2005).

Por otro lado, en 2018 INEGI estimó más de 4 millones de empresas en México, de las cuales el 97.3% correspondían a microempresas, y 2.7% a PyMES (INEGI, 2018).

Es así como se ve reflejada en México la importancia de las muy pequeñas organizaciones (EMPs) en el sector de Software, o Very Small Entities (por sus siglas en inglés VSE). Las EMPs representan un importante porcentaje en el mercado del software, por lo tanto, surge la necesidad de brindar apoyo a este tipo de empresas para que éstas aseguren la calidad de sus productos de software, ya que aun cuando existen estándares y modelos que podían proporcionar una guía para el desarrollo de proyectos de software, no están adaptados para cubrir las necesidades de las EMPs como lo son Moprosoft y CMMi®.

Como una respuesta a esta necesidad, en 2016 se crea el estándar ISO/IEC 29110, que es un conjunto de normas para abordar la mejora de procesos de software, por medio de actividades básicas para el desarrollo de software mediante dos procesos, Gestión de Proyectos e Implementación de Software.

Pero incluso con el estándar ISO/IEC 29110 que está dirigido a las EMPs, las empresas muestran cierta dificultad al momento de implementarlo debido a la falta de comprensión de éste o de herramientas que faciliten su implementación en las EMPS.

Por ende, se requiere de una guía que sugiera herramientas que den soporte a la implementación de la ISO/IEC 29110 en las EMPs, permitiendo así la adopción del estándar acorde a la forma de trabajo de la empresa, y de su automatización.

1.3. Objetivos

En el siguiente apartado se mencionan los objetivos de esta investigación.

1.3.1. Objetivo general

Desarrollo de una guía para la selección de herramientas que facilite la implementación del estándar ISO/IEC 29110.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar el estado del arte de problemáticas y/o barreras al implementar el estándar ISO/IEC 29110.
- Identificar herramientas y/o técnicas utilizadas para la implementación estándar ISO/IEC 29110.
- Identificar el estado de la práctica de problemáticas y/o barreras, así como herramientas utilizadas para la implementación del estándar ISO/IEC 29110.
- Realizar una trazabilidad entre el estado del arte y el estado de la práctica.
- Identificar herramientas y/o técnicas que den soporte al estándar ISO/IEC 29110.
- Crear la guía para selección de herramientas.
- Validar la guía mediante la selección de un método empírico de experimentación en Ingeniería de Software.

1.4. Justificación

Con el fin de brindar apoyo al proceso de implementación del estándar ISO/IEC 29110, la ruta de herramientas está orientada a las EMPs que desean iniciar la implementación del estándar y a aquellas que ya han implementado el estándar, pero desean automatizar el uso de sus procesos mediante la adopción de herramientas.

Siendo más de la mitad del porcentaje total el lugar que ocupan las EMPs en el sector de desarrollo de software en México (INEGI, 2018), este tema de investigación está enfocado en proporcionar una guía para la implementación el estándar ISO/IEC 29110 mediante el análisis de las actividades que indica, proponiendo un marco de referencia que sirva como apoyo para ayudar a cumplir con los objetivos que marca el estándar.

Capítulo 2. Estado del arte

En este capítulo se describe la planificación y ejecución de la revisión sistemática de literatura y el estado de la práctica con relación al tema de investigación, para posteriormente presentar los resultados arrojados y su relación entre ellos.

2.1. Revisión sistemática

La revisión sistemática de la literatura permite la identificación y evaluación de los estudios referentes a una pregunta de investigación en particular, área, temática o punto de interés (Kitchenham, 2004).

En el siguiente apartado se muestra el desarrollo de la revisión sistemática y una síntesis de estudios relacionados con la presente investigación.

2.1.1. Planificación de la revisión sistemática

La revisión sistemática de la literatura permite la identificación y evaluación de los estudios referentes a una pregunta de investigación en particular, área, temática o punto de interés

A continuación, se muestran las etapas realizadas de la revisión sistemática.

2.1.1.1. Identificación de la necesidad de la revisión

El objetivo de la revisión sistemática es identificar las principales problemáticas que las EMPs presentan al momento de implementar el estándar ISO/IEC 29110 (perfil básico), y conocer las herramientas y/o técnicas que utilizan.

2.1.1.2. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación son las siguientes:

- ¿Qué actividades de la ISO/IEC 29110 presentan mayor dificultad de implementación?
- ¿Qué actividades de la ISO/IEC 29110 presentan menor dificultad de implementación?
- ¿Qué técnicas y/o herramientas utilizan usualmente las EMPs para la implementación de la ISO/IEC 29110?
- ¿En qué actividades se utilizan las técnicas y/o herramientas?

2.1.1.3. Cadenas de búsqueda

Tomando como base las preguntas de investigación, se identificaron las palabras clave para realizar las búsquedas:

- ISO IEC 29110
- Implementation or Study Case
- Tools

Una vez identificadas las palabras clave, se obtuvieron términos relacionados y se obtuvo la cadena de búsqueda:

ALL (ISO IEC 29110) AND (Implementation OR Study Case) AND (Tools)

2.1.1.4. Fuentes de datos

Las fuentes de datos seleccionadas debido a la relevancia con el área de Ingeniería de Software son las siguientes:

- IEEE Xplore
- Scopus
- ACM Digital Library
- SpringerLink

2.1.2. Ejecución de la revisión sistemática

La segunda fase de la revisión sistemática consiste en realizar una búsqueda bibliográfica para encontrar los trabajos de calidad relacionados con el tema de investigación. A continuación, se muestra la aplicación de la segunda fase de la R.S.L.

2.1.2.1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

1. Los estudios contienen las palabras clave.
2. Los estudios tienen fecha de publicación entre 2014-2019.
3. El abstract hace mención de la implementación del estándar ISO/IEC 29110.
4. El estudio menciona herramientas y/o técnicas en la implementación del estándar ISO/IEC 29110.

Criterios de exclusión:

1. Los estudios no están enfocados en el perfil básico del estándar ISO/IEC 29110.

2. No cumple los criterios de inclusión.
3. El estudio es inaccesible.
4. El estudio está repetido en otra base de datos.
5. El estudio no está escrito en español o inglés.

2.1.2.2. Selección de estudios primarios

La selección de estudios primarios se realiza por medio del siguiente procedimiento de selección de datos (Figura 1):

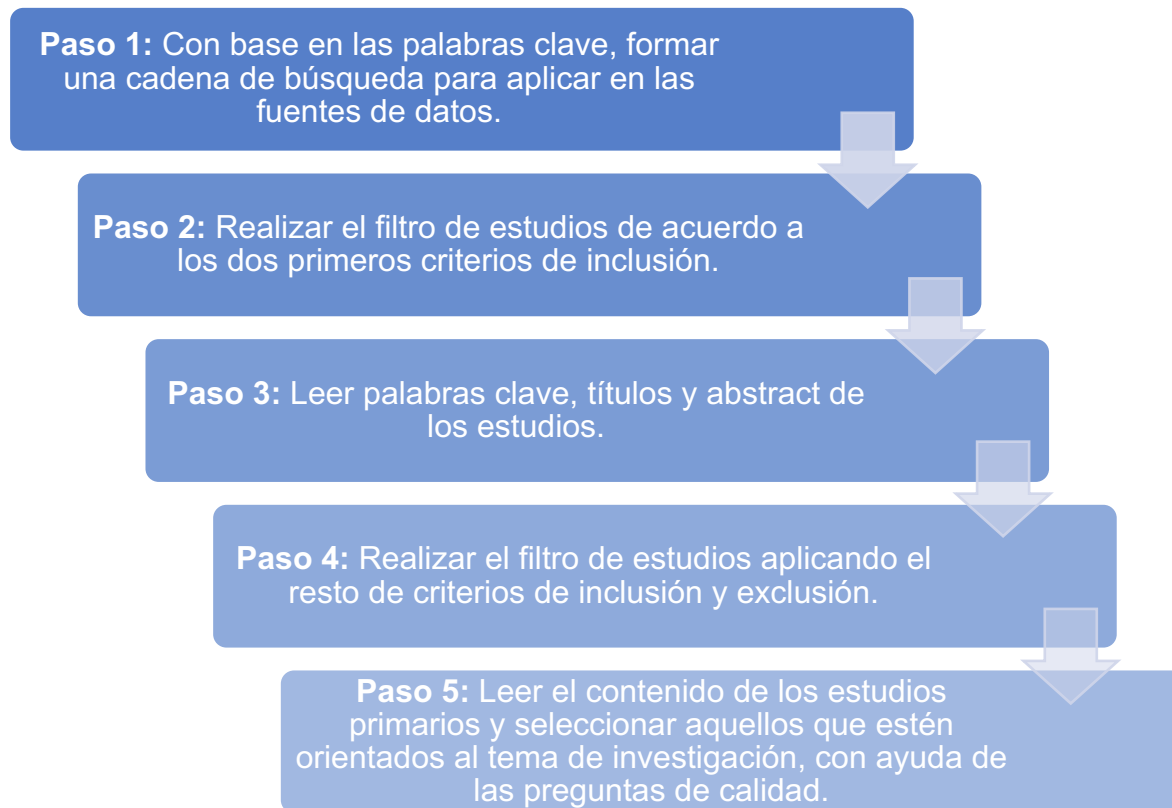


Figura 1. Procedimiento de selección de datos de la Revisión Sistemática.

Para verificar la calidad de los estudios seleccionados, se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿Los estudios seleccionados están centrados en la implementación de la ISO/IEC 29110?
- ¿Se mencionan técnicas y/o herramientas para la implementación de la ISO/IEC 29110?
- ¿Se da respuesta a alguna de las preguntas de investigación planteadas?

A continuación, se muestra la aplicación del procedimiento de selección de datos y las preguntas de calidad anteriores (Figura 2):

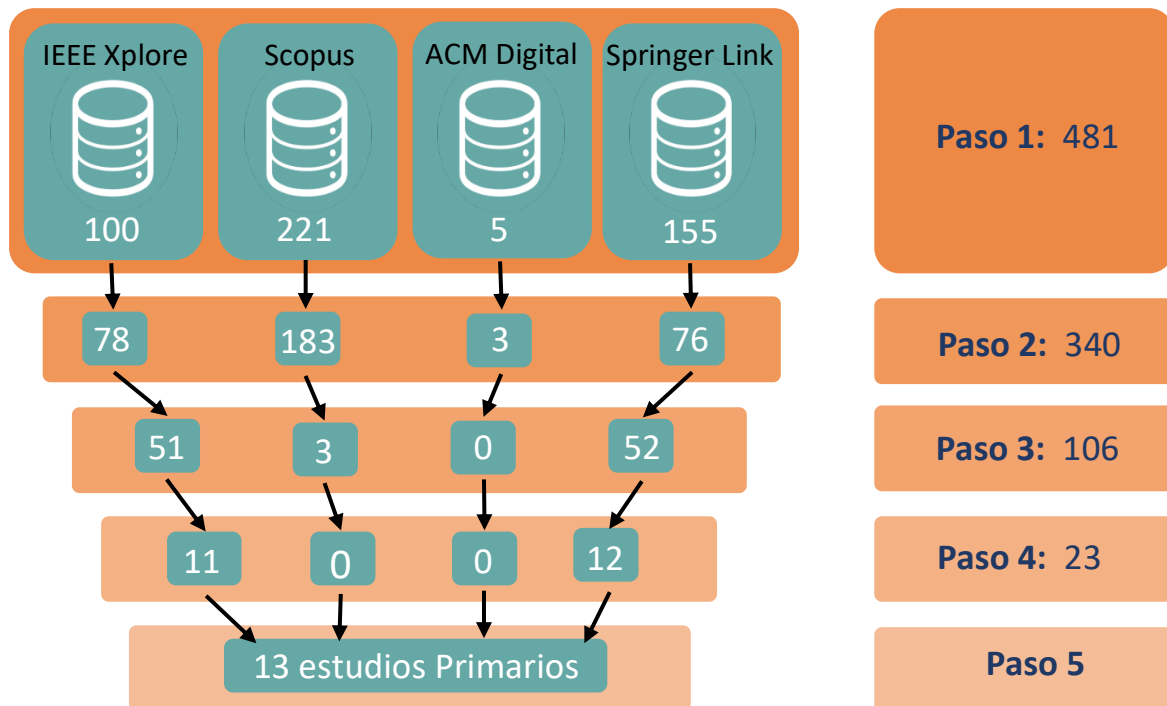


Figura 2. Proceso de selección de estudios primarios.

2.1.2.3. Extracción de datos

Para la extracción de datos, se registró, por medio de una hoja de cálculo, los siguientes datos: Título del estudio, autores, implementación de proceso/actividades/tareas del estándar ISO/IEC 29110 que presentaron mayor/menor dificultad, las herramientas utilizadas en la implementación del estándar y su aplicación, problemáticas identificadas en la implementación del estándar.

2.1.3. Reporte de los resultados

Con base en la hoja de cálculo donde se realizó la extracción de datos (Anexo 1), se realizó el análisis de información que arrojaban los estudios primarios. A continuación, se muestran los resultados a partir de dicho análisis.

Respecto a la P1, ¿los estudios seleccionados están centrados en la implementación de la ISO/IEC 29110?, dos de los estudios primarios mencionan facilidad de implementación del proceso de gestión de proyectos [E1, E12]. Por otro lado, un estudio menciona dificultad en el desarrollo de pruebas, ya que en esta tarea se presentó mayor cantidad de horas de

retrabajo [E9], este mismo estudio presenta complicaciones en la aplicación de solicitudes de cambio.

Respecto a la P2, ¿se mencionan técnicas y/o herramientas para la implementación del ISO/IEC 29110?, tres estudios primarios mencionan el uso de *Bugzilla* como herramienta para seguimiento de errores [E5, E9, E11], y cinco estudios mencionan el uso de herramientas como *Hojas de cálculo*, *Visio*, *Gantt Project* y *Subversion* para realizar la identificación de recursos, trazabilidad, versionamiento, y seguimiento del proyecto [E1, E2, E6, E7, E11]. Por otro lado, cinco estudios primarios mencionan el uso de al menos una técnica, a lo largo del proyecto de desarrollo de software [E5, E6, E7, E9, E11].

Además, analizando el proceso con mayor enfoque para su implementación: tres de ellos hacen énfasis al proceso de Implementación de Software [E5, E9, E11], mientras que siete de ellos hacen énfasis al proceso de Gestión de Proyectos [E1, E2, E3, E4, E10, E12, E13]. De este análisis se puede deducir que el proceso más abordado por las EMPs es la Gestión de Proyectos.

Finalmente, al analizar los estudios primarios, se identificó como problema en común *la brecha existente entre los procesos propios de la empresa y los proporcionados por la ISO/IEC 29110*, cabe resaltar que en seis de los estudios primarios [E1, E2, E3, E6, E7, E8], presentaron problemas al iniciar la implementación del estándar debido a que no tenían los procesos propios bien definidos.

Cómo conclusión del reporte de resultados, se destaca la dificultad para encontrar estudios primarios que aborden la implementación del estándar de manera específica, ya que los estudios seleccionados mencionan de manera general el proceso de implementación, siendo difícil destacar las actividades/tareas en las que se presentan mayor dificultad de implementación.

2.1.4. Estudios Primarios

A continuación, se muestran los estudios primarios seleccionados a partir de la revisión sistemática.

En el estudio “ISO/IEC 29110 Implementation on two Very Small Software Development Companies in Lima. Lessons Learned” (2019), identificado con el ID EP1, los autores: A. Diaz, C. de Jesús, K. Melendez y A. Dávila, mencionan sus experiencias con respecto a la implementación del estándar en dos empresas de software en Lima, Perú, cuyo objetivo es certificarse en el estándar posteriormente. Estas empresas tuvieron seguimiento de su implementación por parte de personas capacitadas en el estándar ISO/IEC 29110. El estudio se centra en el análisis de diagnóstico a las empresas y la mejora continua de estas, donde se evalúa la adhesión a las prácticas de los procesos del estándar, ambas empresas en MoproSoft.

En el estudio EP2, que lleva por título “Systems engineering and management processes for small organizations with ISO/IEC 29110: An implementation in a small public transportation company” (2017), los autores: Claude Y Laporte, Nicolas Tremblay, Jamil Menaceur, Denis Poliquin y Ronald Houde, muestran un mapeo entre los procesos del estándar ISO/IEC 29110, de CSiT y los de CMMI y los resultados de mejora al aplicar el estándar en un estudio de caso.

En el estudio EP3, “Connecting Business Development and Systems Engineering with ISO/IEC 29110 Standard in Small and Medium Enterprises of France” (2018), los autores: Stéphane Galinier y Claude Y Laporte, mencionan los resultados del seguimiento de implementación del estándar en 6 empresas al suroeste de Francia. En el estudio se hace énfasis en que los resultados de la implementación del estándar ISO/IEC 29110 se relacionan en gran medida al tamaño, tiempo y madurez de la empresa, ya que esto se ve reflejado en la identificación de sus procesos.

En el estudio EP4, “Factors of influence in software process improvement: An ISO/IEC 29110 for very-small entities” (2016), los autores Noppachai Wongsai, Veeraporn Siddoo y Rattana Wetpravit, mencionan un listado de factores que influyen en el desarrollo de proyectos de software, separados en cinco categorías: financieros, cliente, procesos internos de negocios, aprendizaje y desarrollo, organización y proyecto/programa SPI. Además de la selección de estudios, extracción y clasificación de factores, se menciona que el factor de “participación de los clientes”, en realidad no tiene tanta influencia como se creía que tendría.

En el estudio EP5 “Software engineering standards and guides for Very Small Entities implementation in two start-ups” (2015), los autores Claude Y Laporte, Rory V. O'Connor y Luis Hernán García Paucar, mencionan métricas obtenidas de la implementación del estándar ISO/IEC 29110 en una startup peruana y en una empresa canadiense. En este estudio se hace énfasis en las horas de retrabajo reducidas al implementar el estándar ISO/IEC 29110, además de mencionar brevemente las tareas principales del estándar que cubrieron problemáticas de los equipos de desarrollo antes de la implementación.

En el estudio EP6 “Implementing the New ISO/IEC 29110 Systems Engineering Process Standard in a Small Public Transportation Company” (2016), los autores Claude Y Laporte, Nicolas Tremblay, Jamil Menaceur y Denis Poliquin mencionan la implementación del estándar en la empresa CSiT de Canadá, y a su vez se realiza un match del cumplimiento con CMMI-DEV Nivel 2. A su vez, como recomendaciones basados en la experiencia de la implementación del estándar ISO/IEC 29110, se menciona la definición de visión y objetivos del proyecto, la elección de un marco que se adapte a las necesidades de la empresa, la definición de los procesos haciendo uso de notación gráfica, definición del control de versiones, la creación de plantillas genéricas, la agrupación de documentos según la necesidad del proyecto, verificación y validación, definir un conjunto mínimo de medidas (relacionado con los recursos utilizados para el proyecto) y la prueba de la definición de nuevos procesos en proyectos pilotos.

En el estudio EP7 “Early Stage Adoption of ISO/IEC 29110 Software Project Management Practices: A Case Study” (2014), el autor Rory V. O'Connor menciona que la razón para implementar el estándar ISO/IEC 29110, en un estudio de caso identificado como Emerald Island Software, fue mantener de forma certera y visible el control de proyectos. De acuerdo con esto, se lanzaron 2 proyectos piloto en esta compañía. Al finalizar ambos proyectos piloto, se entrevistaron a los project manager de cada proyecto, al CEO y al CTO. Como resultado de las entrevistas realizadas se propusieron criterios que se consideraban importantes en la adopción temprana de prácticas de gestión de proyectos de software ISO/IEC 29110, tales como: alinear las prácticas con el estilo de trabajo, proporcionar pautas detalladas y asistencia, proporcionar plantillas claras y documentación de ejemplo, tutoría y orientación detallada sobre cómo aplicar las prácticas en las situaciones laborales, alinearse a los procesos existentes de la compañía y la alineación con otros estándares y procesos técnicos específicos.

El estudio EP8 “Reinforcing Very Small Entities Using Agile Methodologies with the ISO/IEC 29110” (2018), los autores Claude Y Laporte, Mirna Muñoz y Jezreel Mejía, mencionan los principales problemas identificados en la implementación del estándar ISO/IEC 29110 por cada actividad de sus dos procesos (GP e IS), tomando como base la experiencia de un grupo de 4 empresas de desarrollo de software del estado de Zacatecas, México. Los problemas identificados en el proceso de Gestión de Proyecto fueron: falta de procedimientos para la recepción de la solicitud del cliente de manera formal y explícita, falta de desarrollo de un plan de proyecto que incluya los recursos necesarios para llevarse a cabo el proyecto, falta de evidencia de las revisiones de avance de proyecto, falta de información del plan versus los valores reales, falta de procedimientos y registro de solicitudes de cambio, falta de evidencia de reuniones, control de desviaciones, falta de líneas base, falta de gestión de la configuración de software y no se realiza el aseguramiento de la calidad de software. En cuanto a los problemas identificados en el proceso de Implementación de Software, fueron: falta de evidencia de la revisión del plan de proyecto por parte del Equipo de Trabajo, falta de evidencia de cambios en los requisitos, en la mayoría de los casos no se demostraba un diseño arquitectónico ni diseño de software, falta de documentación de pruebas (seguimiento de procedimientos, resultados de pruebas, verificación y validación) y falta de evidencia de la entrega y aceptación del producto.

En el estudio EP9 “A Multi-case Study Analysis of Software Process Improvement in Very Small Companies Using ISO/IEC 29110” (2016), los autores Claude Y Laporte y Rory V. O'Connor mencionan la implementación del estándar ISO/IEC 29110 en tres casos, de las cuales se identifica el esfuerzo en tiempo para ejecutar, detectar y corregir errores en las tareas: El primer caso, un start-up de TI, registró mayor cantidad de horas de retrabajo en el desarrollo de código y pruebas. El segundo caso, una institución financiera canadiense, implementó el estándar con una perspectiva ágil utilizando Scrum, el nuevo proceso ágil fue implementado en 3 proyectos piloto, obteniendo mejoras respecto a la gestión de solicitudes. Por otra parte, mediante un gráfico de barras, se señala la baja satisfacción

respecto a la capacidad del nuevo proceso de responder a sus necesidades. El tercer caso es la implementación del nuevo proceso definido en la división de Transmisión y Distribución de electricidad de una empresa de ingeniería. Esta empresa ya contaba anteriormente con un proceso robusto para la gestión de proyectos a gran escala. Este caso resalta la promoción de la documentación y capacitación para facilitar su aplicación no solo en la división de prueba, sino en otras divisiones de la empresa.

En el estudio EP10 “Evaluating VSEs Viewpoint and Sentiment Towards the ISO/IEC 29110 Standard: A Two Country Grounded Theory Study” (2018), los autores Mary-Luz Sanchez-Gordon, Rory V. O'Connor y Ricardo Colomo-Palacios, mencionan los casos de estudio de 3 grupos de Ecuador y 6 de Irlanda, los cuales fueron entrevistados con el fin de identificar los criterios que las VSEs consideran relevantes para la adopción de estándares de calidad de software. Entre estos criterios, fueron mencionados: la identificación de gastos indirectos mínimos de recursos, información sobre los estándares, como directrices, paquetes de implementación y el esquema del proceso de certificación, documentación sobre estudios de caso en relación con su adopción (tiempo requerido, carga de trabajo y lecciones aprendidas), asistencia experta y pautas detalladas, proporcionar plantillas claras e impartir talleres y/o capacitación sobre cómo aplicarlo realmente.

En el estudio EP11 “Development of a Social Network Website Using the New ISO/IEC 29110 Standard Developed Specifically for Very Small Entities” (2014), los autores Claude Y Laporte y Hébert Charles presentan la aplicación del estándar ISO/IEC 29110 por una empresa de nueva creación, en un proyecto de sitio web de redes sociales para viajeros. El estudio menciona que el esfuerzo de remediación (retrabajo), se relaciona mayormente con la definición de requisitos del cliente y sus especificaciones detalladas. Además de una descripción de la implementación del estándar, se proporciona algunas recomendaciones para futuros usuarios del estándar ISO/IEC 29110: selección de un perfil apropiado, selección de una guía del estándar en el lenguaje más familiar para la VSE, uso de herramientas de código abierto para ayudar con el cumplimiento de tareas o actividades del estándar y utilizar paquetes implementación.

En el estudio EP12 “An Innovative Approach to the Development of Project Management Processes for Small-scale Projects in a large Engineering Company” (2018), los autores Frédéric Chevalier y Claude Y Laporte presentan un estudio de caso de una de las divisiones de una empresa canadiense de ingeniería implementando el estándar ISO/IEC 29110 con el fin de reducir exceso de costos y retrasos en los proyectos. La implementación fue observada en 3 proyectos, pequeño (hasta 4 personas), mediano (entre 4 y 9 personas) y grande (más de 9 personas). Entre los principales problemas identificados para el logro de los objetivos establecidos para los proyectos, fueron identificados los siguientes: dificultad para integrar nuevos gerentes de proyecto, falta de conocimiento de las herramientas existentes, dificultad que enfrentan los nuevos gerentes de proyecto para comprender las

formas de hacer negocios de la división, proyectos en dificultad debido al mal gestión de tiempo y proyectos en problemas debido a la mala gestión de recursos.

Finalmente, el estudio EP13 “Developing and implementing systems engineering and project management processes at CSiT - A small Canadian company in public transportation” (2016), los autores Claude Y Laporte, Jamil Menaceur, Nicolas Tremblay, Denis Poliquin, Ronald Houde, mencionan el estudio de caso de un proyecto de CSinTrans Inc. (CSiT) una compañía canadiense fundada en 2011, especializada en sistemas de comunicación y seguridad en la industria de tránsito. El estudio de caso describe las razones por las cuales se implementa el estándar ISO/IEC 29110 y el enfoque de su implementación. Tomando como base el enfoque de la implementación, se realiza una clasificación de los procesos de la empresa. Como resultado del desarrollo del proyecto, se identificaron las siguientes recomendaciones al implementar el estándar ISO/IEC 29110: definir la visión y los objetivos del proyecto de mejora de procesos, elegir un framework que cubran las necesidades de la MPE, adaptar el framework seleccionado al contexto de la EMP, definir la estructura de los directorios o repositorios del proyecto, definir plantillas genéricas para documentos, agrupar los documentos según sea necesario, definir la verificación y validación de los documentos y productos, definir medidas para recolectar y conducir un proyecto piloto.

2.1.4.1. Comparativa de estudios primarios.

En la Tabla 1, se muestra la comparación de la información proporcionada por los estudios primarios seleccionados, donde se señala con el símbolo “✓” aquellos estudios primarios que mencionan herramientas, técnicas, dificultades y/o problemáticas, y recomendaciones al momento de implementar el estándar ISO/IEC 29110 en los estudios de caso mencionados en cada artículo.

Tabla 1. Comparativa de estudios primarios.

Identificador del Estudio	Menciona uso de herramientas para la implementación del estándar	Menciona uso de técnicas para la implementación del estándar	Menciona dificultades o problemáticas al implementar el estándar	Menciona recomendaciones al implementar el estándar
E1	✓		✓	
E2	✓			
E3			✓	
E4			✓	
E5	✓	✓		
E6	✓	✓		✓
E7		✓		✓
E8			✓	
E9	✓	✓	✓	✓
E10				✓
E11	✓	✓		✓
E12				✓
E13				✓

De los 13 estudios primarios, 7 de ellos mencionan herramientas utilizadas para apoyar la implementación del estándar (Tabla 2).

Tabla 2. Herramientas mencionadas por los estudios primarios.

Herramienta	Estudios que hacen mención de la herramienta
Hojas de cálculo (Plan de trabajo y priorización de procesos)	E1, E6, E7
Visio. Microsoft (Representación de los procesos)	E2
Bugzilla (Gestión de defectos de software)	E5, E9, E11
GanttProject (Gestión del proyecto)	E11
Subversion (Control de versiones de ficheros).	E11

Como complemento al uso de las herramientas, algunos estudios hacen mención del uso de técnicas (Tabla 3):

Tabla 3. Técnicas mencionadas por los estudios primarios.

Técnica	Estudios que hacen mención de la técnica
Revisión de escritorio (Verificación de las tareas por pares)	E5, E9
Matriz de trazabilidad (Requisitos definidos entre la especificación del software y los componentes del software)	E5, E9
Notación ETVX (Visualización de las tareas)	E6
Reuniones (Solicitudes de cambio)	E5
Prototipos (Implementación de software)	E11
Tableros Kanban (Seguimiento y asignación de tareas)	E7

Dentro de las principales dificultades mencionadas por los estudios primarios, y que se relacionan con el cumplimiento de los productos de trabajo que el estándar ISO/IEC 29110 en su perfil básico señala, se indican en la Tabla 4.

Tabla 4. Productos de Trabajo que presentaron dificultades según los estudios primarios.

Producto de Trabajo	Estudios que presentan problemáticas
Plan de trabajo	E1, E4, E8, E9
Reporte de avance	E1, E8
Configuración de Software	E1, E4, E8
Procesos	E3, E4
Acta de reunión	E4, E8
Enunciado de Trabajo	E8
Solicitud de cambio	E8
Acciones correctivas	E8
Resultados de Verificación	E4, E8
Resultados de Validación	E4, E8
Acta de Aceptación	E8
Registro de Trazabilidad	E8
Diseño de Software	E8, E9
Casos y Procedimientos de Pruebas	E8, E9
Reporte de Pruebas	E8, E9
Manual de usuario	E9
Manual de mantenimiento	E9

Algunos de los estudios primarios, señalados en la Tabla 1, mencionan las siguientes sugerencias que se identificaron al momento de realizar la implementación del estándar ISO/IEC 29110:

- Definir visión y objetivos del proyecto.
- Elegir framework que se adapte a las necesidades de la empresa.
- Definir los procesos de desarrollo de software, propios de la empresa, en notación gráfica.
- Definir control de versiones.
- Crear plantillas genéricas de la documentación del proyecto.
- Agrupar documentación según las necesidades del proyecto.
- Definir criterios para verificar y validar según corresponda los Productos de Trabajo.
- Probar las mejoras planificadas en proyectos piloto.
- Alinear las prácticas con el estilo de trabajo de las VSE.
- Proporcionar pautas detalladas y asistencia de la implementación del estándar.
- Usar herramientas de código abierto para facilitar la implementación del estándar.

2.2. Estado de la práctica

En el siguiente apartado se muestra el análisis del estado de la práctica que se presenta en el estado de Zacatecas, tomando como muestra los datos de 19 organizaciones de desarrollo de software.

2.2.1. Objetivo de la revisión

Verificar el estado real de las organizaciones de desarrollo de software y las principales dificultades que presentan al implementar el estándar ISO/IEC 29110, para después comparar los datos arrojados por el estado de la práctica contra el estado del arte obtenido de la revisión sistemática.

2.2.2. Características de los estudios de casos

La muestra seleccionada presenta las siguientes características:

- Son organizaciones de desarrollo de software pertenecientes a la industria (empresas) o instituciones educacionales (centros de desarrollo de software) del estado de Zacatecas, México.
- Son organizaciones que implementan el estándar ISO/IEC (ya sea por primera vez).

- Son organizaciones que han sido certificadas en el estándar ISO/IEC 29110 Perfil Básico.
- Han tenido acompañamiento especializado en la implementación del estándar ISO/IEC 29110 por al menos 4 meses.

Los datos recopilados de la muestra de análisis incluyen el enfoque de desarrollo que utilizan las EMPs, el uso de herramientas y técnicas en la implementación del estándar, y las problemáticas relacionadas con el cumplimiento de los Productos de Trabajo del perfil básico del ISO/IEC 29110.

Tomando en cuenta la garantía de confidencialidad para el manejo de sus datos, los nombres de las organizaciones serán omitidos.

2.2.3. Procedimiento

Para llevar a cabo la revisión de los casos de análisis se realizaron las siguientes actividades:

1. Recolectar los reportes de acompañamiento de la muestra.
2. Clasificar los reportes de acuerdo con el periodo de acompañamiento (penúltimo reporte de acompañamiento, último reporte de acompañamiento).
3. Resumir el cumplimiento de los dos procesos (GP e IS) del estándar ISO/IEC 29110 Perfil Básico, de los reportes.
4. Identificar los productos de trabajo que representan mayor dificultad para cumplir con el estándar ISO/IEC 29110.

2.2.4. Clasificación de los estudios de caso

Se obtuvieron reportes de acompañamiento por parte de 19 organizaciones, los cuales son clasificados tal y como se muestra (Tabla 5):

Tabla 5: Clasificación de los casos de análisis del Estado de la Práctica.

ID Organización	Año de seguimiento	Enfoque de desarrollo
EMP1	2017	Tradicional (Cascada)
EMP2	2017	Ágil (Prácticas ágiles)
EMP3	2017	Híbrido (TSP-Scrum)
EMP4	2017	Ágil (Scrum)
EMP5	2017	Ágil (Scrum)
EMP6	2017	Ágil (Scrum)
EMP7	2017	Ágil (Scrum)
EMP8	2018	Tradicional (Cascada)
EMP9	2018	Tradicional (TSP)
EMP10	2018	Tradicional (TSP)
EMP11	2018	Tradicional (Cascada)
EMP12	2018	Híbrido (CMMi-Scrum)
EMP13	2018	Híbrido (CMMi-Scrum)
EMP14	2018	Tradicional (CMMi)
EMP15	2019	Tradicional (Cascada)
EMP16	2019	Tradicional (Cascada)
EMP17	2019	Sin uso de metodología
EMP18	2019	Ágil (Kanban)
EMP19	2019	Sin uso de metodología

2.2.5. Análisis de los estudios de caso

De acuerdo con el análisis de las organizaciones de la Tabla 5, se identificó el uso de las siguientes herramientas y técnicas (Tabla 6 y Tabla 7):

Tabla 6. Herramientas utilizadas por las organizaciones.

Herramientas	Organizaciones que hacen mención de la herramienta
<i>Bizagi</i>	EMP1, EMP16
<i>Gantt Project</i>	EMP2
<i>Google Drive</i>	EMP3, EMP4, EMP6, EMP7, EMP9, EMP10, EMP11, EMP14, EMP15, EMP17, EMP18, EMP19
<i>Google Docs</i>	EMP4
<i>Project</i>	EMP4, EMP8, EMP14
<i>Gogs</i>	EMP5
<i>Process Dashboard</i>	EMP6, EMP9, EMP10, EMP16
<i>Trello</i>	EMP7, EMP12, EMP17
<i>GitLab</i>	EMP7, EMP11, EMP12, EMP17
<i>GitHub</i>	EMP8, EMP19
<i>Bitbucket</i>	EMP8, EMP9, EMP18
<i>Balsamiq Mockups</i>	EMP12
<i>OSRMT</i>	EMP12
<i>REM</i>	EMP13
<i>Git</i>	EMP13, EMP15
<i>Hoja de cálculo</i>	EMP15, EMP18
<i>Tortoise SVN</i>	EMP16
<i>Jira</i>	EMP17
<i>Azure</i>	EMP17
<i>DropBox</i>	EMP18

Tabla 7. Técnicas mencionadas por las organizaciones.

Técnicas	Estudios que hacen mención de la técnica
<i>Método Delphi</i>	EMP8
<i>Checklist</i>	EMP9, EMP10, EMP12, EMP13, EMP14, EMP15
<i>Mockups</i>	EMP11, EMP12
<i>Tablero Kanban</i>	EMP7, EMP7, EMP12, EMP17
<i>Diagrama Gantt</i>	EMP2, EMP4, EMP8, EMP14, EMP15
<i>Matriz de trazabilidad</i>	EMP1, EMP2, EMP3, EMP4, EMP5, EMP6, EMP7, EMP8, EMP9, EMP10, EMP11, EMP14, EMP15, EMP16, EMP17, EMP18, EMP19
<i>Reuniones</i>	EMP1, EMP2, EMP3, EMP4, EMP5, EMP6, EMP7, EMP8, EMP9, EMP10, EMP11, EMP12, EMP13, EMP14, EMP15, EMP16, EMP17, EMP18, EMP19

Se realizó un resumen de las tareas de cada uno de los procesos (GP e IS) del estándar ISO/IEC 29110 (perfil básico) en una hoja de cálculo, donde se registra el estado de cada tarea:

- **Cumple / Conforme:** La tarea cumple satisfactoriamente con lo que indica el estándar ISO/IEC29110.
- **Cumple parcialmente / Necesita mejora:** La tarea está iniciada, pero requiere de cumplir con los señalamientos indicados por el auditor.
- **No cumple / No conforme:** No se mostró evidencia del cumplimiento de la tarea o no cumple con los elementos correspondientes de acuerdo con el estándar ISO/IEC 29110.

De acuerdo con el resultado del análisis de los casos, se obtuvieron los siguientes resultados, mostrando sólo aquellos Productos de Trabajo (correspondientes a las tareas de cada uno de los procesos del estándar) con incidencias (“No cumple” o “Cumple parcialmente”) que representaron más de la mitad de la muestra correspondiente (19 organizaciones) (Tabla 8 y Tabla 9).

Tabla 8. Productos de Trabajo con mayor cantidad de inconformidades en el Penúltimo Reporte de Acompañamiento.

Producto de Trabajo	Cumple parcialmente	No cumple	Total de Inconformidades	Estudios con inconformidades
<i>Plan de trabajo</i>	4	10	14	EMP3, EMP4, EMP5, EMP6, EMP7, EMP8, EMP9, EMP11, EMP12, EMP13, EMP14, EMP15, EMP16, EMP17
<i>Acta de reunión</i>	1	9	10	EMP2, EMP4, EMP5, EMP6, EMP7, EMP9, EMP10, EMP16, EMP17, EMP19
<i>Reporte de avance</i>	1	13	14	EMP2, EMP3, EMP4, EMP5, EMP6, EMP7, EMP9, EMP10, EMP11, EMP12, EMP13, EMP14
<i>Casos de prueba y Procedimientos de Prueba</i>	1	9	10	EMP2, EMP3, EMP5, EMP6, EMP7, EMP9, EMP15, EMP16, EMP17, EMP19
<i>Reporte de Pruebas</i>	2	12	14	EMP1, EMP2, EMP3, EMP4, EMP5, EMP6, EMP7, EMP9, EMP10, EMP13, EMP15, EMP16, EMP17, EMP19
<i>Manual de mantenimiento</i>	1	11	12	EMP1, EMP2, EMP6, EMP7, EMP8, EMP9, EMP10, EMP12, EMP13, EMP15, EMP16, EMP17
<i>Configuración de Software</i>	1	10	11	EMP1, EMP2, EMP6, EMP7, EMP9, EMP10, EMP12, EMP13, EMP16, EMP17, EMP19
<i>Respaldo del Repositorio</i>	3	8	11	EMP3, EMP4, EMP5, EMP6, EMP7, EMP10, EMP12, EMP15, EMP16, EMP17, EMP19
<i>Resultados de verificación</i>	0	17	17	EMP1, EMP2, EMP4, EMP5, EMP6, EMP7, EMP8, EMP9, EMP10, EMP11, EMP12, EMP13, EMP14, EMP15, EMP16, EMP17, EMP19

Tabla 9. Productos de Trabajo con mayor cantidad de inconformidades en el Último Reporte de Acompañamiento.

Producto de Trabajo	Cumple parcialmente	No cumple	Total de Inconformidades	Estudios con inconformidades
<i>Resultados de verificación</i>	0	10	10	EMP4, EMP6, EMP7, EMP9, EMP10, EMP11, EMP12, EMP16, EMP17, EMP19

2.3. Comparativa de los resultados obtenidos

En la presente sección se muestra la trazabilidad entre los hallazgos obtenidos de la revisión sistemática de la literatura (estado del arte) y la observación de los casos de análisis (estado de la práctica).

A continuación, se muestra la trazabilidad del uso de herramientas en la implementación del estándar (Tabla 10).

Tabla 10. Comparativa de herramientas.

Herramienta	Estado del arte	Estado de la práctica
<i>Bizagi</i>		✓
<i>Gantt Project</i>	✓	✓
<i>Google Drive</i>		✓
<i>Google Docs</i>		✓
<i>Project</i>		✓
<i>Gogs</i>		✓
<i>Process Dashboard</i>		✓
<i>Trello</i>		✓
<i>GitLab</i>		✓
<i>GitHub</i>		✓
<i>Bitbucket</i>		✓
<i>Balsamiq Mockups</i>		✓
<i>OSRMT</i>		✓
<i>REM</i>		✓
<i>Git</i>		✓
<i>Hoja de cálculo</i>	✓	✓
<i>Tortoise SVN</i>		✓
<i>Jira</i>		✓
<i>Azure</i>		✓
<i>DropBox</i>		✓
<i>Visio</i>	✓	
<i>Bugzilla</i>	✓	
<i>Subversion</i>	✓	

A continuación, se muestra la trazabilidad entre la información presentada por parte del Estado del arte y el Estado de la práctica, correspondiente al uso de técnicas en la implementación del estándar (Tabla 11).

Tabla 11. Comparativa de técnicas.

Técnicas	Estado del arte	Estado de la práctica
<i>Método Delphi</i>		✓
<i>Checklist</i>		✓
<i>Mockups</i>	✓	✓
<i>Tablero Kanban</i>	✓	✓
<i>Diagrama Gantt</i>		✓
<i>Revisión de escritorio</i>	✓	
<i>Matriz de trazabilidad</i>	✓	✓
<i>Notación ETVX</i>	✓	
<i>Reuniones</i>	✓	✓

En la siguiente tabla (Tabla 12), se muestra la trazabilidad entre la información presentada por parte del estado del arte y el estado de la práctica, correspondiente los productos de trabajo que presentaron problemáticas en la implementación del estándar.

Tabla 12. Comparativa de dificultades por Productos de Trabajo.

Producto de Trabajo	Estado del arte	Estado de la práctica
<i>Plan de trabajo</i>	✓	✓
<i>Acta de reunión</i>	✓	✓
<i>Reporte de avance</i>	✓	✓
<i>Casos de prueba y Procedimientos de Prueba</i>	✓	✓
<i>Reporte de Pruebas</i>	✓	✓
<i>Manual de usuario</i>		✓
<i>Manual de mantenimiento</i>	✓	✓
<i>Configuración de Software</i>	✓	✓
<i>Respaldo del Repositorio</i>	✓	
<i>Resultados de verificación</i>	✓	✓
<i>Resultados de validación</i>		✓
<i>Enunciado de Trabajo</i>		✓
<i>Solicitud de Cambio</i>		✓
<i>Acciones Correctivas</i>		✓
<i>Acta de Aceptación</i>		✓
<i>Registro de Trazabilidad</i>		✓
<i>Diseño de Software</i>		✓

2.3.1. Discusión

Al analizar los resultados de la comparativa en el estado del arte y el estado de la práctica, se puede observar que el estado de la práctica proporciona información más detallada y completa acerca del uso de herramientas y técnicas como soporte para la implementación del estándar ISO/IEC 29110, así como de la información relacionada a los problemas presentados al implementar el estándar. Esto es resultado del tipo de información al que se pudo acceder para su análisis.

Si se examinan las herramientas mencionadas tanto en los estudios primarios como por las Organizaciones (Tabla 10) se puede observar que la mayoría están orientadas principalmente en la gestión de proyectos y a repositorios de almacenamiento.

Es importante resaltar de los resultados de esta comparativa, entre el estado del arte y el estado de la práctica, se pudo identificar los problemas de las EMPs al enfocar en el

cumplimiento de los productos de trabajo mencionados por el estándar para la gestión de proyectos: *el plan del proyecto, la realización de actas de reunión y el uso de reportes de avance.*

Y para la implementación de software: *la definición de casos de prueba y procedimientos de prueba, el uso de reporte de pruebas, la configuración de software, el desarrollo del manual de mantenimiento, y el registro de los resultados de verificación.*

Además, es importante resaltar entre los resultados de esta comparativa, la relevancia de las problemáticas actuales entre las organizaciones al implementar el estándar ISO/IEC 29110 y sus mecanismos para abordarlos, en este caso, las herramientas y técnicas.

Lo antes mencionado confirma que es necesario abordar el soporte para la implementación del estándar, por lo tanto, como objetivo esta tesis, es brindar soporte mediante el uso de herramientas que permitan facilitar la implementación del estándar en la organización.

Capítulo 3. Metodología para el desarrollo de la tesis

En el siguiente capítulo, se describe la metodología a seguir para el desarrollo de la presente tesis.



Figura 3. Metodología para el desarrollo de tesis.

En la Figura 3, se muestra el seguimiento de las actividades realizadas para el desarrollo de tesis, el cual consiste en la descripción del estado del arte, seguido de la identificación de los estudios relacionados, la descripción del estado de la práctica, la búsqueda de herramientas que den soporte a las actividades de los procesos propuestos en el estándar ISO/IEC 29110 (perfil básico), la clasificación de las herramientas identificadas en el paso anterior, el desarrollo de la propuesta de ruta de adopción de herramientas para facilitar la adopción del estándar y finalmente la validación de la propuesta a través de un estudio de caso.

3.1. Ejecución de la metodología para el desarrollo de Tesis

- 1. Describir el estado del arte:** tomando como punto de referencia la problemática al adoptar el estándar ISO/IEC 29110 por parte de las empresas, se identifica el estado del arte con base en las dificultades que las empresas presentan en sus respectivas implementaciones, así como también en el uso de herramientas que ayuden a facilitar su respectiva implementación. En el Capítulo 2, sección 2.1, se muestra el protocolo para el desarrollo de la revisión sistemática.
- 2. Identificar los estudios relacionados:** una vez extraídos los datos de los estudios primarios identificados en el estado del arte, se realiza una comparativa para señalar las dificultades al momento de implementar el estándar ISO/IEC 29110, así como herramientas que son utilizadas para la implementación del estándar. En el Capítulo 2, sección 2.1.4.1., se señala la comparativa y los resultados obtenidos de la extracción de datos respecto al uso de herramientas, técnicas, dificultades y recomendaciones al implementar el estándar.
- 3. Describir el estado de la práctica:** tomando como base los reportes de acompañamiento de 19 empresas que inician su proceso de certificación en el estándar ISO/IEC 29110, se identifican las incidencias por Productos de Trabajo (indicados por el estándar), con el fin de conocer aquellos Productos de Trabajo que representan mayor dificultad al momento de implementar el estándar, y de esta manera, comparar y complementar los resultados del estado del arte con los del estado de la práctica. En el Capítulo 2, sección 2.2, se muestra el proceso del análisis del estado de la práctica.
- 4. Buscar herramientas que den soporte a las actividades de los procesos propuestos en el estándar ISO/IEC 29110 (perfil básico):** realizar una búsqueda de herramientas gratuitas que sean de utilidad en el desarrollo de software. En el Capítulo 4, sección 4.1, se muestra el listado de las herramientas gratuitas identificadas y sus principales características.
- 5. Clasificar las herramientas identificadas anteriormente:** una vez identificado el listado de herramientas, clasificarlas de acuerdo con el cumplimiento de los Productos de Trabajo señalados por el estándar ISO/IEC 29110. En el Anexo 2 se muestra el enlace al documento Excel que corresponde a la clasificación de las herramientas.
- 6. Desarrollar propuesta guía para la selección de herramientas para facilitar la implementación del estándar:** Con base en las herramientas anteriormente identificadas y clasificadas, se realiza una guía para la selección de herramientas de acuerdo con las características que presente el proyecto, permitiendo una mejor adopción del estándar con ayuda de las herramientas propuestas. En el Capítulo 4, sección 4.2, se muestra la guía de ruta propuesta para la selección de herramientas identificadas.

- 7. Validar la propuesta a través de un estudio de caso:** Para validar la propuesta de guía de selección de herramientas para facilitar la implementación del estándar ISO/IEC 29110, se realizó 1 estudio de caso en la empresa de desarrollo de software “NOMADA”, en el estado de Zacatecas. En el Capítulo 5, sección 5.1.5, se mencionan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas.

Capítulo 4. Propuesta

En este capítulo se describe el desarrollo de la propuesta de la guía para la selección de herramientas que faciliten la adopción del estándar ISO/IEC 29110.

4.1. Búsqueda de herramientas

Con el objetivo de apoyar el proceso de implementación del estándar ISO/IEC 29110 mediante la selección de herramientas, se eligió realizar una búsqueda de herramientas por las siguientes razones:

- Disminuir el rechazo al uso de herramientas por parte de las organizaciones debido al costo de estas.
- Proporcionar información de herramientas que las organizaciones puedan explorar sin limitaciones, proporcionando así un entorno que facilite la adopción de éstas.

Para la búsqueda de herramientas se tomaron en cuenta las siguientes características:

- Contar con versión sin costo.
- Que den soporte al cumplimiento de alguno de los productos de trabajo identificados en el estándar ISO/IEC 29110 perfil básico.

Para la identificación de las herramientas, se realizó un registro en una hoja de cálculo (Anexo 2), donde se identifican los nombres de las herramientas, una breve descripción, categoría de la herramienta (estas podían ser “de documentación”, “de desglose de trabajo”, “de comunicación”, “de diseño”, “de pruebas” y “de almacenamiento”), tipo de acceso a usuarios, tipo de aplicación (Online, Escritorio, Híbrido), limitaciones, ventajas y requisitos para utilizarla.

A continuación, se describen brevemente las herramientas seleccionadas:

- **Confluence:** es una herramienta desarrollada por la famosa empresa de software Atlassian, que permite la creación y edición de documentos desde la nube. La herramienta ofrece hasta 2 GB de almacenamiento compartido. Su uso requiere de la creación de una cuenta que puede ser utilizada desde la suite de Atlassian con todos sus productos. Permite la creación de múltiples proyectos y documentos en ellos. La colaboración de usuarios por proyecto se limita a 10 personas. Confluence, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Atlassian).
- **Google Docs:** es una herramienta desarrollada por la empresa multinacional Alphabet Inc., que permite la creación y edición de documentos desde la nube. La herramienta ofrece hasta 15 GB de espacio compartido desde Google Drive. Su uso requiere de la creación de una cuenta Gmail que puede ser utilizada desde la suite

de Google con todos sus productos. La edición de los documentos permite la colaboración de múltiples usuarios a la vez, además de contar con una función que ayuda con el versionamiento de los documentos (Google).

- **Google Sheets:** es una herramienta desarrollada por la empresa multinacional Alphabet Inc., que permite la creación y edición de hojas de cálculo desde la nube. La herramienta ofrece hasta 15 GB de espacio compartido desde Google Drive. Su uso requiere de la creación de una cuenta Gmail que puede ser utilizada desde la suite de Google con todos sus productos. La edición de las hojas de cálculo permite la colaboración de múltiples usuarios a la vez, además de contar con una función que ayuda con el versionamiento de los documentos (Google).
- **GlooMaps:** es una herramienta que permite la creación de mapas visuales como desglose de trabajo (EDT) de manera online. La herramienta permite la creación de múltiples diagramas que pueden ser exportados en archivos PDF, PNG Y XML. Se puede acceder a los diagramas mediante un enlace que se encuentra disponible por 14 días, al realizar un acceso al diagrama mediante el enlace, se reinicia el conteo correspondiente a los 14 días. GlooMaps no requiere de ningún tipo de registro (HotGloo).
- **Jira:** es una herramienta online desarrollada por la famosa empresa de software Atlassian, que permite la gestión de tareas de un proyecto con ayuda de kanban. La herramienta ofrece hasta 2 GB de almacenamiento compartido. Su uso requiere de la creación de una cuenta que puede ser utilizada desde la suite de Atlassian con todos sus productos. Permite la creación de múltiples proyectos además de contar con diversas aplicaciones que permiten sincronizar Jira con otras herramientas. La colaboración de usuarios por proyecto se limita a 10 personas. Jira, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Atlassian).
- **Meister task:** es una herramienta online desarrollada por MeisterLabs, que permite la gestión colaborativa de tareas de un proyecto con ayuda de kanban. La herramienta permite la creación de hasta 3 proyectos por usuario. Su uso requiere de la creación de una cuenta. Permite la colaboración de múltiples usuarios en un mismo proyecto. MeisterTask, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (MeisterLabs).
- **Asana:** es una herramienta online que permite la gestión de tareas de un proyecto con ayuda de kanban. Su uso requiere de la creación de una cuenta. Asana permite la creación de múltiples proyectos en los cuales la colaboración de usuarios no debe exceder a 15 personas. Asana, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Asana).
- **Trello:** es una herramienta online de la famosa empresa de software Atlassian, que permite la gestión de tareas de un proyecto con ayuda de kanban. La herramienta permite el uso de archivos hasta de 10 MB cada uno. Su uso requiere de la creación

de una cuenta que puede ser utilizada desde la suite de Atlassian con todos sus productos. Permite la creación de múltiples tableros en los cuales su colaboración no se limita si se crea el proyecto como “personal”. Jira, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Atlassian).

- **Zoom:** es una herramienta de videollamadas y reuniones virtuales. La herramienta permite la conexión de videollamada hasta por 40 minutos continuos cuando participan más de dos usuarios y puede alojar hasta 100 participantes, además permite grabar las reuniones. Su uso requiere de la creación de una cuenta y la instalación de la aplicación. Los dispositivos donde se instalará la aplicación requieren tener un sistema operativo iOS 7 o posterior, Android 4.0 o posterior, o Windows 10.0.14393 o posterior. Zoom, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Zoom Video Communications).
- **Skype:** es una herramienta de videollamadas y reuniones virtuales, que permite la conexión por reunión hasta con 25 personas, además de tener la función para grabar las reuniones. Su uso requiere de la creación de una cuenta y la instalación de la aplicación. Los dispositivos donde se instalará la aplicación requieren tener un sistema operativo Android 4.0.3 o posterior, iOS 10 o posterior, MAC OS X 10.9 o posterior, Linux (DEB, RPM o SNAP), o Windows 10 versión 1607 o posteriores. Skype, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Microsoft).
- **Hangouts:** es una herramienta de mensajería desarrollada por Google Inc, que permite una conexión por grupo con hasta 150 personas, además de tener la función para grabar las reuniones. Se requiere contar con una cuenta Gmail y su uso puede ser de manera online desde el navegador Chrome, o mediante la instalación de la aplicación según las preferencias del usuario. Los dispositivos donde se instalará la aplicación requieren tener un sistema operativo Android 8.0 o posterior, o iOS 10 o posterior (Google).
- **ReqView:** es una herramienta desarrollada por Eccam, que da soporte en la identificación y gestión de requisitos. La herramienta permite la trazabilidad de hasta 150 objetos por proyecto, en su versión gratuita. Su uso puede ser de manera online desde el navegador Chrome o Firefox en su última versión, o mediante la instalación de la aplicación según las preferencias del usuario. Los dispositivos donde se instalará la herramienta deben tener el sistema operativo Windows 7 o posterior, Linux (Ubuntu 16.04 o posterior, Debian 9 o posterior), o MacOS 10.12 o posterior. ReqView, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Eccam).
- **Aqua:** es una herramienta desarrollada por la compañía de software y consultoría alemana Andagon, que da soporte en la identificación y gestión de requisitos. Su uso puede ser de manera online desde el navegador Chrome o Firefox en su última

versión, o mediante la instalación de la aplicación según las preferencias del usuario. Los dispositivos donde se instalará la herramienta deben tener el sistema operativo Windows 7 o posterior. Aqua, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Andagon).

- **OSRMT:** es un software libre que da soporte en la identificación y gestión de requisitos. Su uso requiere de la instalación de la aplicación en equipos con sistema operativo Windows, Linux (Centos) o MacOS (Smith).
- **REM:** es una herramienta producto de la tesis doctoral de Amador Durán Toro, alumno de la universidad de Sevilla. La herramienta da soporte en la identificación y gestión de requisitos. Su uso requiere de la instalación de la aplicación en equipos con sistema operativo Windows 95 o superior (Durán).
- **Draw.io:** es una herramienta de diagramado online. La herramienta permite la creación de diagramas de entidad-relación, diagramas UML, diagramas de flujo, diagramas BPMN, además de diagramas personalizados, contando con una serie de elementos diferentes para la composición de los estos. El uso de la herramienta requiere de una cuenta Gmail (Kickass Software).
- **Bizagi Modeler:** es una herramienta de diagramado y simulación de diagramas BPMN. Para el uso de la herramienta se requiere de la instalación de la aplicación en equipos con sistema operativo Windows 7 o posterior (Bizagi).
- **C4-Builder:** es una herramienta para construir arquitectura de software utilizando el modelo C4, por medio de texto. Para el uso de la herramienta se requiere tener conexión con GitHub (Lupu).
- **PlantUML:** es una herramienta similar para construir arquitectura de software utilizando el modelo por medio de diagramas de secuencia, de caso, de clase, de actividad, de componentes, de estado, de objetos, de despliegue o de tiempos. La herramienta es similar a C4-Builder, ya que la construcción de la arquitectura se realiza por medio de texto. Para el uso de la herramienta se requiere de la instalación de la aplicación (PlantUML).
- **Selenium:** es un entorno de pruebas de software. Su uso requiere de la instalación de las librerías necesarias y son realizadas por medio de un script. Selenium está orientado a plataformas web, dentro del listado de lenguajes soportados se encuentran Java, Python, C#, Ruby, JavaScript, Kotlin, Perl, PHP (Software Freedom Conservancy).
- **Appium:** es un framework de código abierto que permite la automatización de pruebas. Su uso requiere de la instalación de las librerías necesarias y son realizadas por medio de un script. Appium está orientado a aplicaciones móviles en plataformas como Android 4.3 o superior, iOS 9.3 o superior, dentro del listado de lenguajes soportados se encuentran Java, Python, C#, Ruby, JavaScript, y PHP (Appium).

- **JUnit:** es un framework que permite la automatización de pruebas. Su uso requiere de la instalación de las librerías necesarias y son realizadas por medio de un script. JUnit está dirigido únicamente a aplicaciones en lenguaje Java (JUnit).
- **NUnit:** es un framework que permite la automatización de pruebas. Su uso requiere de la instalación de las librerías necesarias y son realizadas por medio de un script. NUnit está dirigido únicamente a aplicaciones en lenguajes .NET (C#, C++, Visual Basic, etc.) (The NUnit Project).
- **PyUnit:** es un framework que permite la automatización de pruebas. Su uso requiere de la instalación de las librerías necesarias y son realizadas por medio de un script. PyUnit está dirigido únicamente a aplicaciones en lenguajes Python (Python Software Foundation).
- **TEST::Unit:** es un framework que permite la automatización de pruebas. Su uso requiere de la instalación de las librerías necesarias y son realizadas por medio de un script. TEST::Unit está dirigido únicamente a aplicaciones en lenguajes Ruby (Britt & Neurogami).
- **PHPUnit:** es un framework que permite la automatización de pruebas. Su uso requiere de la instalación de las librerías necesarias y son realizadas por medio de un script. PHPUnit está dirigido únicamente a aplicaciones en lenguajes PHP (Bergmann).
- **GitLab:** es una herramienta de alojamiento git (es decir, utiliza un sistema de control de versiones), sirve también como gestor de repositorios. La herramienta permite la colaboración de equipos de trabajo de cualquier tamaño. Permite la ejecución de canalizaciones de integración continua por hasta 2000 minutos (190 compilaciones) por proyecto. Su uso requiere de la creación de una cuenta en la plataforma. GitLab, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (GitLab).
- **Bitbucket:** es una herramienta de alojamiento git (es decir, utiliza un sistema de control de versiones). El acceso por proyecto en Bitbucket es de 5 usuarios y por cada usuario cuenta con 2 GB de repositorio. Su uso requiere de la creación de una cuenta que puede ser utilizada desde la suite de Atlassian con todos sus productos. Bitbucket, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Atlassian).
- **OneDrive:** es una herramienta de alojamiento de archivos en la nube. El almacenamiento disponible en las cuentas gratuitas es de 5 GB. Su uso requiere de la creación de una cuenta. OneDrive, además de contar con su versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Microsoft).
- **Google Drive:** es una herramienta de alojamiento de archivos en la nube desarrollada por Google. El almacenamiento disponible en las cuentas gratuitas es de 15 GB. Su uso requiere una cuenta gmail. Google Drive, además de contar con su

versión gratuita, ofrece diversos planes, que las organizaciones pueden ir adoptando (Google).

- **Online Signature:** es una herramienta online para capturar una firma electrónica. Online Signature envía solicitud de firma del documento correspondiente a 1 o 2 personas. Su uso requiere de las cuentas de correo electrónico de las personas que firmarán el documento. Los archivos pueden ser seleccionados de manera local o de repositorios en la nube como DropBox, Box, OneDrive, Google Drive, Evernote o desde Gmail (Christos & Aschenfeld).
- **SmallPDF:** es una herramienta online que facilita la manipulación de archivos PDF. Entre una de las diversas funciones que tiene, SmallPDF envía solicitud de firma del documento correspondiente a 1 o varias personas para realizar una firma electrónica. Su uso requiere de las cuentas de correo electrónico de las personas que firmarán el documento. Los archivos tienen que ser en formato PDF, y estos son seleccionados de manera local (Smallpdf AG).

4.1.1. Trazabilidad entre técnicas y herramientas propuestas.

En la Tabla 13, se muestra la trazabilidad entre las técnicas (identificadas en el estado del arte y el estado de la practica) y las herramientas identificadas en el apartado 4.1. Se señalará con “X” en los casos en los que no se encuentren herramientas que den soporte a las técnicas señaladas.

Tabla 13. Trazabilidad entre las técnicas y herramientas identificadas anteriormente.

Técnicas	Herramientas
<i>Método Delphi</i>	X
<i>Checklist</i>	Confluence, Google Docs, Google Sheets, Jira, MeisterTask, Trello.
<i>Mockups</i>	X
<i>Tablero Kanban</i>	Jira, MeisterTask, Asana, Trello.
<i>Diagrama Gantt</i>	X
<i>Revisión de escritorio</i>	X
<i>Matriz de trazabilidad</i>	Google Sheets, Aqua, ReqView, OSRMT, REM.
<i>Notación ETVX</i>	X
<i>Reuniones</i>	Zoom, Skype, Hangouts.

4.2. Modelado de rutas

En la presente propuesta se entiende por ruta, como el camino a seguir según la aplicación de un cuestionario y las respuestas que se van proporcionando. Es así como, para el desarrollo de la propuesta de la plataforma, se diseñaron dos tipos de modelos de rutas:

- **Opciones de uso:** son las rutas que se siguen para recomendar la revisión de un determinado conjunto de Productos de Trabajo.
- **Productos de Trabajo:** son las rutas que se siguen para obtener la recomendación de alguna herramienta que soporte el cumplimiento del dicho Producto de Trabajo.

La iconografía que se utilizó para el modelado de las rutas se observa en la Figura 4.



Figura 4. Iconografía del modelado de rutas.

4.2.1. Opciones de uso

La guía proporciona rutas que ofrecen opciones de uso cuyo objetivo es sugerir un conjunto de Productos de Trabajo, de acuerdo con las características identificadas por parte del usuario. Las recomendaciones para usar la guía son tres:

- Por enfoque de desarrollo.
- Por cumplimiento de objetivos.
- Por producto de trabajo.

4.2.1.1. Por enfoque de desarrollo

Utilizando la información obtenida del estado de la práctica (Capítulo 2.2), se identificó la cantidad de incidencias por productos de trabajo, y se catalogaron de acuerdo con los modelos o metodologías que las organizaciones utilizaban, obteniendo así un listado de

productos de trabajo que requieren mayor énfasis dependiendo del enfoque de desarrollo que se utilice.

En la Figura 5 se muestra el diagrama de la ruta por enfoque de desarrollo. Se puede observar el uso de dos colores (amarillo y verde), los cuales dependen de la respuesta de la primera pregunta. El resultado de la segunda pregunta varía de acuerdo con la respuesta de la pregunta anterior. Es así como al finalizar la ruta, tomando cualquier camino disponible, se presenta un listado de productos de trabajo que se recomiendan revisar según los datos analizados anteriormente.

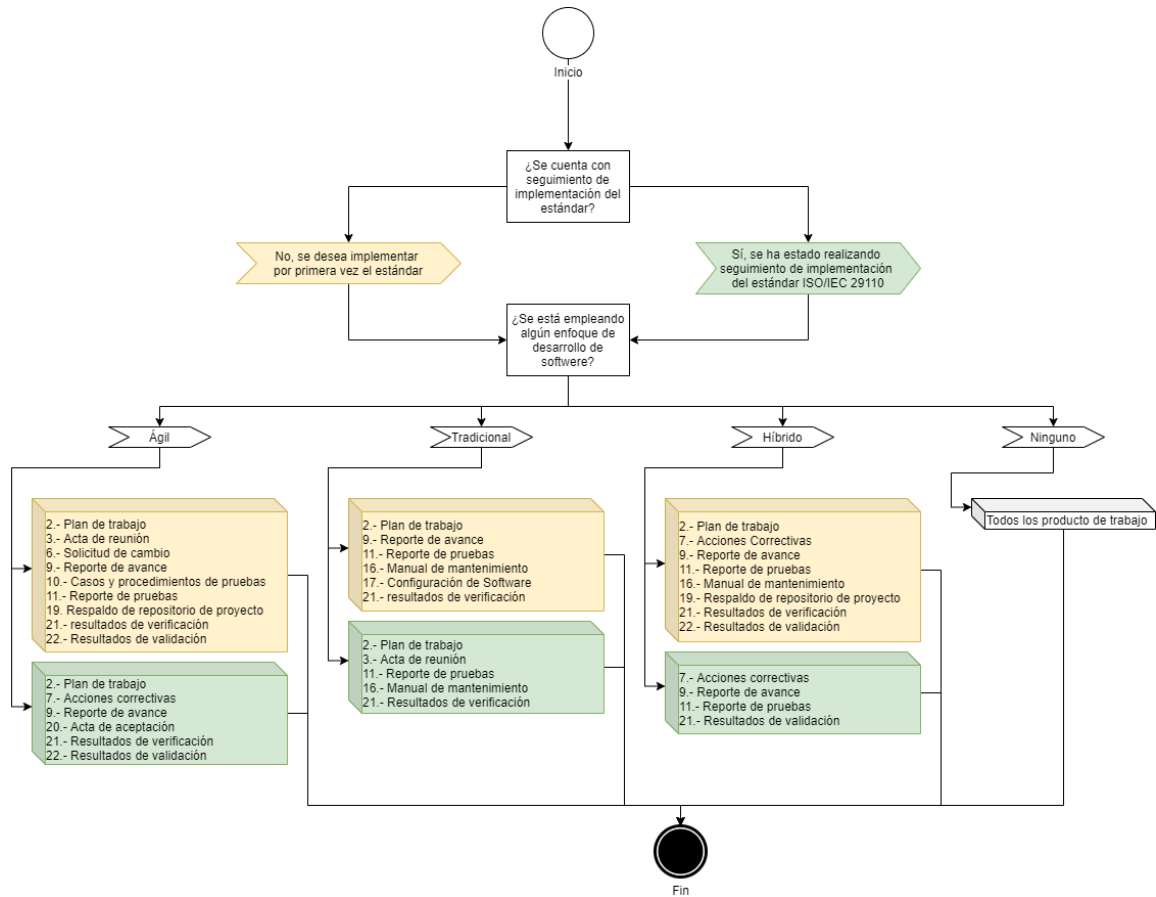


Figura 5. Ruta Por enfoque de desarrollo.

4.2.1.2. Por cumplimiento de objetivos

Teniendo en cuenta que el estándar ISO/IEC 29110 se evalúa de acuerdo con el cumplimiento de sus objetivos, se estableció una Opción de uso de la plataforma de acuerdo con esta opción. Es decir, se realiza una serie de preguntas al usuario para inquirir cuáles productos de trabajo requieren ser revisados. Al elegir esta opción se le pregunta al usuario qué proceso desea evaluar (Gestión de Procesos o Implementación de Software).

En la Figura 6 se muestra la ruta identificada para proporcionar una serie de productos de trabajo según se respondan las preguntas de cada objetivo del proceso de Gestión de Proyecto, y en la Figura 7 la ruta correspondiente al proceso de Implementación de Software. En el Anexo se encuentra el diagrama correspondiente al proceso de Implementación de Software.

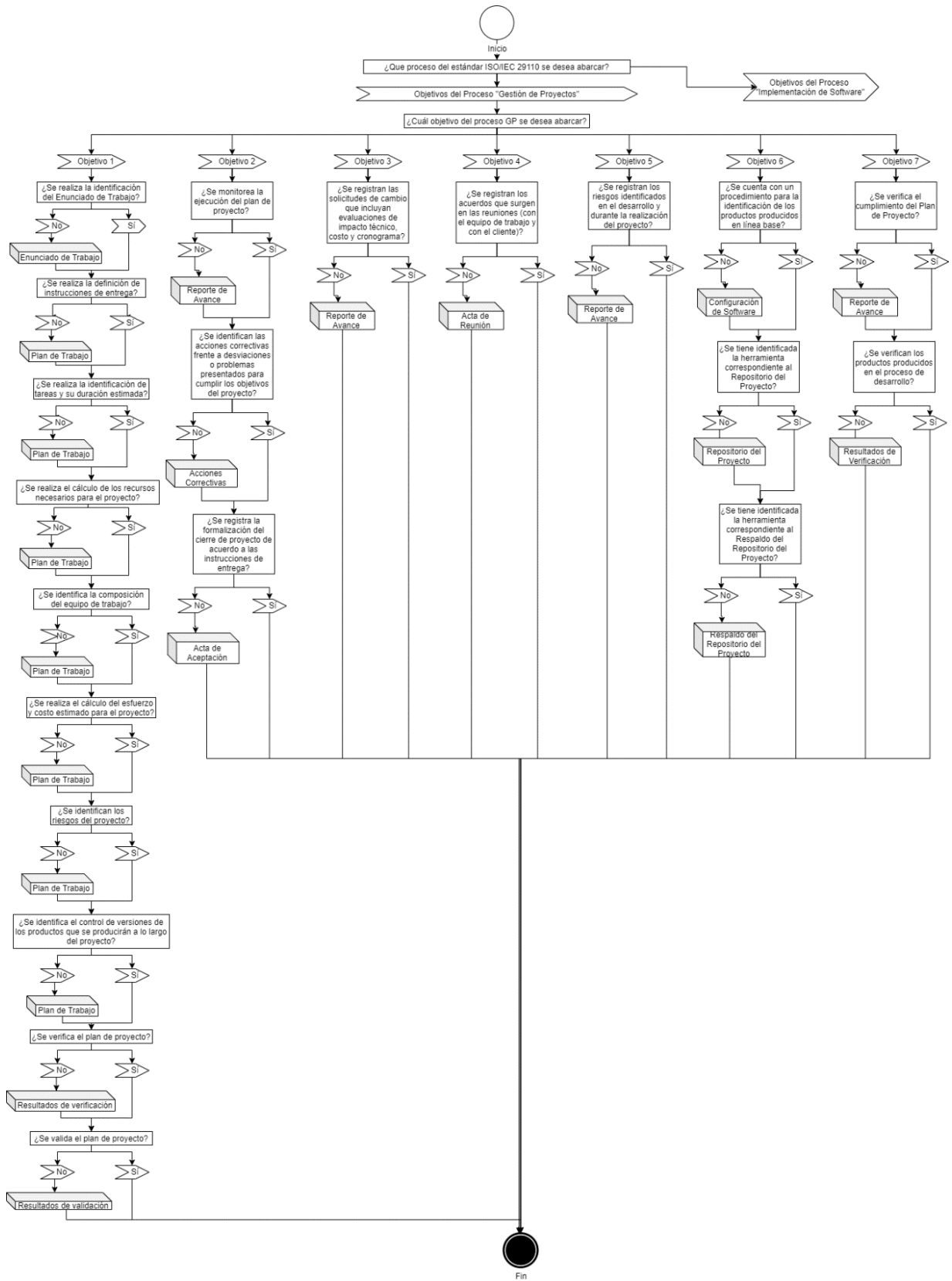


Figura 6. Ruta por cumplimiento de objetivos GP.

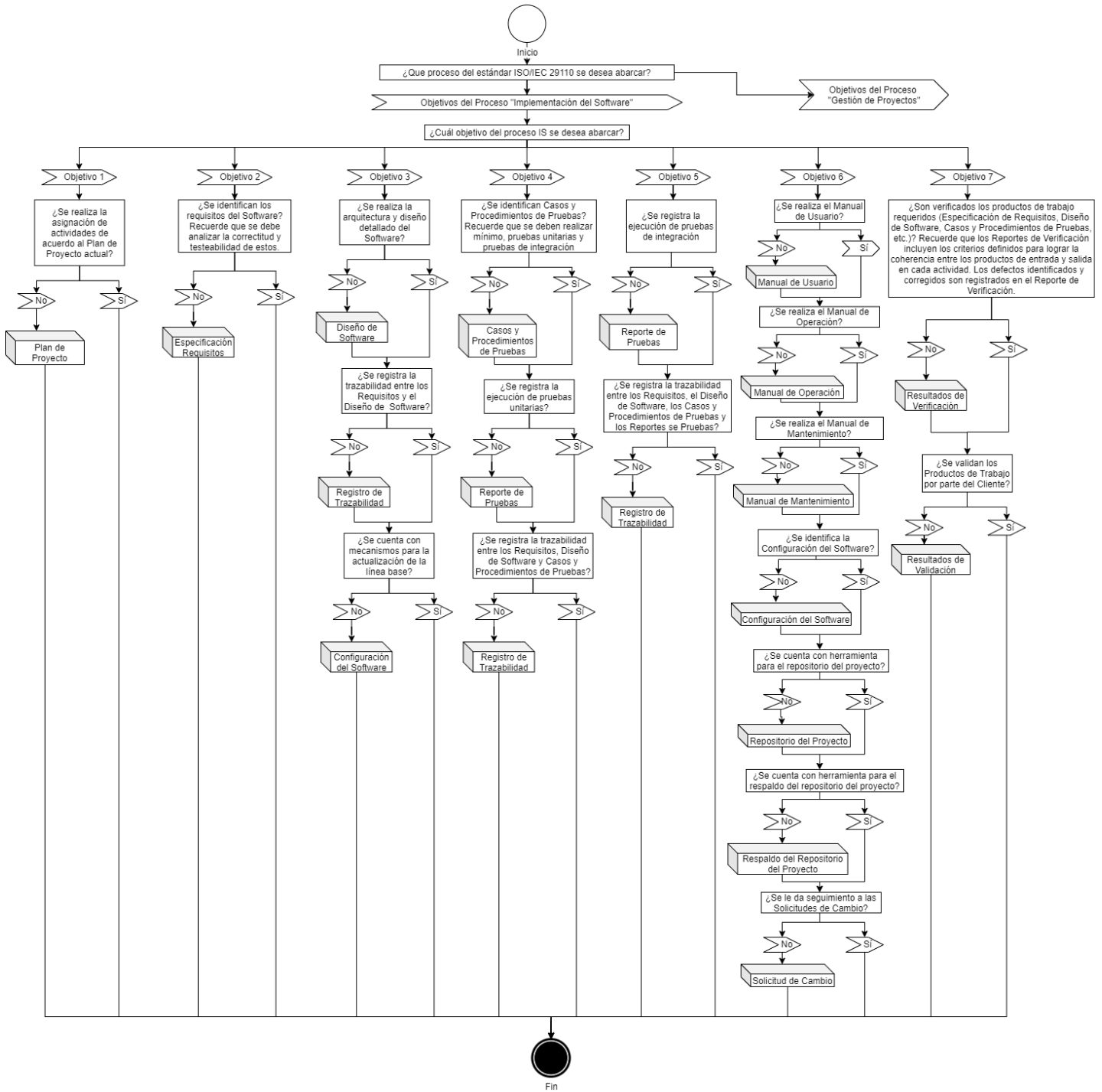


Figura 7. Ruta por cumplimiento de objetivos IS.

4.2.1.3. Por Productos de Trabajo

La opción por productos de trabajo muestra el listado de productos disponibles que pueden ser consultados para la búsqueda de herramientas (véase 4.2.2. Productos de Trabajo).

4.2.2. Productos de Trabajo

El total de herramientas seleccionadas fue de 32, las cuales fueron divididas de acuerdo con el cumplimiento de los Productos de Trabajo:

1. Enunciado de Trabajo.
2. Plan de Proyecto.
3. Acta de Reunión.
4. Especificación de Requisitos.
5. Diseño de Software.
6. Solicitud de Cambio.
7. Acciones Correctivas.
8. Reporte de Avance.
9. Casos de Prueba y Procedimientos de Prueba.
10. Reporte de Pruebas.
11. Registro de Trazabilidad.
12. Manual de Usuario.
13. Manual de Operación.
14. Manual de Mantenimiento.
15. Configuración de Software.
16. Repositorio del Proyecto.
17. Respaldo de Repositorio del Proyecto.
18. Acta de Aceptación.
19. Resultados de Verificación.
20. Resultados de Validación.

El total de Productos de Trabajo que indica el estándar ISO/IEC 29110 perfil básico es de 22, pero para el desarrollo de esta propuesta se omitieron 2 debido a que se ha observado que las organizaciones de desarrollo de software tienen ya identificado un entorno de trabajo para el desarrollo del software que producen. Los Productos de Trabajo que fueron omitidos son los siguientes:

1. Componentes de Software.
2. Software.

En la elaboración de las rutas de los productos de trabajo se tomaron en cuenta las características de las herramientas para la elaboración de las preguntas, y de esta manera, tomar en cuenta también las características del usuario y de su equipo de desarrollo, para proporcionarle alguna herramienta.

En la Figura 8 se muestra el ejemplo de uno de los modelos de rutas de un Producto de Trabajo, correspondiente al Plan de Proyecto. Los modelos de rutas del resto de los Productos de Trabajo están disponibles en el Anexo 3.

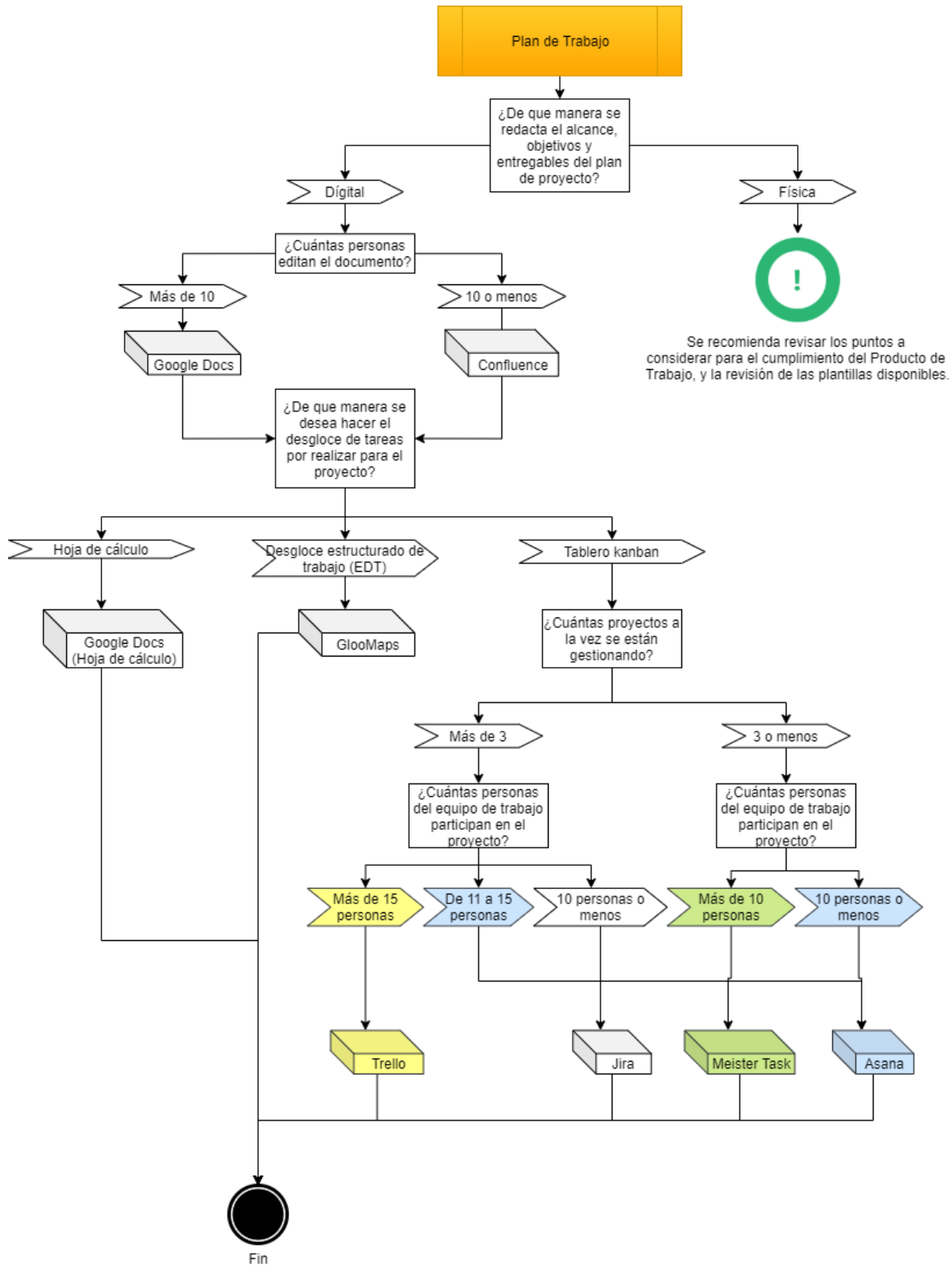


Figura 8. Ruta Producto de Trabajo - Plan de Proyecto.

4.3. Elaboración de plantillas

Como complemento para el soporte a las EMPs, se elaboraron una serie de plantillas que ayudan a complementar la información que ya se tiene identificada en sus procesos propios de desarrollo.

Tomando como base la información recibida en un curso de formación de NYCE (NYCE) y del trabajo previo realizado por el MIS Manuel de Jesús Peralta (Peralta Márquez, 2020), se elaboraron un total de 17 plantillas correspondientes a los siguientes Productos de Trabajo:

- Acciones Correctivas.
- Acta de Aceptación.
- Acta de Reunión.
- Casos de Prueba y Procedimientos de Prueba.
- Enunciado de Trabajo.
- Especificación de Requisitos.
- Manual de Mantenimiento.
- Manual de Operación.
- Manual de Usuario.
- Plan de Proyecto.
- Registro de Trazabilidad.
- Reporte de Avance.
- Reporte de Pruebas.
- Resultados de Verificación.
- Resultados de Validación.
- Solicitud de Cambio.

Las plantillas están estructuradas de la siguiente manera:

El diagrama muestra la estructura de una plantilla de trabajo. En la parte superior izquierda hay un espacio para el logotipo de la empresa. A la derecha hay un cuadro de información de la plantilla (PLAN DE TRABAJO) con campos para el título, el número de hojas, el código del documento y la fecha de elaboración. En el centro hay un campo para el nombre del proyecto. En la parte inferior izquierda hay un historial de versiones con una tabla que tiene las siguientes columnas: VERSION, FECHA, AUTOR, SECCION DEL CAMBIO, MOTIVO DEL CAMBIO, APROBADO, FECHA APROBACION. En la parte inferior derecha hay un pie de página con información de derechos reservados.

En la primera página de cualquier plantilla, se encontrará la siguiente estructura (Figura 9):

- Recuadro para colocar el logotipo de la empresa.
- Información referente a la versión de la plantilla, así como la cantidad de hojas en el documento, el código del documento y la fecha de elaboración de la plantilla.
- Nombre del documento.
- Nombre del proyecto.
- Historial de versiones de la plantilla, donde se registra la versión, fecha de establecimiento de la versión, los cambios de la versión, la sección que fue cambiada, el autor de los cambios efectuados en la versión y finalmente la fecha de autorización de la versión.

Figura 9. Formato plantilla parte 1.

Logotipo de la empresa

PLAN DE TRABAJO	
Hoja 2 de 7	Versión 1.0
Fecha de elaboración:	DD/MM/AAAA
Código:	PT-01

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y ENTREGABLES

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O EL CAMBIO DEL PRODUCTO.

Nombre	[1]
Objetivo	[2]
Alcance	[3]
Unidad administrativa solicitante	[4]

DESCRIPCIÓN DE ENTREGABLES [5]

NOMBRE	DESCRIPCIÓN

RIESGOS

Clasificación de Riesgos (*Propuesta)

Acceptable	Alerta	Peligro
Se puede continuar con el desarrollo del proyecto.	Se recomienda verificar el caso del riesgo.	Se tiene que contrar los recursos disponibles para mitigar el riesgo lo antes posible.

Los niveles de riesgo se identifican dependiendo de la probabilidad y del impacto que pueden implicar en el proyecto. A continuación, se muestra una tabla de relación entre la probabilidad, impacto y nivel de riesgo.

Datos de la empresa	Para uso exclusivo de [PONER NOMBRE DE LA EMPRESA], prohibida la reproducción total o parcial de la información contenida en este documento. En caso de incumplimiento se sancionará conforme a las leyes nacionales e internacionales aplicables.
---------------------	--

Figura 10. Formato plantilla parte 2.

El contenido de las plantillas difiere dependiendo del Producto de Trabajo.

Los encabezados y pies de página se mantienen igual que en la primera página para todas las hojas.

Todos los campos que tienen que ser llenados por el usuario, contienen un número entre corchetes con fuente color azul, tal y como se muestra en la Figura 10.

Logotipo de la empresa

PLAN DE TRABAJO	
Hoja 6 de 7	Versión 1.0
Fecha de elaboración:	DD/MM/AAAA
Código:	PT-01

Instrucciones de Llenado

Instrucciones: el número del apartado en el instructivo corresponde al que aparece en corchetes, y al momento de llenarlo, deberá escribir el número entre corchetes.

Objetivo: Documentar como serán ejecutados los procesos y actividades del proyecto para asegurar su conclusión exitosa, así como la calidad de los productos entregables.

Número	Descripción
1	Escribir el nombre de la solicitud a desarrollar.
2	Escribir el objetivo del proyecto.
3	Escribir el alcance, es decir describir respecto de lo que está incluido y de lo que no está incluido.
4	Escribir los nombres, cargos y localización de los responsables de las unidades administrativas solicitantes del software.
5	Escribir la lista de productos a entregar al cliente según sea el caso; documentación requerida; la información relacionada proveniente del paquete de diseño del servicio, las interfaces internas y externas, prototipos implementados, identificación y localización en el repositorio en el cual se encuentran disponibles, etc.
6	Escribir el identificador único del riesgo.
7	Escribir la descripción del riesgo identificado.
8	Escribir la probabilidad de que surja el riesgo, de acuerdo con la tabla de clasificación de riesgos anterior (Improbable, Posible o Probable).
9	Escribir el impacto del riesgo en el proyecto, de acuerdo con la tabla de clasificación de riesgos anterior (Bajo, Medio o Alto).
10	Marcar en la celda el color correspondiente al nivel del riesgo, de acuerdo con la tabla de clasificación anterior (Verde, amarillo o rojo).
11	Escribir el ID-Riesgo, con base en la tabla anterior, y la medida de mitigación para contrarrestar el riesgo señalado.
12	Escribir los ciclos y fases, es decir, según el modelo a implementar se deben describir las actividades específicas para producir los entregables y sus componentes según la descripción del proyecto, así como la duración estimada.
13	Especificar el tiempo total estimado para el proyecto considerando el grado de dificultad.
14	Especificar el costo laboral para el proyecto, con base en el número de horas y recursos asignados al proyecto.

Datos de la empresa	Para uso exclusivo de [PONER NOMBRE DE LA EMPRESA], prohibida la reproducción total o parcial de la información contenida en este documento. En caso de incumplimiento se sancionará conforme a las leyes nacionales e internacionales aplicables.
---------------------	--

Figura 11. Formato plantilla parte 3.

Al final de la plantilla se encuentran las instrucciones de llenado, las cuales contienen los siguientes elementos (Figura 11):

Instrucciones generales de llenado.

El objetivo del llenado de la plantilla.

Número que corresponde al número entre corchetes con fuente color azul que se encuentran a lo largo del contenido de la plantilla.

Instrucciones a detalle de cómo debe ser llenado el campo señalado.

4.4. Desarrollo de la plataforma

Tomando como base los modelos de las rutas que componen la guía desarrollada (Capítulo 4.2.), se desarrolló la plataforma web denominada H|29110.



Figura 12. Logo de la plataforma.

Para el desarrollo de H|29110 se utilizaron las siguientes tecnologías (Tabla 14):

Tabla 14. Tecnologías utilizadas para el desarrollo de software de la propuesta.

Tecnología	Uso
HTML 5	Lenguaje de desarrollo
Javascript	Lenguaje de desarrollo
Visual Studio Code versión 1.47.2	Marco de trabajo
Chrome versión 78.0.3904.130	Entorno de Pruebas
Node.js versión 12.8.1	Entorno de Pruebas
Xampp versión 3.2.4	Entorno de Pruebas (Servidor)
DUC versión 4.1.1	Entorno de Pruebas (Servidor)

A continuación, se describirán los componentes desarrollados de la plataforma H|29110.

4.4.1. Inicio

Todas las páginas de la plataforma cuentan con una barra de menú en la parte superior. Del lado izquierdo se encuentra el logo de la plataforma, mientras que del lado izquierdo se encuentran los enlaces a las siguientes pestañas.

- Inicio.
- Opciones de uso: menú desplegable que contiene las siguientes opciones:
 - Por enfoque de desarrollo.
 - Por cumplimiento de objetivos.
 - Por productos de trabajo.
- ISO/IEC 29110
- Acerca de.

- Contáctanos.

La página de inicio, bajo la barra de menú, presenta los objetivos principales de la plataforma en una función visual de carrusel, los cuales son (Figura 13):

- Ayudar con la implementación del estándar.
- Ayudar a automatizar los procesos.

Después del apartado anterior, se describe la problemática que desea abordar el uso de la plataforma.

Finalmente, en la parte inferior de la página se muestra las cantidades de opciones de herramientas y plantillas que ofrece la plataforma.

Todas las páginas, al igual que la barra superior del menú, cuentan con una barra inferior que contiene el logo de la plataforma y el nombre del desarrollador de ésta.



Figura 13. H|29110 - Inicio.

4.4.2. Opciones de uso

La página inicia con el título “Opciones de uso” seguido de un breve texto de introducción. A continuación, se muestran las 3 opciones de uso que se recomiendan seguir para el uso de la plataforma. Las opciones en color azul redireccionan a la opción elegida (Figura 14).

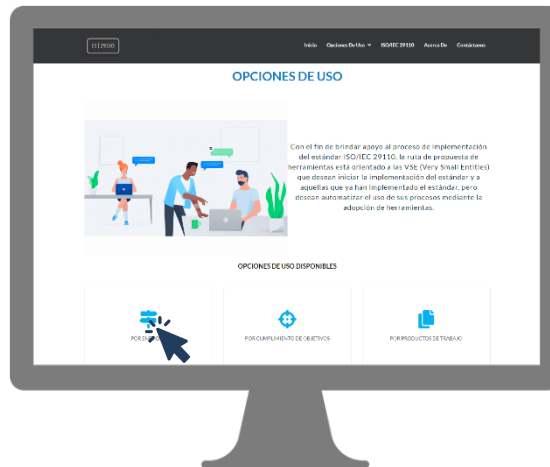


Figura 14. H|29110 - Opciones de uso.

4.4.2.1. Por enfoque de desarrollo

La página inicia con el título “Opciones de uso por enfoque de desarrollo” seguido de un breve texto de introducción. A continuación, se muestran las 4 opciones de enfoque de desarrollo correspondiente (Ágil, Tradicional, Híbrido o Ninguno). Al dar clic en alguna de las opciones en color azul, se muestra en la parte posterior el listado de Productos de Trabajo que se recomienda revisar (Figura 15).

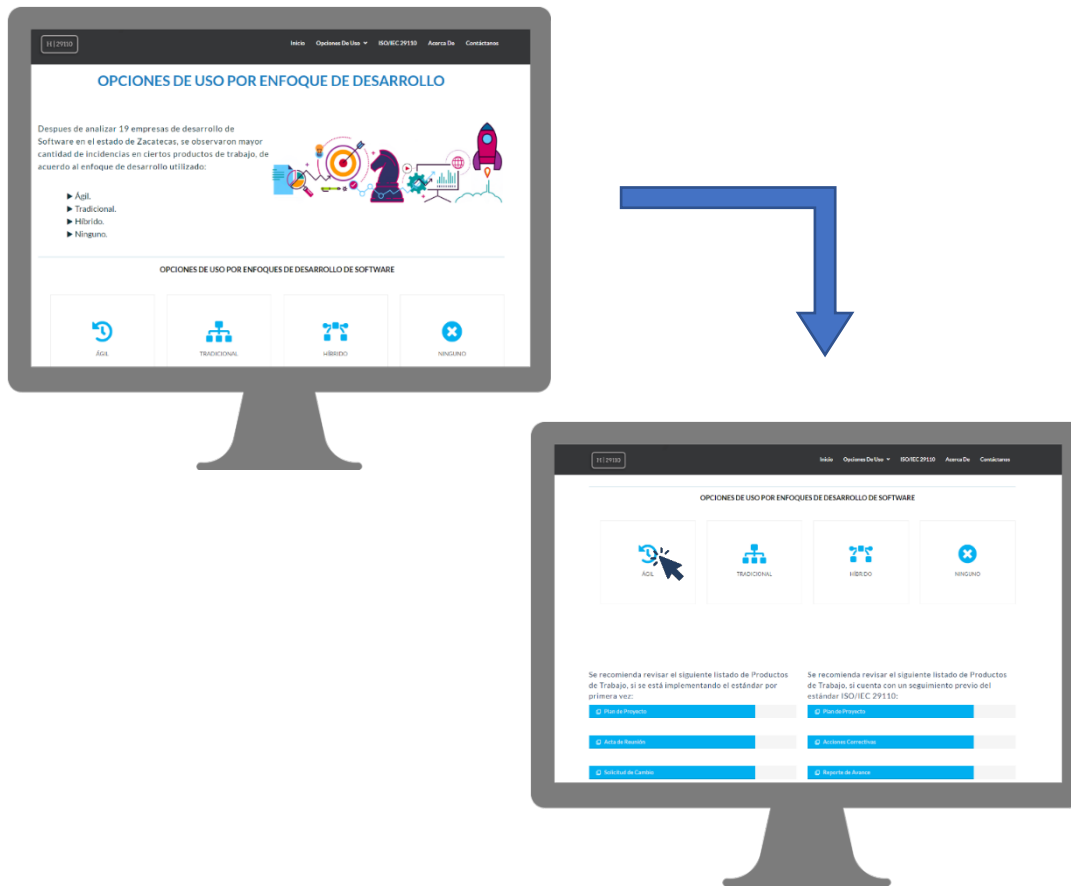


Figura 15. H|29110 - Por enfoque de desarrollo.

4.4.2.2. Por cumplimiento de objetivos

La página inicia con el título “Opciones de uso por cumplimiento de objetivos” seguido de un breve texto de introducción. A continuación, se muestran las dos opciones de procesos (Gestión de Proyectos e Implementación de Software). Al dar clic en alguna de las opciones en color azul, se muestra nuevas opciones que corresponden a los 7 objetivos del proceso seleccionado más una opción que corresponde al conjunto de todos los objetivos del proceso. Nuevamente, al dar clic en cualquiera de los objetivos que se tienen como opciones, aparece en la parte posterior un cuestionario con respuestas múltiples (Sí, No). Al responder el cuestionario aparece el listado de los productos de trabajo que se recomienda revisar (Figura 16).

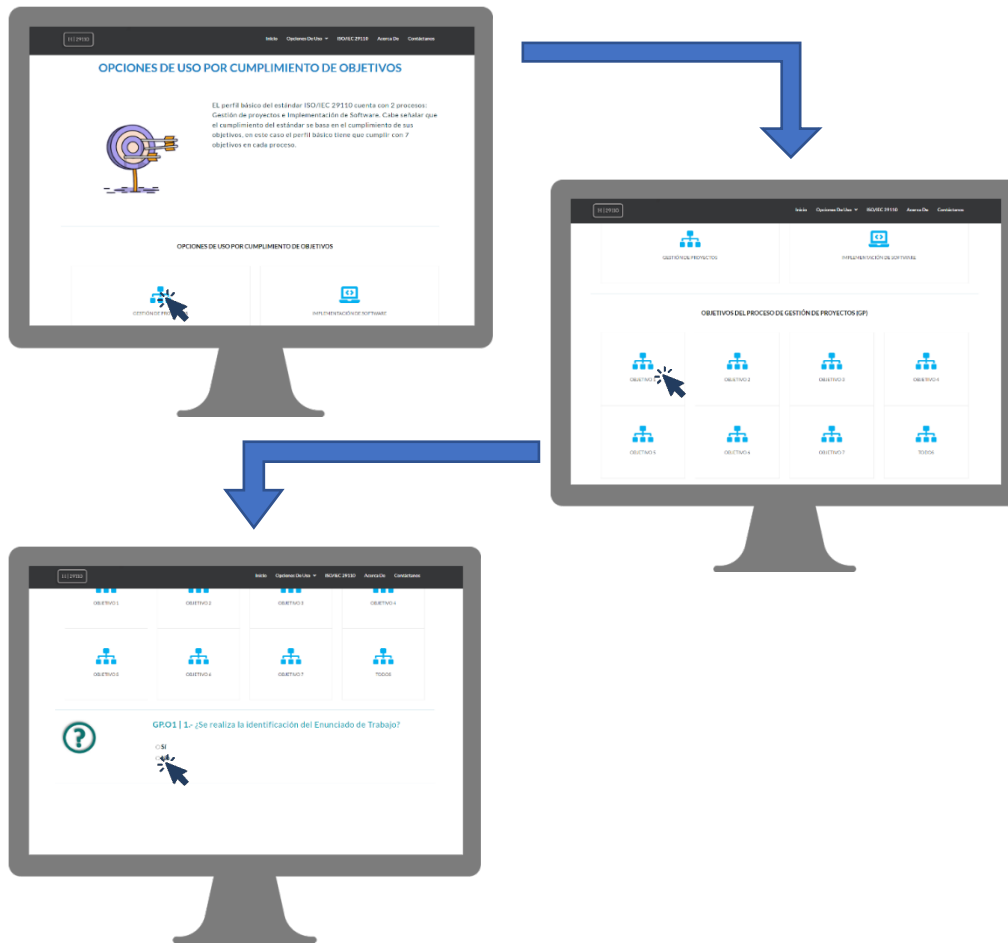


Figura 16. H | 29110 - Por cumplimiento de objetivos.

4.4.2.3. Por Producto de Trabajo

La página inicia con el título “Cuestionarios por Productos de Trabajo” seguido de un breve texto de introducción. A continuación, se muestra las 20 opciones a los productos de trabajo anteriormente señalados. Al dar clic en alguna de las opciones en color azul, se abre una nueva pestaña en el navegador, con el enlace del cuestionario del producto de trabajo seleccionado (Figura 17).



Figura 17. H|29110 - Productos de Trabajo.

Los componentes correspondientes a cualquiera de los 20 productos de trabajo mencionados anteriormente mantienen la siguiente estructura (Figura 18):

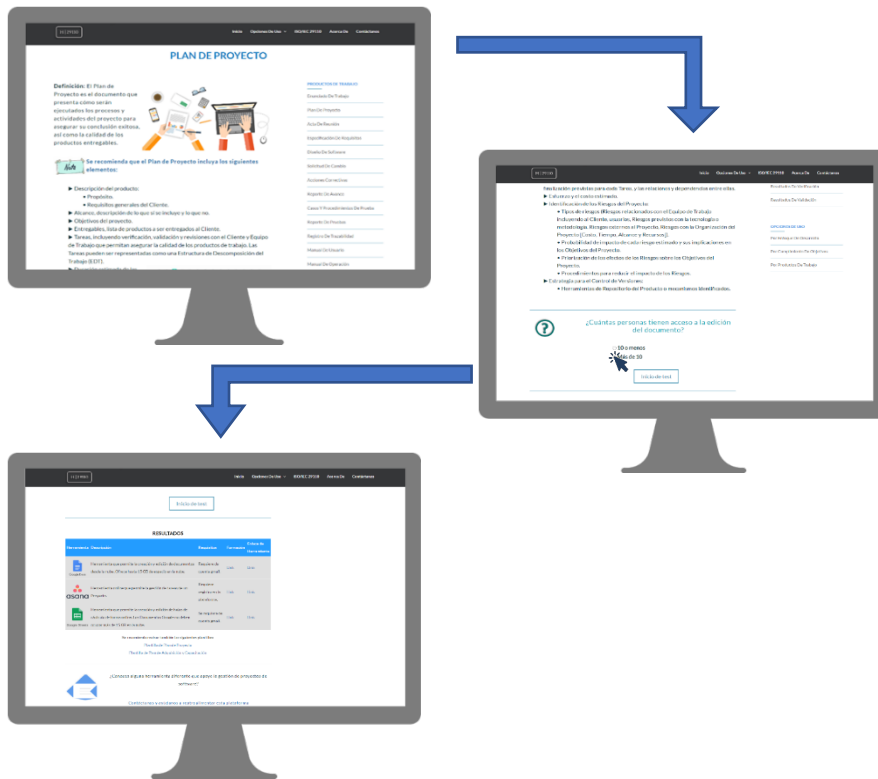


Figura 18. H|29110 - Plan de Proyecto.

La página inicia con el título del nombre del producto de trabajo seguido de un breve texto con su definición. A continuación, se muestra una imagen identificada como “Nota”, la cual señala los elementos que se deben tomar en cuenta en el cumplimiento de dicho producto de trabajo.

Seguido del apartado anterior, se encuentra el inicio del cuestionario correspondiente al producto de trabajo seleccionado. La sección del cuestionario se identifica por un signo de interrogación verde dentro de un círculo del mismo color, las preguntas del cuestionario son del mismo color también. Bajo las preguntas se muestran las opciones que siempre serán de opción múltiple. Después de dar respuesta a la primera pregunta, se mostrará un botón que al ser presionado reiniciará el cuestionario.

Una vez que se finaliza el cuestionario, se muestra un mensaje en azul o amarillo dependiendo de los resultados encontrados y una caja con las herramientas recomendadas.

La caja que muestra los resultados obtenidos del cuestionario tiene las siguientes columnas:

- Herramienta: (Nombre de la herramienta y/o logo).
- Descripción: Describe brevemente el uso de la herramienta.
- Requisitos: Se describen los requisitos que se requieren para poder utilizar la herramienta.
- Formación: Enlace a la documentación oficial de la herramienta en caso de requerir mayor detalle de su manejo.
- Enlace de la herramienta.

Bajo la caja de resultados se muestra el enlace a la plantilla en formato PDF o XLSX según corresponda (en caso de aplicar).

En el lado derecho de la página, se muestra un menú con los enlaces a todos los productos de trabajo y a las opciones de uso sugeridas.

En la parte inferior de la página se muestra un enlace a la página de contacto.

4.4.3. ISO/IEC 29110

La página inicia con el título “ISO/IEC 29110” y tiene como objetivo dar una breve descripción del estándar y proporcionar un contexto del uso para la plataforma H|29110, por lo que bajo el título se muestra una serie de imágenes y texto relacionado con el estándar (Figura 19).



Figura 19. H|29110 - ISO/IEC 29110.

4.4.4. Acerca de

La página inicia con el título “Acerca de” y tiene como objetivo dar un breve contexto a los usuarios acerca de la razón para desarrollar H|29110, así que bajo el título se puede encontrar una imagen alusiva y un breve texto (Figura 20).

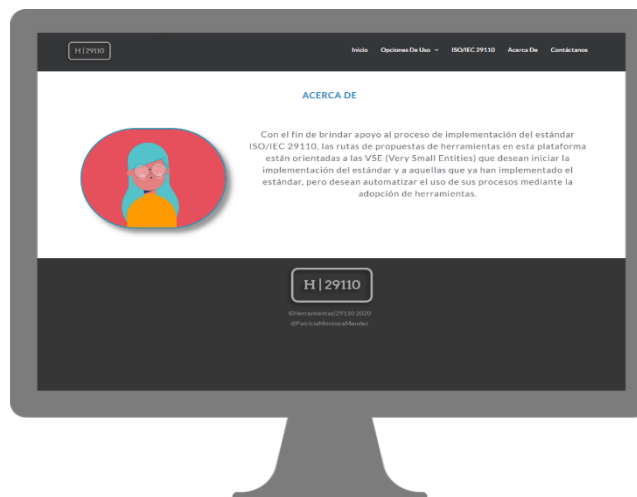


Figura 20. H|29110 - Acerca de.

4.4.5. Contáctanos

El objetivo de la sección de contacto es alentar a los usuarios a proporcionar retroalimentación a la plataforma H|29110. La página inicia con el título “Información de contacto” seguido de una breve introducción. A continuación, del lado izquierdo se muestran los campos a llenar para enviar un correo electrónico directamente de la página, y del lado derecho se encuentra el correo de contacto, proporcionado así dos métodos de comunicación con los usuarios (Figura 21).

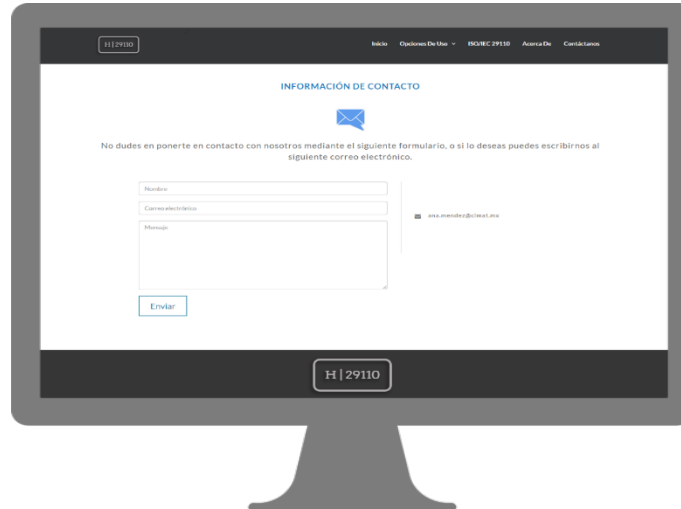


Figura 21. H|29110 - Contacto.

Capítulo 5. Resultados

En este capítulo se describe el desarrollo de la evaluación de la propuesta de tesis, seguido de los resultados obtenidos de esta.

5.1. Estudio de caso

El estudio de caso se define como una estrategia de investigación cuyas preguntas de investigación son más explicativas, es decir, el enfoque se centra sobre eventos contemporáneos, necesitan ser trazados en el tiempo en lugar de meras frecuencias o incidencias (K. Yin, 2003).

A continuación, se describe el proceso de estudio de caso que se realizó para la evaluación de la plataforma H|29110.

5.1.1. Diseño y planificación del estudio de caso

La planificación del estudio de caso conlleva identificar los elementos necesarios para el proceso de investigación correspondiente, para ello se establecen los siguientes elementos (Rodríguez Bu, 2011):

- Objetivos del estudio de caso.
- Unidad de análisis.
- Antecedentes.
- Preposiciones o preguntas de reflexión.
- Métodos o instrumentos de recolección de información.

A continuación, se describen los elementos correspondientes al diseño y planificación del estudio de caso.

5.1.1.1. Objetivos del estudio de caso

Para identificar los objetivos de estudio, se requiere de establecer un contexto para definir el propósito de la realización de un estudio de caso:

- **¿Quién?** Las EMPs de desarrollo de software del estado de Zacatecas, México, que desean implementar el estándar ISO/IEC 29110, o que ya tienen experiencia en éste.
- **¿Qué?** Evaluar la usabilidad y funcionalidad de la plataforma H|29110 y de las herramientas propuestas por ésta, así como también el soporte que ofrecen para la implementación del perfil básico del estándar ISO/IEC 29110.

- **¿Dónde?** En las instalaciones de la misma organización que evaluará la plataforma, ya que se trata de una plataforma web.
- **¿Cómo?** El proceso a seguir es el siguiente:
 - Presentar el contexto inicial del desarrollo de la plataforma (mencionando la problemática que se aborda), posteriormente dar una breve descripción de la plataforma y su modo de uso.
 - Una vez finalizada la presentación, permitir al personal de la empresa acceder a la plataforma para interactuar con ésta y elegir al menos 2 herramientas para implementar.
 - Mediante la documentación de un proyecto finalizado, proporcionada por la empresa, trasladar la información correspondiente a las respectivas herramientas previamente seleccionadas.
 - Mostrar a la empresa la instanciación del proyecto proporcionado en las herramientas previamente seleccionadas.
- **¿Por qué?** Porque se desea validar la plataforma con al menos una organización, para conocer:
 - **Puntos fuertes:** aquello que es funcional para las organizaciones y que se podría seguir aplicando para mejorar su experiencia con este tipo de herramientas.
 - **Puntos débiles:** aquello que no es funcional para las organizaciones y mejorarlo, con base en sus opiniones.

Es así como se identifica el propósito del estudio de caso, el cual es investigar la utilidad de la plataforma H|29110 mediante la opinión de organizaciones que desean implementar, o ya están implementando el estándar ISO/IEC 29110.

Tomando como base el propósito del estudio de caso, se identificaron los siguientes objetivos:

- **EC.O1:** reforzar la información obtenida de la Revisión Sistemática de Literatura y el Estado de la Práctica, en relación con las dificultades presentadas por las organizaciones al implementar el estándar ISO/IEC 29110.
- **EC.O2:** evaluar la utilidad de las herramientas propuestas por la plataforma H|29110 desde el punto de vista de las empresas.
- **EC.O3:** evaluar el uso de la plataforma H|29110 con el fin de identificar puntos de mejora de la misma herramienta.

5.1.1.2. Unidad de análisis

Para la selección de la unidad de análisis, se identificó como característica principal, pertenecer al grupo de Muy Pequeñas Entidades de desarrollo de software en el estado de

Zacatecas, México, que desean implementar el estándar ISO/IEC 29110, o que ya tienen experiencia en éste.

Es así como se contactó con una empresa que accedió a participar en el presente análisis.

La empresa que por cuestiones de confidencialidad se nombrará empresa A, es una empresa mexicana fundada en el año 2008, que tiene como objetivo el desarrollo de soluciones a través de tarjetas de grado industrial para el desarrollo de aplicaciones mecatrónicas, sistemas embebidos e internet de las cosas.

La empresa A, es una empresa que inició su proceso de certificación en el estándar ISO/IEC 29110 en el año 2017, y actualmente pertenece al ecosistema de Calidad conformado por empresas de desarrollo de software en el estado de Zacatecas, certificadas en el estándar.

5.1.1.3. Antecedentes

De acuerdo con los resultados de la encuesta nacional por parte de INEGI en 2018, se estimaron alrededor de 4 millones de empresas en México, de las cuales (INEGI, 2018):

- El 97.3% son microempresas (1-10 personas).
- El 2.7% son PyMES (Pequeñas y Medianas Empresas. 11-50, 51-100 personas respectivamente).

Es así como se ve reflejada en México la importancia de las pequeñas organizaciones en el sector de Software, a las cuales se les conoce también como Entidades Muy Pequeñas (EMPs). Debido a su importancia en el mercado de software, surge la necesidad de brindar apoyo a estas empresas, para facilitar la implementación del ISO/IEC 29110, estándar que está dirigido a las EMPs.

Por ende, se requiere de una guía que sugiera herramientas para ayudar a cubrir la implementación de la ISO 29110 a las EMPs, permitiendo así la adopción del estándar al singular proceso de la empresa, y de así quererlo, automatizar los procesos.

5.1.1.4. Preguntas de investigación

Tomando como base los objetivos de estudio de caso, se identificaron las siguientes preguntas (Tabla 15).

Tabla 15. Preguntas del estudio de caso.

Objetivos	ID	Pregunta
Sección 1 del cuestionario		
EC.01	PEC01	¿Utiliza alguna metodología o modelo de desarrollo de software para el desarrollo de proyectos? ¿Cuál?
EC.01	PEC02	¿Cuál es el nivel de dificultad que implica para usted el cumplimiento de los productos de trabajo del estándar ISO/IEC 29110?
EC.01	PEC03	¿Qué técnicas se utilizan actualmente en su empresa?
Sección 2 del cuestionario		
EC.01, EC.02	PEC04	¿Qué herramientas utiliza actualmente para implementar el estándar ISO/IEC 29110?
EC.02	PEC05	Tomando en cuenta el orden de las herramientas que se mencionaron anteriormente, ¿Cuál es su opinión de la cobertura de los respectivos Productos de Trabajo del estándar ISO/IEC 29110?
EC.02	PEC06	¿Qué opina de la apariencia de la interfaz de las herramientas que utiliza?
EC.02	PEC07	¿Qué opina de la facilidad de uso de las herramientas que utiliza?
EC.02	PEC08	¿Qué opina del trabajo colaborativo de las herramientas que utiliza?
EC.02	PEC09	¿Qué opina del rendimiento de las herramientas que utiliza?
EC.02	PEC10	¿Qué opina de la disponibilidad de las herramientas que utiliza?
Sección 3 del cuestionario		
EC.02	PEC11	¿Qué opina de la cobertura de los respectivos productos de trabajo del estándar ISO/IEC 29110 por las herramientas propuestas?
EC.02	PEC12	¿Qué opina de la apariencia de la interfaz de las siguientes herramientas?
EC.02	PEC13	¿Qué opina de la facilidad de uso en estas herramientas?
EC.02	PEC14	¿Qué opina del trabajo colaborativo en estas herramientas?
EC.02	PEC15	¿Qué opina del rendimiento en estas herramientas?
EC.02	PEC16	¿Qué opina de la disponibilidad en estas herramientas?
EC.03	PEC17	¿Se conocían alguna de las herramientas propuestas por la plataforma? ¿Cuáles?
EC.03	PEC18	¿Qué opina de las herramientas propuestas?
EC.03	PEC19	¿Qué opina de la plataforma web "H 29110" que le proporcionó las herramientas implementadas?

5.1.1.5. Métodos o instrumentos de recolección de información

Para la recolección de datos, se utilizarán los siguientes elementos:

- Presentación del entrevistador con la Unidad de Análisis dónde se describe brevemente la plataforma H|29110, así como sus objetivos y la problemática de la que surge.
- Demostración de la plataforma y su uso general por medio de la observación a ésta.
- Demostración de la plataforma por medio de la interacción libre con la plataforma H|29110 por parte de la Unidad de Análisis.
- Instanciación de un proyecto finalizado en las herramientas seleccionadas.
- Aplicación de formulario online (Google Forms) en relación con la interacción de la Unidad de Análisis con la plataforma H|29110.

5.1.2. Preparación para la recolección de datos

La recolección de datos se divide en 3 secciones:

- **Sección 1:** Descripción general del cuestionario y preguntas introductorias.
- **Sección 2:** Preguntas respecto a su experiencia de uso con las herramientas que se utilizan actualmente en su empresa.
- **Sección 3:** Preguntas respecto a su experiencia de uso con las herramientas propuestas.

La información recolectada se analizó de la siguiente manera:

- Se identificó y se relacionó el grupo al que pertenece la empresa, de acuerdo con el método o metodología de desarrollo que utiliza.
- Se identificaron los productos de trabajo que implican mayor dificultad para las organizaciones según sus respuestas (siendo 1 “dificultad muy baja” y 5 “dificultad muy alta”).
- Se identificaron las técnicas que utiliza la empresa en sus procesos de desarrollo de software.
- Se identificaron las herramientas que actualmente utiliza la empresa, y se evaluaron los siguientes aspectos (siendo 1 “muy malo” y 5 “muy bueno”):
 - Cobertura de las herramientas en los respectivos productos de trabajo.
 - Apariencia de la interfaz.
 - Facilidad de uso.
 - Trabajo colaborativo.
 - Rendimiento.
 - Disponibilidad.
- Se evaluaron las herramientas propuestas por la plataforma H|29110 en los siguientes aspectos (siendo 1 “muy malo” y 5 “muy bueno”):
 - Cobertura de las herramientas en los respectivos productos de trabajo.
 - Apariencia de la interfaz.

- Facilidad de uso.
- Trabajo colaborativo.
- Rendimiento.
- Disponibilidad.
- Se interpretaron las respuestas abiertas en relación con las herramientas propuestas por la plataforma H|29110.
- Finalmente, se interpretaron las respuestas abiertas en relación con la opinión de la empresa respecto con la plataforma H|29110.

5.1.3. Recolección de datos

Para la recolección de datos se siguió el siguiente proceso.

1. Se realizó una reunión virtual con el personal de la empresa A, y se les presentó la plataforma H|29110, por medio de una demostración de uso.
2. Se realizó una reunión en las instalaciones de la empresa para observar y dar soporte en la implementación de la plataforma H|29110.
3. De acuerdo con los resultados obtenidos en la implementación de la plataforma web, se seleccionaron 2 herramientas para implementar.
4. Con el fin de reducir la curva de aprendizaje de las herramientas seleccionadas, se recibió la documentación de un proyecto finalizado, y se instanció en las herramientas previamente seleccionadas.
5. Se realizó una reunión con el personal de la empresa, donde se dio una introducción a las herramientas previamente seleccionadas, así como también se realizó la entrega de las credenciales correspondientes a las cuentas donde se crearon las instancias del proyecto proporcionado.
6. Se estableció un lapso en el cual la empresa pudo revisar las instancias del proyecto. En este lapso, se le brindó a la empresa, asistencia en la resolución de dudas respecto a las herramientas seleccionadas.
7. La empresa respondió el cuestionario respecto a su opinión y experiencia con la plataforma H|29110 y las herramientas propuestas por ésta.
8. Se analizaron los datos arrojados por el cuestionario que respondió la empresa.

5.1.4. Análisis de los datos

A continuación, se muestran los datos recolectados del cuestionario. Las respuestas del cuestionario se encuentran disponibles en el enlace del Anexo 4.

5.1.4.1. Introducción del cuestionario

La sección 1 del cuestionario tiene como objetivo identificar información general del proceso de desarrollo de software por parte de la empresa, así como también conocer los Productos de Trabajo del estándar ISO/IEC 29110 que implican cierta dificultad al momento de implementarlos.

A. ¿Utiliza alguna metodología o modelo de desarrollo de software para el desarrollo de proyectos? ¿Cuál?

La respuesta de la empresa a esta pregunta fue el uso del modelo de cascada.

B. ¿Cuál es el nivel de dificultad que implica el cumplimiento de los Productos de Trabajo?

Los productos de trabajo que representan una “dificultad alta” para la empresa fueron: registro de trazabilidad, reporte de verificación y reporte de validación. Por otro lado, los productos de trabajo que representan una “dificultad media” fueron: especificación de requisitos, diseño de software y el respaldo del repositorio del proyecto. El resto de los productos de trabajo representaban “dificultad baja” o “dificultad muy baja”.

C. ¿Qué técnicas se utilizan actualmente en su empresa?

La respuesta de la empresa fue reuniones y diagrama de Gantt.

D. ¿Qué herramientas utiliza actualmente para implementar el estándar ISO/IEC 29110?

Las herramientas utilizadas por la empresa son: Microsoft Office (word/excel), GitHub y Gantt Project.

5.1.4.2. Comparación de herramientas

La sección 2 del cuestionario tiene como objetivo identificar la recolección de datos de las herramientas que la empresa utiliza en la actualidad. Mientras que en la sección 3 se identifican los mismos datos que en la sección 2, pero tomando como referencia las herramientas propuestas por la plataforma H|29110.

En el siguiente apartado, se muestra el análisis de los datos de las herramientas que la empresa señaló (Microsoft Office (word/excel), GitHub y Gantt Project), y las herramientas propuestas (Confluence y Aqua).

La estructura de las siguientes Figuras (Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26 y Figura 27) siguen el siguiente esquema:

- En el eje vertical se encuentra la escala de evaluación, que va desde “muy malo” hasta “muy bueno”.
- De color naranja se encuentran agrupadas las herramientas que la empresa ya estaba utilizando en sus procesos de desarrollo de software actuales.
- Finalmente, de color azul se encuentran las herramientas recomendadas por la plataforma H|29110.

E. ¿Qué opina de la cobertura de los respectivos productos de trabajo del estándar ISO/IEC 29110 por las herramientas?

Se señaló con una cobertura “buena” a las herramientas que ya implementaban, Microsoft Office, GitHub y Gantt Project. Por otro lado, la cobertura de los respectivos productos de trabajo por parte de las herramientas propuestas por la plataforma H|29110, Confluence y Aqua, fueron valoradas como “muy buena” (véase Figura 22).

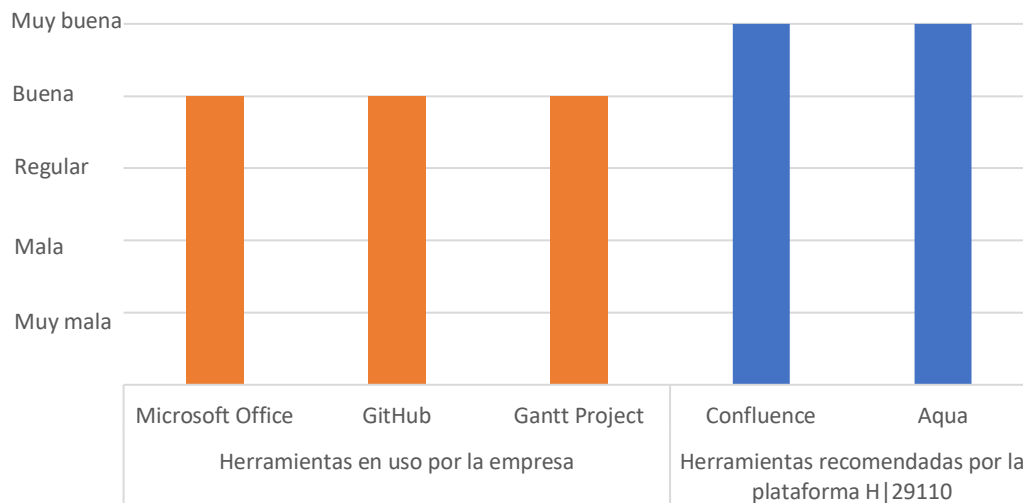


Figura 22. Cobertura de los Productos de Trabajo por las herramientas.

F. ¿Qué opina de la apariencia de la interfaz de las herramientas?

La empresa valoró con una interfaz “regular” a la herramienta Gantt Project. La valoración de la interfaz a las herramientas Microsoft Office, GitHub y Aqua, fue “buena”. Finalmente, la interfaz de la herramienta Confluence fue valorada como “muy buena” (véase Figura 23).

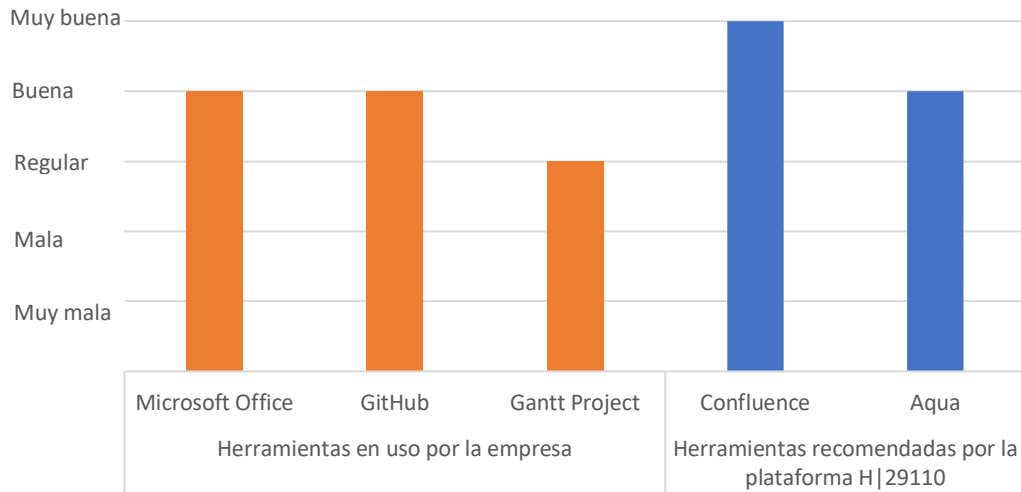


Figura 23. Apariencia de la interfaz gráfica de las herramientas.

G. ¿Qué opina de la facilidad de uso de las herramientas?

La empresa valoró como “regular” a dos de las herramientas que ya implementaban y a una de las herramientas que la plataforma H|29110 propuso: GitHub, Gantt Project y Aqua respectivamente. Por otro lado, se valoró con una “buena” facilidad de uso a Microsoft Office y como “muy buena” a la herramienta Confluence (véase Figura 24).

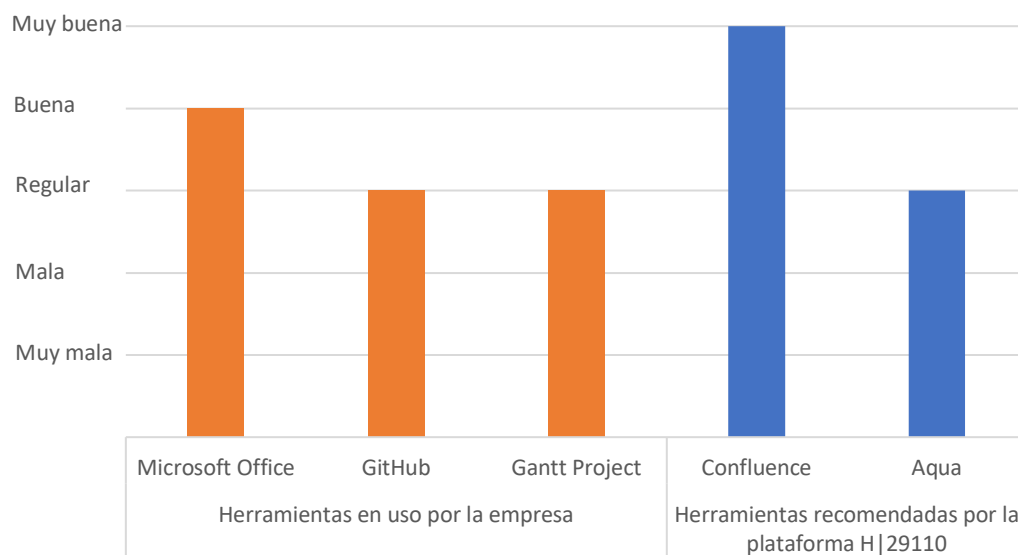


Figura 24. Facilidad de uso de las herramientas.

H. ¿Qué opina del trabajo colaborativo de las herramientas?

El trabajo colaborativo en las dos herramientas que propuso la herramienta H|29110, Confluence y Aqua, fueron valoradas como “regular”, al igual que la herramienta Gantt Project que ya implementaba la empresa. Por otro lado, las herramientas Microsoft Office y GitHub tuvieron una valoración “muy buena” con respecto al trabajo colaborativo (véase Figura 25).

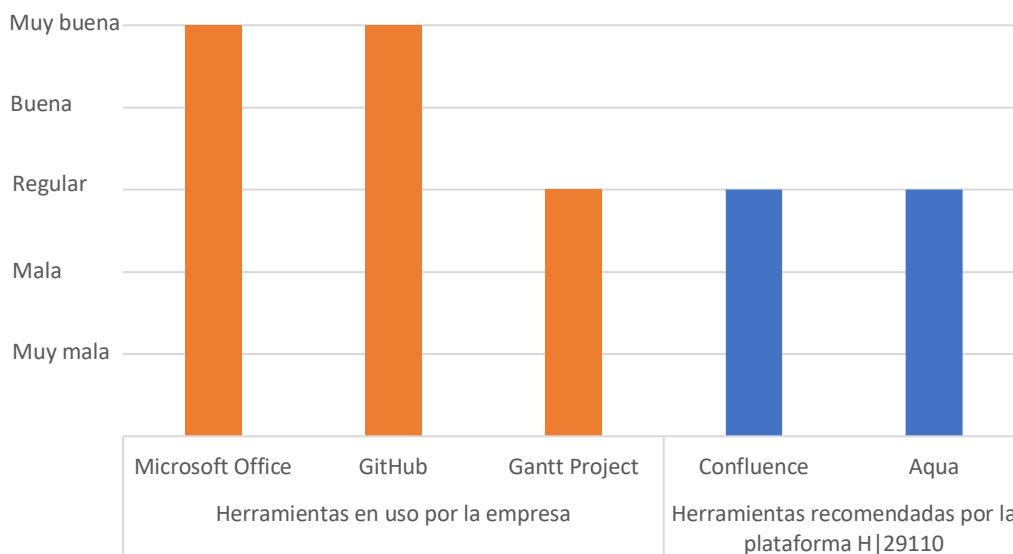


Figura 25. Trabajo colaborativo de las herramientas.

I. ¿Qué opina del rendimiento de las herramientas?

El rendimiento de las tres herramientas que ya implementaba la empresa y un de las herramientas propuestas por la plataforma H|29110 (Microsoft Office, GitHub, Gantt Project y Confluence, respectivamente), fue valorado como “bueno”. Por otro lado, la herramienta restante Aqua, propuesta por la plataforma H|29110, tuvo una valoración de “muy bueno” (véase Figura 26).

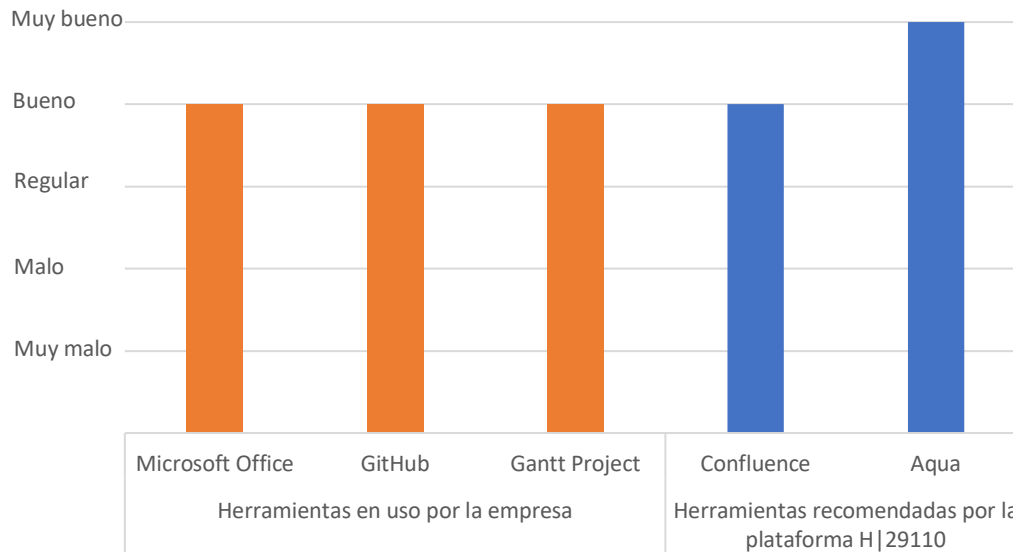


Figura 26. Trabajo colaborativo de las herramientas.

J. ¿Qué opina de la disponibilidad de las herramientas?

La disponibilidad de una de las tres herramientas ya implementadas por la empresa, Gantt Project, fue valorada como “regular”, mientras que las otras dos restantes, Microsoft y GitHub, fueron valoradas con una disponibilidad “buena”. Por otro lado, las dos herramientas sugeridas por la plataforma H|29110, Confluence y Aqua, fueron valoradas con una disponibilidad “muy buena” (véase Figura 27).

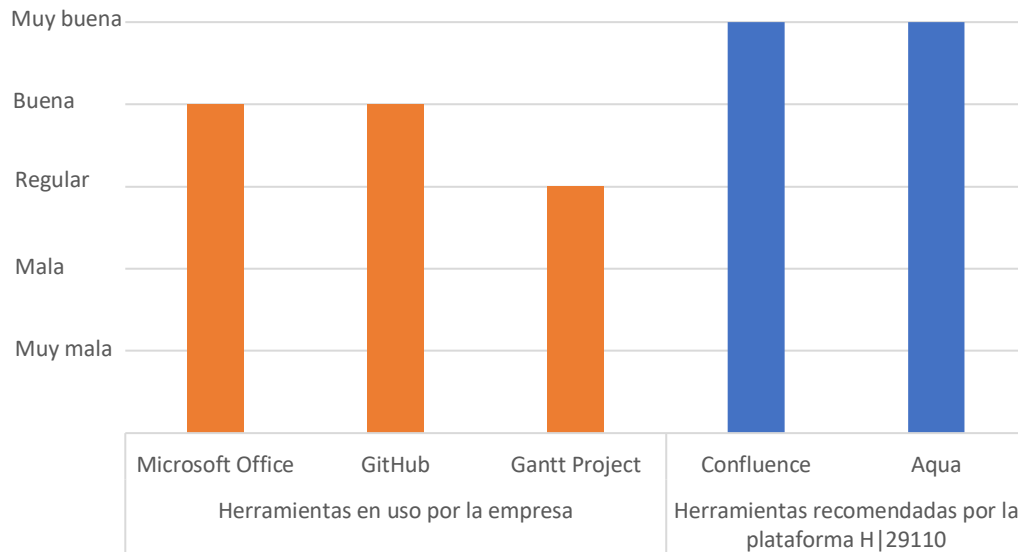


Figura 27. Trabajo colaborativo de las herramientas.

5.1.4.3. Opinión de la plataforma H|29110

La segunda parte de la sección 3 del cuestionario tiene como objetivo conocer la opinión de la utilidad de la plataforma H|29110.

K. ¿Se conocían alguna de las herramientas propuestas por la plataforma? ¿Cuáles?
La respuesta de la empresa fue “ninguna”.

L. ¿Qué opina de las herramientas propuestas?
La respuesta de la empresa fue “bastante útiles en su versión gratuita”.

M. ¿Qué opina de la plataforma web "H|29110"?
La respuesta de la empresa fue “Es una plataforma que apoya a seleccionar herramientas para el apoyo de la creación y gestión de productos de trabajo de la norma ISO. Como comentario: para muchas personas serán nuevas las herramientas y es difícil la curva de aprendizaje en ocasiones, se sugiere tener algunos videos introductorios de las herramientas propuestas”.

5.1.5. Reporte de los resultados

En el siguiente apartado se encuentran los hallazgos encontrados a partir de la aplicación del presente caso de estudio.

5.1.5.1. Observaciones previas

De acuerdo con el paso 2 del proceso de recolección de datos, identificado en el apartado 5.1.3., se realizó una reunión con la empresa. Esta reunión tuvo como objetivo observar y responder dudas respecto a la interacción con la plataforma H|29110. De dicha reunión se identificaron las siguientes observaciones:

- El uso de las plantillas no fue de mucha utilidad, ya que la empresa ya tenía implementado el estándar ISO/IEC 29110 y ya tenían identificados sus procesos de desarrollo de software. Aun así, el personal de la empresa también mencionó que estas plantillas bien pudieron haberles sido de utilidad cuando se encontraban en sus primeras etapas de implementación del estándar.
- La empresa consultó plantillas específicas para comparar y complementar las plantillas que ya tenían establecidas dentro de la empresa.
- En el tiempo destinado para la reunión, se observó que la mayoría de las herramientas que se utilizaban dentro de la empresa son de pago, entre estas se encontraban Lucid Chart, Visio y Microsoft Office.
- La empresa optó por revisar todos los productos de trabajo, aunque mostraron mayor interés por las propuestas de herramientas correspondientes al Registro de Trazabilidad.

Además de las observaciones anteriores, se registraron las siguientes recomendaciones proporcionadas por el personal de la empresa:

- Agregar a la plataforma un módulo de Loguin, con el fin de permitir al usuario gestionar una cuenta, en la cual pueda guardar y seleccionar las herramientas del conjunto de propuestas que ofrezca la plataforma
- Agregar herramientas que permitan la creación y edición de diagramas de Gantt, como opción para el desglose de tareas en el Plan de Proyecto.

5.1.5.2. Interpretación del cuestionario

Al comparar los productos de trabajo que representaban una “dificultad alta” y “dificultad media” para la empresa, con aquellos identificados en la Tabla 12 (productos de trabajo identificados en la revisión sistemática de la literatura y estado de la práctica, que representaban dificultad al implementarlos), se coincide en la problemática de todos los

productos de trabajo mencionados por la empresa, a excepción de la especificación de requisitos.

Respecto a las técnicas que mencionó la empresa, coincide con los resultados arrojados por el estado del arte y el estado de la práctica en la Tabla 11.

Por otro lado, las herramientas que utiliza la empresa, GitHub y Gantt Project, se encuentran también identificadas en la Tabla 10, en la revisión sistemática de la literatura y estado de la práctica.

El cuestionario tenía como objetivo conocer la opinión de la empresa respecto a diferentes aspectos de las herramientas (cobertura de productos de trabajo, apariencia de la interfaz, facilidad de uso, trabajo colaborativo, rendimiento y disponibilidad), tanto de las herramientas que ya se usaban como las que propuso la plataforma H|29110, para posteriormente hacer la comparación de estas (Tabla 16).

Tabla 16. Comparación de las herramientas del cuestionario.

	Microsoft Office	GitHub	Gantt Project	Confluence	Aqua
Cobertura de productos de trabajo	Buena	Buena	Buena	Muy buena	Muy buena
Apariencia de interfaz	Buena	Buena	Regular	Muy buena	Buena
Facilidad de uso	Buena	Regular	Regular	Muy buena	Regular
Trabajo colaborativo	Buena	Buena	Regular	Regular	Regular
Rendimiento	Buena	Buena	Buena	Buena	Muy buena
Disponibilidad	Buena	Buena	Regular	Muy buena	Muy buena

En este caso, Microsoft Office es utilizado por la empresa para cumplir con la mayor parte de los productos de trabajo que señala el estándar (tales como: Enunciado de Trabajo, Plan de Proyecto, Especificación de Requisitos, etc.). Como se observa en la Tabla 16, Microsoft Office fue valorado en todos los aspectos evaluados como una “buena” herramienta.

GitHub, también fue valorada en todos los aspectos como “buena” a excepción de la facilidad de uso, en la cual fue valorada como “regular”. Esta evaluación se puede relacionar con la respuesta de la pregunta B. Ya que la empresa señala cierta problemática con el respaldo del repositorio del proyecto.

Por otro lado, Gantt Project fue la herramienta con las valoraciones más bajas. Gantt Project fue valorada como “buena” en la cobertura de productos de trabajo y rendimiento, mientras que, en la apariencia de la interfaz, facilidad de uso, trabajo colaborativo y disponibilidad fue valorada como “regular”.

Respecto a Confluence, es una herramienta que se propuso como una opción para la edición de documentos que, si bien no es tan robusta como Microsoft Office, tiene características

que pueden ser adaptadas para cumplir con elementos que requiere el estándar. Se puede observar en la Tabla 16 que la valoración de esta herramienta fue una de las más altas. Sin embargo, en el aspecto de trabajo colaborativo fue evaluado como “regular”. Se interpreta que esta última evaluación se debe a la falta de práctica en el uso colaborativo que ofrece la herramienta, ya que esta permite interacciones variadas entre los respectivos gestores de contenido por proyectos.

Finalmente, Aqua es una herramienta que ayuda en el cumplimiento de varios productos de trabajo relacionados con la Gestión de Requisitos (Especificación de Requisitos, Casos y Procedimientos de Pruebas, Reporte de Pruebas y Registro de Trazabilidad), por lo que se esperaba que la valoración de la cobertura de productos de trabajo fuera alta. Aqua fue una herramienta bien valorada en los aspectos evaluados, a excepción de la facilidad de uso y el trabajo colaborativo, lo cual se coincide y se esperaba debido a que la curva de aprendizaje es menos intuitiva y el acceso a varios usuarios es limitado. Aun así, a lo largo de las reuniones, la empresa demostró gran interés en esta herramienta.

En la parte de la sección final del cuestionario, la empresa señaló que desconocía las herramientas propuestas por la plataforma y también señaló la utilidad de aquellas que implementaron a lo largo del presente estudio de caso.

Como recomendación final por parte de la empresa, se sugirió la creación de contenido visual (videos tutoriales) que ayuden con la formación del uso de las herramientas que se propongan por la plataforma H|29110, ya que solo se cuenta con la documentación oficial (manuales) de cada herramienta.

Capítulo 6. Conclusiones

En el siguiente capítulo se muestran las conclusiones de los resultados obtenidos del desarrollo de la presente tesis, así como el trabajo futuro y los logros obtenidos derivados de la presente investigación.

6.1. Conclusiones

El resultado obtenido del desarrollo de esta tesis consiste en proponer una manera de ayudar en el proceso de implementación del estándar ISO/IEC 29110 a las EMPs mediante el uso de una plataforma web que se desarrolló para la implementación de una guía para la selección de herramientas de software para facilitar la adopción del estándar. La guía desarrollada tiene como objetivo ayudar a 2 tipos de organizaciones: (1) EMPs que están iniciando el proceso de implementación del estándar por primera vez, y con el fin de ayudar a dicho proceso se desea implementar el uso de herramientas, y (2) EMPs que ya tienen experiencia en el estándar, pero desean automatizar los procesos que ya tienen definidos con la ayuda de herramientas.

El desarrollo del presente trabajo de investigación toma como base la identificación de la revisión sistemática (estado del arte) y el análisis de las prácticas de 19 organizaciones de desarrollo de software del Estado de Zacatecas, México (estado de la práctica). El objetivo de la identificación del estado del arte y el estado de la práctica es identificar las herramientas y/o técnicas asociadas al desarrollo del software utilizando el estándar ISO/IEC 29110, así como también identificar las problemáticas asociadas a su implementación. Los hallazgos y conclusiones encontrados a partir del Estado del arte y el Estado de la práctica son los siguientes:

- No se encontraron estudios que recomienden una serie de herramientas a partir de las características de cualquier organización, que ayuden en la implementación del estándar ISO/IEC 29110.
- La mayoría de las herramientas y técnicas sugeridas están principalmente orientadas a ayudar en la implementación del proceso GP, del estándar.
- Por otro lado, las problemáticas señaladas tanto por el estado del arte y el estado de la práctica son en su mayoría relacionadas con las actividades relacionadas con Pruebas, en el proceso IS.

A partir de la comparativa entre el estado del arte y el estado de la práctica, se obtienen como conclusión que no se han realizado trabajos de investigación que se enfoquen en proponer herramientas que ayuden en la implementación del estándar ISO/IEC 29110.

Tomando como base los objetivos específicos, se concluye lo siguiente:

- Se identificó el estado del arte de problemáticas y/o barreras al implementar el estándar ISO/IEC 29110.
- Se identificó el estado del arte de herramientas y/o técnicas utilizadas para la implementación estándar ISO/IEC 29110.
- Se identificó el estado de la práctica de problemáticas y/o barreras, así como herramientas utilizadas para la implementación del estándar ISO/IEC 29110.
- Se realizó una trazabilidad entre el estado del arte y el estado de la práctica.
- Se identificaron herramientas y/o técnicas que dan soporte al estándar ISO/IEC 29110.
- Se creó una guía conformada por rutas de recomendación para la selección de herramientas, de acuerdo con las características de las organizaciones.
- Se validaron las rutas creadas mediante un estudio de caso en una empresa de desarrollo de software.

6.2. Trabajo futuro

Como trabajo futuro se plantea realizar las siguientes modificaciones en la plataforma web:

- Realizar las mejoras identificadas en el estudio de caso.
- Ampliar la cantidad de empresas en un nuevo estudio de caso, que incluyan organizaciones que inician el proceso de implementación del estándar ISO/IEC 29110, y organizaciones que ya cuentan con experiencia en el estándar.
- Agregar herramientas al listado de recomendaciones de la plataforma, con base en las retroalimentaciones de las organizaciones que utilicen la plataforma.
- Dar mantenimiento de acuerdo con las retroalimentaciones proporcionadas por las organizaciones que utilicen la plataforma.
- Realización de dos artículos en el cual se aborda el uso de las herramientas utilizadas en el presente trabajo de investigación.

6.3. Logros Académicos

A continuación, se describen los logros académicos obtenidos a partir de la presente investigación:

6.3.1. Productos académicos

- J. Mejía, M. Muñoz, P. Montoya-Méndez, H. Girón-Bobadilla and I. Rodríguez-Maldonado, "ISO/IEC 29110 implementation tools proposal (basic profile)," 2019

8th International Conference on Software Process Improvement (CIMPS), Leon, Guanajuato, Mexico, 2019, pp. 1-11, doi: 10.1109/CIMPS49236.2019.9082430.

Referencias

- Andagon. (s.f.). *Aqua manual*. Recuperado el Julio de 2020, de <http://aquawiki.andagon.com/>
- Appium. (s.f.). *Introductionto Appium*. Recuperado el Julio de 2020, de <http://appium.io/docs/en/about-appium/intro/>
- Asana. (s.f.). *Asana Guide*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://asana.com/es/guide>
- Atlassian. (s.f.). *Confluence Support*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://support.atlassian.com/confluence-cloud/resources/>
- Atlassian. (s.f.). *How to Use Bitbucket Cloud*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://bitbucket.org/product/guides>
- Atlassian. (s.f.). *Jira Software Support*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://support.atlassian.com/jira-software-cloud/resources/>
- Atlassian. (s.f.). *Trello Help*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://help.trello.com/category/698-category>
- Bergmann, S. (s.f.). *PHPUnit Manual*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://phpunit.readthedocs.io/es/latest/>
- Bizagi. (s.f.). *Guía de Usuario de Bizagi Process Modeler*. Recuperado el Julio de 2020, de <http://help.bizagi.com/process-modeler/es/>
- Britt, J., & Neurogami. (s.f.). *TEST::Unit::Options*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://ruby-doc.org/stdlib-2.0.0/libdoc/test/unit/rdoc/Test/Unit/Options.html>
- Christos, K., & Aschenfeld, D. (s.f.). *Online Signature*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://onlinesignature.com/>
- Comisión Europea. (2014). Reglamento (UE) nº 651/2014 de la Comisión. *Diario Oficial de la Unión Europea, DOUE-L-2014-81403(187)*, 78.
- Definición.de*. (2017). Recuperado el 11 de 2019, de <https://definicion.de/automatizacion/>
- Durán, A. (s.f.). *Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Sevilla*. Recuperado el Julio de 2020, de http://www.lsi.us.es/descargas/descarga_programas.php?id=3
- Eccam. (s.f.). *ReqView Documentation*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://www.reqview.com/doc/welcome>

- Fernández Benavidez, R. (2012). *Berly II: Desarrollo con Gráficos en EXIRION/OS*. México: Nova32 Development Software.
- GitLab. (s.f.). *GitLab Docs*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://docs.gitlab.com/ee/install/README.html>
- González, D. L. (2005). Industria Mexicana del Software. Un estudio en cifras. *Software Guru*(09). Obtenido de <https://sg.com.mx/revista/9/industria-mexicana-cifras#:~:text=El%20estudio%20revela%20que%20el,de%20empleados%20mayor%20a%20100>).
- Google. (s.f.). *G Suite*. Recuperado el Julio de 2020, de https://www.google.com/intl/es_mx/docs/about/
- Google. (s.f.). *G Suite*. Recuperado el Julio de 2020, de https://www.google.com/intl/es_mx/sheets/about/#start
- Google. (s.f.). *Google Drive*. Recuperado el Julio de 2020, de https://www.google.com/intl/es_ALL/drive/using-drive/
- Google. (s.f.). *Hangouts Help*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://support.google.com/hangouts/?hl=en#topic=6386410>
- HotGloo. (s.f.). *Gloomaps*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://www.hotgloo.com/gloomaps>
- INEGI. (2018). INEGI Presenta Resultados de la Encuesta Nacional Sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) 2018. En A. Asociación Mexicana de Secretarios de Desarrollo Económico (Ed.), *Comunicado de Prensa Num. 448/19*, (pág. 16).
- International Organization for Standardization. (2011). *ISO/IEC 29110-4-1:2011 Software engineering -- Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) -- Part 4-1: Profile specifications: Generic profile group*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/51154.html>
- ISO. (2012). *Plataforma de navegación en línea*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso-iec:17024:ed-2:v1:es>
- ISO/IEC WG24. (2012). ISO/IEC 29110: Perfiles del ciclo de vida para las pequeñas organizaciones (PO). Parte 5-1-2: Guía de gestión e ingeniería: Grupo de perfil genérico. Perfil básico.
- JUnit. (s.f.). *JUnit 5 User Guide*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://junit.org/junit5/docs/current/user-guide/>

- K. Yin, R. (2003). Investigación Sobre Estudio de Casos, Diseño y Métodos. En *Applied Social Research Methods Series* (Segunda edición ed., Vol. 5). London: SAGE Publications.
- Kagan, J. (4 de 2019). <https://www.investopedia.com/terms/b/body-of-knowledge.asp>. (Investopedia) Recuperado el 11 de 2019, de <https://www.investopedia.com/terms/b/body-of-knowledge.asp>
- Kickass Software. (s.f.). *draw.io Learning*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://drawio-app.com/learning/>
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University, Computer Science, Australia: Technical Report.
- Konrad, M., Chrissis, M. B., & Shrum, S. (2012). CMMI para Desarrollo. Centro de Estudio Ramón Arees, S.A.
- Laporte Y., C. (Marzo de 2016). *ResearchGate*. Recuperado el Noviembre de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/299380599_ISOIEC_29110_Normas_y_guias_de_ingenieria_de_software_y_sistemas_para_entidades_muy_pequeñas
- López Duque, M. E., Restrepo de Ocampo, L. E., & López Velásquez, G. L. (2013). Resistencia al cambio en organizaciones modernas. *Scientia et Technica*, 18(1), 149-157.
- Lupu, A. V. (s.f.). *GitHub C4-Builder*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://adrianvlupu.github.io/C4-Builder/#/?id=overview>
- MeisterLabs. (s.f.). *MeisterTask Help Center*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://support.meistertask.com/hc/en-us>
- Microsoft. (s.f.). *Ayuda de Skype*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://support.skype.com/es/skype/all/>
- Microsoft. (s.f.). *Ayuda y aprendizaje de OneDrive*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://support.microsoft.com/es-mx/onedrive?ui=es-es&rs=es-mx&ad=mx>
- Muñoz, M., Mejía, J., & Laporte, C. Y. (2018). Reinforcing Very Small Entities Using Agile Methodologies with the ISO/IEC 29110. *CIMPS 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 865, 88-98.
- NYCE. (s.f.). *Certificaciones de sistemas ISO/IEC 29110*. Recuperado el Abril de 2019, de <https://www.nyce.org.mx/certificacion-isoiec-29110/>
- Peralta Márquez, M. d. (2020). *AQUIII*. Zacatecas, Zac.
- PlantUML. (s.f.). *PlantUML in a nutshell*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://plantuml.com/>

- Python Software Foundation. (s.f.). *Unittest - Unit testing framework*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://docs.python.org/3/library/unittest.html>
- Rodríguez Bu, E. L. (2011). *Pautas para la elaboración de Estudios de Caso*. BID Sector de Conocimiento y Aprendizaje.
- Ruiz Mercader, J., & Martín León, I. (Octubre de 2002). *Efecto de las herramientas facilitadoras del aprendizaje sobre los resultados empresariales*. España: Researchgate.
- Salgado, G. (s.f.). *MoProSoft: Un modelo para mejorar la calidad del software en México*. . (Conogasi) Recuperado el Febrero de 2019, de <http://conogasi.org/articulos/moprosoft-un-modelo-para-mejorar-la-calidad-del-software-en-mexico/>
- Sánchez Arias, L. F., & Solarte Pazos, L. (2009). El cuerpo de conocimientos del Project Management Institute-PMBOK® Guide, y las especificidades de la gestión de proyectos. Una revisión crítica. *Innovar*, 20(37), 89-100.
- Smallpdf AG. (s.f.). *Firmar PDF*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://smallpdf.com/es/firmar-pdf>
- Smith, A. (s.f.). *Github OSRMT*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://github.com/osrmt/osrmt/>
- Software Freedom Conservancy. (s.f.). *The Selenium Browser Automation Project*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://www.selenium.dev/documentation/en/>
- Sommerville, I. (2005). Introducción a las computadoras. En *Ingeniería del Software* (pág. 6). Madrid, España: Pearson Addison Wesley.
- The NUnit Project. (s.f.). *NUnit Documentation Site*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://docs.nunit.org/>
- Zoom Video Communications. (s.f.). *Zoom Centro de Ayuda*. Recuperado el Julio de 2020, de <https://support.zoom.us/hc/en-us>

Anexos

En el siguiente apartado se encuentra el contenido que se ha referenciado en el presente estudio, y que ayuda a ampliar la información que ya se ha presentado anteriormente.

Anexo 1

Enlace al documento Excel correspondiente a la extracción de datos del Estado del Arte:

<https://drive.google.com/file/d/1RLUpw9LYB28rsZQJki4TBcIlyVBPm27O/view?usp=sharing>

Anexo 2

Enlace al documento Excel correspondiente a la clasificación de herramientas:

https://drive.google.com/file/d/1Z_5P2RAw3ou0ghn31ZhsXsNrtwZp5tN_/view?usp=sharing

Anexo 3

Enlace al documento draw.io correspondiente al modelado de rutas de los Productos de Trabajo:

<https://drive.google.com/file/d/1SuNW-ox5xl-ir6Jzo0tnRDES5-75r3u0/view?usp=sharing>

Anexo 4

Enlace al formulario y las respuestas de la aplicación del cuestionario del estudio de caso:

<https://drive.google.com/file/d/1HA65qZW1i7s5r4DLzZcIgaTxNzEQX9iC/view?usp=sharing>