

# Apoyando a las Mipymes en la Evaluación Interna de Procesos y Proyectos para la Certificación en la Norma ISO/IEC 29110

Jezreel Mejía<sup>1</sup>, Edgar Bonilla<sup>1</sup>, Israel Faustino<sup>1</sup>, Einar Jhordany<sup>1</sup>, Elizabeth Villanueva<sup>1</sup>

{jmejia; edgar.bonilla; israel.faustino; einar.serna; elizabeth.villanueva}@ciimat.mx

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Matemáticas, Parque Quantum, Ciudad del Conocimiento, Av. Lassec, Andador Galileo Galilei, Manzana, 3 Lote, 7 CP 98160 Zacatecas, ZAC, Mexico.

DOI: 10.17013/risti.41.80-96

**Resumen:** Las Mipymes de desarrollo de software son muy importantes para el desarrollo general en cualquier país. Esto genera la necesidad de crear modelos y estándares de acuerdo a su tamaño y características. Además, este tipo de empresas enfrentan problemas como falta de conocimiento, de personal capacitado y de experiencia en la implementación de modelos y normas de calidad, aun cuando ya existen normas ajustadas a su tamaño como lo es la norma ISO/IEC 29110. Este artículo propone una herramienta que apoye a las Mipymes a evaluar los procesos y el proyecto con base a la norma ISO/IEC 29110 para presentarse en una futura certificación. Para ello, la herramienta fue implementada en una Mipyme de desarrollo de software previo a iniciar un proceso de certificación en esta norma. Después de la implementación de esta herramienta, la Mipyme obtuvo la certificación en la norma ISO/IEC 29110 de una manera mas controlada y guiada, ya que le permitió solucionar las observaciones con antelación antes de presentarse a un proceso de certificación.

**Palabras-clave:** Herramienta; Mejora; Evaluación, ISO/IEC 33002, ISO/IEC 292110.

## *Supporting VSEs to assess internal processes and projects for certification in the Standard ISO/IEC 29110*

**Abstract:** Very Small Entities (VSE) are very important in the software product and service development sector. Therefore, it is necessary to implement models and/or standards according to their size and features. Moreover, this kind of enterprises face problems such as lack of knowledge, trained personnel and experience in the implementation of this type of norms even when there are already standards adjusted to their size such as ISO/IEC 29110. This article proposes a tool that supports VSEs to assess the processes and the project based on the ISO/IEC 29110 standard to be presented in a future certification. For this, the tool was implemented in a Software development VSE prior to starting a certification process in this standard. After the implementation of this tool, the VSE obtained the certification in the ISO/IEC 29110 standard in a more controlled and guided way, since it allowed it to solve the observations in advance before starting a certification process.

**Keywords:** Tool; GP and IS; Improvement; Assessment, ISO/IEC 33002, ISO/IEC 292110.

## 1. Introducción

Hoy en día, las Mipymes en la industria del desarrollo de software representan mas del 92% en varios países. Además, la producción de productos y servicios de software de estas tienen un impacto en empresas medianas y grandes, ya que son uno de sus principales proveedores (Meathawachananont et al., 2020; Galván-Cruz et al., 2020). En el contexto de México, de acuerdo al informe publicado por la Encuesta Nacional de Productividad y Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (ENAPROCE) en (INEGI, 2018), existían alrededor de 4 millones de empresas en México de las cuales el 97.3% de ellas son Mipymes. Por lo tanto, este tipo de empresas también requieren de la aprobación de alguna evaluación de habilidades, así como, conocimientos en el seguimiento de algún modelo o norma aplicado de manera integra que certifique la calidad de productos y servicios de software que desarrollan (Laporte & Mejía, 2020).

En este contexto, se ha creado la norma ISO/IEC 29110 (Meathawachananont, 2020) que se ajusta al tamaño de este tipo de organizaciones con hasta 25 personas en la implementación de procesos relacionados a la Gestión de Proyectos (GP) e Implementación del Software (IS). Esta norma, define una serie de elementos de proceso como lo son actividades, tareas y productos de trabajo para gestionar y desarrollar un proyecto de desarrollo de software (ISO/IEC 29110, 2011). Sin embargo, aun cuando esta norma se ha ajustado a este tipo de empresas (Laporte & Mejía, 2020), enfrentan problemas para su implementación como no contar con el conocimiento y recursos necesarios para hacerle frente en su adecuada implementación, además de, personal capacitado, siendo estos problemas incidentes para saber cómo interpretar y entender todos los componentes de la norma 29110. Además, estos problemas se acentúan aun más al momento de iniciar un proceso de auditoria para obtener la certificación con respecto a esta norma (Laporte & Mejía, 2020), desconociendo los requisitos mandatorios, su estructura que indica esta norma al momento de ser auditados.

Por lo tanto, este artículo propone una herramienta que apoye a las Mipymes en la Evaluación Interna de Proyectos y Procesos para la Certificación en la Norma ISO/IEC 29110. Esto permitirá dar a conocer el porcentaje de cobertura a nivel de proceso y del proyecto y mejorar la implementación de esta norma en las Mipymes antes de iniciar el proceso de certificación. Para llevar a cabo esta propuesta se ha realizado el análisis de la norma ISO/IEC 29110 y de la norma ISO/IEC 33002 (ISO/IEC 33002, 2015), con el fin de establecer en la herramienta que se propone todos los requisitos mandatorios a ser evaluados. Esta herramienta permitirá evaluar, validar, e identificar las oportunidades de mejora en los procesos y el proyecto para poder obtener la certificación dentro de este tipo de organizaciones.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera: después de la introducción, en la segunda sección, se describe de manera general la norma ISO/IEC 29110; en la tercera sección, se describe de manera breve la norma ISO/IEC 33002; en la cuarta sección, se presentan los elementos principales que se toman en cuenta en el proceso de evaluación para cumplimiento; en la quinta sección, se presenta la herramienta propuesta; la sexta

sección se presenta un estudio de caso, y finalmente en la última sección, las conclusiones y el trabajo futuro posible a desarrollar son presentados.

## 2. ISO/IEC 29110

Esta norma es una nueva serie de Normas e Informes Técnicos que llevan como título “Ingeniería de Software–Perfiles de Ciclo de Vida para Pequeñas Organizaciones. Una PO (VSE por sus siglas en inglés – Very Small Entities) se define como una entidad (empresa, organización, departamento o proyecto) que tiene menos de 25 personas. La mayoría de las PYMES de software pertenecen a la categoría VSE (Meathawachananont et al., 2020). Esta norma contiene dos áreas de proceso, las cuales se describen a continuación:

### 2.1. Proceso de Gestión de Proyectos (GP).

El propósito de GP es establecer y llevar a cabo de manera sistemática las tareas del proyecto de implementación de software, lo que permite cumplir con los objetivos del proyecto respecto a la calidad, tiempo y costos esperados (ISO/IEC, 2011).

El proceso de GP consta de cuatro actividades y cada actividad con un número de tareas específicas:

GP 1. Planificación del Proyecto. 15 tareas.

GP 2. Ejecución del Plan del Proyecto. 6 tareas.

GP 3. Evaluación y control del Proyecto. 3 tareas.

GP 4. Cierre del Proyecto. 2 tareas.

Cada una de estas actividades con sus tareas producen alguno de los siguientes productos.

**Productos de Entrada:** los productos de Entrada son necesarios para realizar las tareas del proceso de GP. Los productos de entrada son:

- Enunciado del Trabajo.
- Configuración del Software.
- Solicitud de Cambio.

**Productos Internos:** los productos internos para el proceso de GP son generados y consumidos por el mismo proceso. Los productos internos son:

- Solicitud de Cambio
- Acciones Correctivas.
- Acta de Reunión.
- Resultados de Verificación.
- Reporte de Avance.
- Respaldo del Repositorio del Proyecto.

**Productos de Salida:** los productos de salida señala son aquellos que se generan al realizar las tareas del proceso de GP. Los productos de salida son:

- Plan de Proyecto.
- Acta de Aceptación.
- Repositorio del Proyecto.
- Acta de Reunión.
- Configuración de Software.

## 2.2. Proceso de Implementación de Software (IS)

El propósito del proceso IS es la realización sistemática del análisis, el diseño, actividades de construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados de acuerdo con los requisitos (ISO/IEC, 2011).

El proceso de IS consta de seis actividades y cada actividad con un número de tareas específicas:

- IS 1. Inicio de la Implementación de Software. 2 tareas.
- IS 2. Análisis de Requerimientos del Software. 7 tareas.
- IS 3. Arquitectura y Diseño Detallado del Software. 8 tareas.
- IS 4. Construcción de Software. 7 tareas.
- IS 5. Integración y Pruebas del Software. 11 tareas.
- IS 6. Entrega del Producto. 6 tareas.

Cada una de estas actividades con sus tareas producen alguno de los siguientes productos.

**Productos de Entrada:** los productos de Entrada son necesarios para realizar las tareas del proceso de IS. Los productos de entrada son:

- Enunciado del Trabajo.
- Plan del Proyecto Gestión de Proyectos.
- Repositorio del Proyecto Gestión de Proyectos.

**Productos Internos:** los productos internos para el proceso de IS son generados y consumidos por el mismo proceso. Los productos internos son:

- Resultados de Verificación.
- Resultados de Validación.

**Productos de Salida:** los productos de salida son aquellos que se generan al realizar las tareas del proceso de IS. Los productos de salida son:

- Configuración de Software:
  - Especificación de Requisitos.
  - Diseño de Software.
  - Registro de Trazabilidad.
  - Componente de Software.
  - Software.
  - Casos de Prueba y Procedimientos de Prueba.
  - Reporte de Pruebas.

- Manual de Operación.
- Manual de Usuario.
- Manual de Mantenimiento.
- Solicitud de Cambio Gestión de Proyectos.

### 3. ISO/IEC 3302

La norma (ISO/IEC 3302, 2015) es un marco para medir el logro del proceso. El marco proporciona un esquema para su uso en la caracterización de la capacidad de un proceso implementado con respecto a un Modelo de Evaluación de Procesos. ISO/IEC 33002 es una versión actualizada de ISO/IEC 15504. Esta norma proporciona cuatro niveles de capacidad y atributos de proceso. Cada atributo define una propiedad medible de la capacidad del proceso. La extensión del logro de los atributos del proceso se caracteriza en una escala de calificación establecida.

La escala de calificaciones de logro aplicada a la evaluación de los atributos del proceso de acuerdo a la Norma ISO/IEC 33002 son:

1. **Nivel o:** proceso incompleto.
2. **Nivel ALPHA:** Proceso realizado.
3. **Nivel BETA:** Proceso articulado.
4. **Nivel GAMMA:** Proceso alineado.

Para lograr los niveles anteriores se establece la siguiente calificación durante la evaluación de los elementos del proceso.

1. **Completamente logrado:** Existe evidencia de un enfoque sistemático y pleno de los atributos de proceso definido en el proceso evaluado. No se detectan debilidades significativas relacionadas con los atributos del proceso evaluado.
2. **Ampliamente logrado:** Se observa un logro significativo y enfoque sistemático. Se detectan implementaciones bajas en algunas áreas del proceso.
3. **Parcialmente logrado:** algunos logros y parcial la adopción de un enfoque sistemático es evidente. Otro los aspectos de los atributos del proceso no están controlados.
4. **No logrado:** poco o ningún logro del proceso atributos.

Los porcentajes de valores que se asignan tomando como referencia esta norma son:

Indicadores de cumplimiento de producto		
Indicador	Descripción	%
Completamente logrado	Cumple con lo establecido por la norma.	85%-100%
Ampliamente logrado	Cumple ampliamente con lo establecido por la norma.	50%-84%
Parcialmente logrado	Cumple parcialmente con lo establecido por la norma.	15%-49%
No logrado	No cumple con lo establecido por la norma.	0-14%

Tabla 1 – Indicadores para evaluación.

Por lo tanto, los valores mostrados en la Tabla 1 son utilizados dentro de la herramienta para obtener el resultado de la evaluación.

#### 4. Proceso de evaluación para cumplimiento

La evaluación que se lleva a cabo tiene como objetivo verificar que se cumplen con los requisitos para la norma ISO/IEC 29110, la cual se divide en dos etapas.

**Etapla 1:** Esta enfocada en evaluar desde el punto de vista del proceso. Para ello, se evalúa que la documentación sea completa y adecuada para los dos procesos GP e IS. Dentro de la documentación que se evalúa como requisito se encuentran: descripción documentada del proceso dentro de la cual se debe demostrar, el modelado del proceso, así como descripción del proceso, el uso de formatos que cumplan con los elementos que solicita cada tarea en cada actividad para cumplir con los productos de entrada, interno o salida. Además, se evalúan los posibles paquetes de despliegue (procedimientos) que sean requeridos o necesarios para apoyar la realización de cada actividad.

**Etapla 2:** Su objetivo es evaluar la implementación y adopción de los procesos de GP e IS dentro de la organización. Para esta etapa, la evidencia de la implementación de los dos procesos se realiza a través de evaluar la realización de las tareas y de los productos de entrada, internos y salida a través de la presentación de un proyecto de software no crítico terminado.

Además, los procesos de Gestión de Proyectos (GP) y de Implementación de Software (IS) deben cumplir los siguientes requisitos mandatorios por cada área de proceso y que son extraídos de los 7 objetivos en cada área de proceso:

##### Proceso de Gestión de Proyectos:

- a. Alcance del proyecto con entregables.
- b. Tareas y recursos asociados con el alcance del proyecto.
- c. Costos, calendario y cuestiones técnicas.
- d. Estimación del calendario, esfuerzo, costos y duración del trabajo.
- e. Recursos humanos planificados.
- f. Plan de proyecto de acuerdo con el alcance, los recursos humanos planificados y tareas definidas.
- g. Aceptación del cliente al plan de trabajo.
- h. Riesgos identificados y modificados, durante la ejecución del proyecto.
- i. Estrategia de control de versiones que incluya, respaldos y recuperación.
- j. Configuración del software que incluya la descripción de su almacenamiento, línea base, manejo y modificaciones.
- k. Progreso del proyecto, respecto a lo planeado.
- l. Correcciones de desviaciones del plan del proyecto de acuerdo a las acciones tomadas.
- m. El equipo de trabajo y el cliente revisan las actividades para asegurar que el trabajo haya sido hecho y cumpla con los requisitos del software y el plan de proyecto.
- n. Seguimiento a los acuerdos resultantes de las actividades de revisión.
- o. Cierre del proyecto tras la aceptación por parte del Cliente.

## Proceso de Implementación de Software:

- a. El plan de proyecto y los requisitos de software, debe ser revisado y comprendido por parte del equipo de trabajo.
- b. Definir los requisitos del Software.
- c. Requisitos del software son adecuados y pueden ser probados.
- d. Aprobación de los requisitos del Software, por parte del Cliente o del patrocinador del proyecto.
- e. Línea base de los requerimientos del Software y comunicarlo a las partes interesadas.
- f. Cambios en los requisitos de software evaluados por costo, cronograma e impacto técnico
- g. Diseño Arquitectónico y detallado del Software, establecer una línea base y comunicarlo a las partes interesadas.
- h. Diseño arquitectónico y detallado del software para describir los componentes del software y sus interfaces internas y externas relevantes.
- i. Consistencia y trazabilidad entre los requisitos del software, la arquitectura del software y el diseño detallado del software.
- j. Producir los componentes de software definidos en el diseño detallado.
- k. Controlar las entregas y poner a disposición de las partes interesadas pertinentes.
- l. Pruebas de unidad entre los requisitos de software y el diseño detallado, para verificar la consistencia.
- m. Consistencia y trazabilidad entre los componentes del software, los requisitos y el diseño.
- n. Documentación del Usuario.
- o. Integrar los componentes para construir el Software.
- p. Probar y verificar el Software, registrar los resultados y comunicarlos al equipo de trabajo.
- q. Corregir los defectos identificados en revisiones, pruebas y verificaciones.
- r. Integrar la configuración de software y almacenarla en el repositorio del proyecto. Establecer una línea base final y comunicarla al equipo de trabajo y al cliente.
- s. Liberar el producto de Software completo para su uso, después de la validación por el cliente o patrocinador del proyecto.

Además, como parte del proceso de evaluación se buscan evaluar elementos de la estructura de los dos procesos de la norma, dentro de los cuales se encuentran:

- *Objetivos específicos:* permiten asegurar el cumplimiento del propósito del proceso.
- *Productos de entrada:* productos necesarios para realizar el proceso y su origen correspondiente, que puede ser otro proceso o una entidad externa al proyecto, como el Cliente.
- *Productos de salida:* productos generados por el proceso y su destino correspondiente, que puede ser otro proceso o una entidad externa al proyecto, como el Cliente o la Alta Dirección.
- *Productos internos:* productos generados y consumidos por el proceso.

5. Evaluando proyectos y procesos con base a la norma ISO/IEC 29110

Para llevar a cabo la evaluación se desarrolló una herramienta tomando en consideración la descripción de todos los elementos que contiene la norma ISO/IEC 29110 y la escala de calificaciones de logro aplicada a la evaluación de los atributos del proceso de acuerdo a la Norma ISO/IEC 33002. Asimismo, de los requisitos mandatorios que se indican en la sección del proceso de evaluación.

Esta herramienta es realizada en una hoja de cálculo de google, con la finalidad de tenerla disponible vía web. Además, la herramienta además de tomar en cuenta los elementos que se evalúan en la primera etapa, se evalúa que existan objetivos de negocio, políticas, Misión, Visión y políticas, así como métricas. La Tabla 2 muestra de manera general las características que conforman a la herramienta.

Módulos	Descripción
Objetivos de la organización.	Consiste en identificar que existen objetivos de la organización, así como, visión, misión, y políticas.
Evaluación de Métricas.	Define una relación de métricas identificadas en tareas del proceso de Gestión.
Evaluación de características del Proceso.	Enlista características que deben ser documentadas en el establecimiento de procesos dentro de las organizaciones, así como de elementos que deben ser demostrados con forme a la estructura de procesos de la norma ISO/IEC 29110.
Evaluación de procedimientos.	Muestra las características que debe contener una documentación de los procedimientos asociados a los procesos de Gestión de proyectos e Implementación del software.
Cumplimiento de requisitos de GP.	Se verifica los 7 objetivos del área de proceso de Gestión de Proyectos.
Cumplimiento de requisitos de IS.	Se verifica los 7 objetivos del área de proceso de Implementación del Software.
Características de productos de trabajo.	Se evalúan las características de los productos de entrada, salida e internos.
Resumen General.	Muestra el resumen de los indicadores cumplidos e incumplidos.
Informe.	Este módulo muestra las observaciones que se recopilaron a través de los módulos anteriores.

Tabla 2 – Módulos de la herramienta

La herramienta utiliza los valores de **Cumple** y **No cumple** para evaluar las características de los elementos a evaluar en cada módulo de la herramienta.

número de Identificar	Tarea Origen	Característica	Observaciones	Cumplimiento	Tarea Destino
AC-01	GP 3.2	Identificación del problema inicial		Cumple	GP 2.3
AC-02		Propuesta de solución	Se coloca en reporte de avance de Sprint	Cumple	
AC-03		Identificación de las Acciones Correctivas a tomar	Reunión de retrospectiva	Cumple	
AC-04		Identificación del responsable que dará conclusión a las Acciones Correctivas.		No cumple	
AC-05		Fecha de apertura		No cumple	
AC-06		Fecha de cierre esperada		No cumple	
AC-07		Indicador de estado		No cumple	
AC-08		Listado de acciones a seguir		No cumple	

Figura 1 – Valores para evaluar las características



Como puede observarse en la Figura 1, la columna “cumplimiento” indica el valor de **cumple** y **no cumple**, asociando una observación a la característica del elemento evaluado. Con ello, la sumatoria de elementos que cumplen o no cumplen, la herramienta calcula y obtiene el indicador de cumplimiento de acuerdo a la Tabla 1. Además, permite obtener una gráfica para visualizar los elementos evaluados para el cumplimiento de la certificación como se muestra en la Figura 2.



Figura 2 – Gráficas para visualizar las características evaluados que se debe cumplir para el elemento y para la certificación del elemento

Como puedo observarse, en la Figura 2 muestra una gráfica superior sobre el cumplimiento de acciones correctivas. En la gráfica inferior muestra el cumplimiento con respecto a la certificación del elemento evaluado.

Esta distribución de elementos mostrados para llevar la evaluación y los gráficos obtenidos se muestran para cada módulo que se utiliza en la Herramienta propuesta. A continuación, se describe cada módulo y en la Figura 3 se muestra de manera gráfica los resultados obtenidos.

1. Objetivos de la organización

En este primer módulo de la herramienta se evalúan los objetivos de la organización para identificar las características que deben contener los objetivos: validados y autorizados por el CEO, específicos y concretos, medibles, realizables, realistas y el tiempo para ser alcanzados. Además, se evalúan características que fortalecen el establecimiento de los objetivos organizacionales como: Misión, Visión y políticas.

## **2. Evaluación de métricas**

En este módulo se evalúan métricas que se han identificado y que tienen origen en el proceso de Gestión de proyecto y que son alimentadas por información o datos en el mismo proceso o desde el proceso de Implementación de Software. Dentro de las métricas identificadas se encuentran:

- Coste técnico y viabilidad de cronograma.
- Estimación del horario, esfuerzo, costo y duración del trabajo.
- Avance del proyecto vs planificación
- Desviaciones en el proyecto durante la ejecución del plan del proyecto.
- Numero de cambios en los requisitos.
- Costo en errores de codificación.
- Eficiencia de eliminación de defectos.

## **3. Evaluación de características del proceso**

Este módulo evalúa características del proceso que deben ser documentadas o deben estar como parte de la documentación del proceso. Las características a evaluar son:

- Narrativa descriptiva del proceso.
- Modelado del ciclo del desarrollo.
- Modelado de proceso.
- Herramienta para el proceso modelado de proceso.
- Modelado de actividades.
- Descripción de iconografía.
- Diccionario de términos.
- Estándar de iconografía.
- Herramientas para realizar las actividades del proceso.
- Métricas para las actividades del proceso.
- Estatus de productos.
- Roles.
- Interacción entre roles de cada tarea, actividades o procesos.
- Identificación de productos de entrada, internos y salida.

## **4. Evaluación de procedimientos**

En esta parte de la herramienta se evalúan características que deben ser incluidas en la documentación de los procedimientos. Dentro de las características se encuentran:

- Propósito.
- Definiciones.
- Descripciones de Procesos, actividades, tareas, pasos, roles y productos.
- Plantillas.
- Ejemplos.
- Lista de verificación.
- Herramientas indicadas.
- Referencias a otros estándares y modelos.

Número de Identificador	Elementos	Tipo de elemento	Observaciones	Porcentaje de cumplimiento entre
1	Objetivos de la organización	Documentación	<div>Cumplimiento de Objetivos</div> <div><div></div></div> <div>Características en "No Cumplimiento"</div>	0%
2	Métricas de proceso	Documentación	<div>Cumplimiento de Métricas de Proceso</div> <div><div></div></div> <div>Características en "No Cumplimiento"</div>	0%
3	Características generales de procesos	Documentación	<div>Cumplimiento de las Características generales...</div> <div><div></div></div> <div>Características en "No Cumplimiento"</div>	0%
4	Procedimientos	Documentación	<div>Cumplimiento de Procedimientos</div> <div><div></div></div> <div>Características en "No Cumplimiento"</div>	0%

Figura 3 – Gráficas para visualizar 4 características necesarios para la evaluación del proceso

La Figura 3 muestra a la Mipyme a manera de resumen el porcentaje de cumplimiento de las 4 primeras características del proceso.

5. Cumplimiento de requisitos de GP

Este modulo evalúa los requisitos que deben cubrirse en el área de proceso de Gestión de proyectos (GP). Para ello, se evalúan los 7 objetivos del área de proceso de GP, así como, los productos de entrada, internos y salida. Dentro de productos se encuentran:

- Enunciado de trabajo.
- Instrucciones de entrega.
- Tareas.
- Recursos.
- Cronograma de tareas.
- Esfuerzo y costo estimado.
- Validación del plan.
- Formación.
- Acta de reunión.
- Acta de aceptación.
- Plan de riesgo.
- Estrategia de control de versiones.
- Repositorio de proyecto.
- Plan de proyecto actualizado.
- Solicitud de cambios.
- Reporte de avance.
- Acciones correctivas.
- Resultados de verificación.
- Configuración del software.

## **6. Cumplimiento de requisitos de IS**

Este modulo evalúa los requisitos que deben cubrirse en el área de proceso de Implementación del software (IS). Para ello, se evalúan los 7 objetivos del área de proceso de GP, así como, los productos de entrada, internos y salida. Dentro de productos se encuentran:

- Plan de proyecto.
- Acta de reunión.
- Ambiente de implementación.
- Especificación de requisitos.
- Solicitudes de cambio.
- Resultados de verificación.
- Configuración del software.
- Diseño del software – Arquitectura.
- Casos y procedimientos de pruebas.
- Registro de trazabilidad.
- Componentes de software.
- Manual de mantenimiento.
- Manual de operación.
- Manual de usuario.
- Software.
- Reporte de pruebas.
- Repositorio del proyecto.
- Acta de aceptación.

## **7. Características de productos de trabajo**

Este módulo evalúa en cada producto de entrada, interno y salida los requisitos que deben cubrirse por cada producto. En este modulo, se identifica la tarea donde se origina el producto, así como la tarea donde será utilizado. Este módulo evalúa las características que deben identificarse en cada producto que se genera en la ejecución de tareas y actividades en cada proceso. Por ejemplo, en el caso de: Casos y procedimientos de prueba, dentro de algunas características a evaluar son:

- Identificar del caso de prueba.
- Elementos a probar.
- Especificaciones de entrada.
- Especificaciones de salida.
- Necesidades del ambiente de pruebas.
- Procedimientos de prueba.

## **8. Resumen general**

Este módulo presenta un resumen de los valores obtenidos de todos los módulos anteriores y permiten visualizar los siguientes elementos, que se muestran en la siguiente Figura 4:

Productos de trabajo	Proceso	Características de cumplimiento certificación	Características totales de certificación	Cumplimiento Norma	Puntos de Mejora	Total Revisado
Evaluación de objetivos		N/A	N/A	2	7	9
Evaluación de métricas		N/A	N/A	10	2	12
Evaluación de procesos		N/A	N/A	10	7	17
Evaluación de procedimientos		N/A	N/A	38	182	220
Indicadores de cumplimiento de Etr	G.P.	8	8	9	0	9
Indicadores de cumplimiento PP		40	40	40	41	81
Indicadores de cumplimiento AR		18	19	11	1	12
Indicadores de cumplimiento RP		13	13	13	0	13
Indicadores de cumplimiento RA		5	8	6	3	9
Indicadores de cumplimiento SC		8	8	12	0	12
Indicadores de cumplimiento AC		3	8	3	5	8
Indicadores de cumplimiento AA		6	6	6	0	6
Indicadores de cumplimiento CS		11	11	11	1	12
Indicadores de cumplimiento RV		4	9	4	5	9
Indicadores de cumplimiento RVA		4	9	4	5	9
Indicadores de cumplimiento MM		6	7	6	2	8
Indicadores de cumplimiento ER		7	13	9	7	16
Indicadores de cumplimiento SW		3	3	3	1	4
Indicadores de cumplimiento CoS		2	2	3	0	3
Indicadores de cumplimiento DS	I.S.	12	16	14	5	19
Indicadores de cumplimiento CPP		11	16	12	5	17
Indicadores de cumplimiento RPr		6	9	6	4	10
Indicadores de cumplimiento RZ		3	3	4	0	4
Indicadores de cumplimiento MU		10	13	11	5	16
Indicadores de cumplimiento AI		N/A	N/A	4	1	5
Indicadores de cumplimiento MQ		11	11	11	1	12

Figura 4 – Resumen general de cumplimiento para proceso y proyecto

Este módulo muestra los indicadores obtenidos. En ella se indica los siguientes indicadores de acuerdo a las columnas siguientes:

- *Características de cumplimiento:* Indica el número de características que han sido evaluados y que son cumplidos.
- *Características totales de certificación:* Indica el número total de características que deben ser cumplidos.
- *Cumplimiento de Norma:* muestra el total de características que deben cumplirse por cada elemento a evaluar.
- *Puntos de Mejora:* Se identifica el numero de puntos a mejorar en toda la documentación presentada por parte del proceso y del proyecto.
- *Total revisado:* Indica el numero de elementos y características revisadas. Este numero puede incrementar de acuerdo a los productos de trabajo documentados de manera digital o física. Por ejemplo, el numero de actas de reunión puede variar de 1 a n actas elaboradas durante la elaboración de un proyecto.

9. Cumplimiento de requisitos de cada área de proceso

Este módulo muestra los hallazgos de cumplimiento en cada área de proceso GP e IS. La información recolectada en este módulo permite construir el informe final de cumplimiento de cada área de proceso.

La Figura 5, muestra las siguientes columnas:

- *Requisitos:* Enlista cada uno de los objetivos que debe cumplir cada área de proceso que son descritos en la sección “Proceso de evaluación para cumplimiento”.

El grado de cumplimiento de cada requisito es con base en el promedio de porcentaje de cumplimiento de todos los productos de trabajo relacionados a dicho requisito.						
Gestión de Proyecto						
Requisitos	Cumplimiento de Requisito	Producto	Actividad / tarea	Formulario/ Característica	Cumplimiento Producto de Trabajo	Hallazgos
Se deberá definir el alcance de trabajo para el proyecto, incluidos sus entregables	Cumple	Enunciado de Trabajo	Cliente GP 1.1 GP 1.2	ETr	Cumple	- Requisitos generales del cliente: Lo tienen como "Lista de características"
		Plan de Proyecto - Instrucciones de Entrega	G.P. 1.2 G.P. 1.13 G.P. 1.14 G.P. 2.2	PP-32 PP-33 PP-34 PP-35 PP-36 PP-37 PP-38	Cumple	- Identificación del estado aplicable (Verificado, Validado, Actualizado y Revisado): Realizan una minuta de reunión para verificar, validar y autorizar
		Plan de Proyecto - Tareas	GP 1.3	PP-08 PP-09	Cumple	- Tareas de validación : Muestran el documento al cliente para validar el plan
Se deberán definir las tareas y los recursos asociados con el alcance del trabajo	Cumple	Plan de Proyecto - Recursos	GP 1.5	PP-13 PP-14 PP-15 PP-16 PP-17 PP-18	Cumple	- Recursos - Plan de Capacitación : Los alumnos investigan para realizar el proyecto sobre temas que no conocen (apartado: Casos y/o actividades a seguir) - Programación de los recursos: Análisis de todo lo necesario para iniciar el proyecto
		Plan de Proyecto - Recursos	GP 1.5	PP-13 PP-14 PP-15 PP-16 PP-17 PP-18	Cumple	- Recursos - Plan de Capacitación : Los alumnos investigan para realizar el proyecto sobre temas que no conocen (apartado: Casos y/o actividades a seguir) - Programación de los recursos: Análisis de todo lo necesario para iniciar el proyecto
Se deberán obtener la viabilidad de costo, la viabilidad técnica y el cronograma	Cumple	Plan de Proyecto - Duración	GP 1.4	PP-12	Cumple	
		Plan de Proyecto - Recursos	GP 1.5	PP-13 PP-14 PP-15 PP-16 PP-17 PP-18	Cumple	- Recursos - Plan de Capacitación : Los alumnos investigan para realizar el proyecto sobre temas que no conocen (apartado: Casos y/o actividades a seguir) - Programación de los recursos: Análisis de todo lo necesario para iniciar el proyecto
	Cumple	Plan de Proyecto - Programación de las tareas de proyecto	GP 1.7	PP-22 PP-23	Parcialmente cumple	- Calendario de las Tareas del proyecto, indicando la fecha de inicio y fecha de finalización previstas para cada Tarea.: Se apoyan con la herramienta de Trelio - Las relaciones y dependencias entre tareas.: Se muestra evidencia en el cronograma, de la relación entre las actividades

Figura 5 – Cumplimiento de requisitos de cada área de proceso

- *Cumplimiento de requisito:* Con base a la evaluación de los elementos en cada producto de trabajo de cada área de proceso, se evalúa para obtener el porcentaje obtenido que se establece en la Tabla 1. Este porcentaje se traduce a un indicador de Completamente logrado, Ampliamente logrado, Parcialmente logrado y no logrado.
- *Producto:* enlaza al producto de trabajo de cada área de proceso.
- *Actividad Tarea:* indica el área de proceso, actividad y tarea al que pertenece el producto de trabajo.
- *Formulario:* enlista los formularios establecidos como módulos en la herramienta. En cada formulario de cada producto se enlistan los elementos a evaluarse en cada producto de trabajo.
- *Cumplimiento del producto de trabajo.* Se obtienen los valores similares a la columna *Cumplimiento de requisito*, pero con base a los productos de trabajo.
- *Hallazgos.* Se recolectan las observaciones descritas en cada formulario de los productos de trabajo. Estos hallazgos son un factor importante porque deben indicar las mejoras que debe realizar la organización evaluada.

## 6. Estudio de caso

La propuesta de herramienta fue implementada en un Mipyme enfocada en la investigación, innovación, desarrollo e integración tecnológica. Esta empresa se dedica a la creación de productos y servicios tecnológicos innovadores en las áreas de telecomunicaciones, internet de las cosas, diseño electrónico, ingeniería de software y consultoría durante el año 2020. El objetivo de implementar la herramienta propuesta

fue realizar una evaluación previa antes de iniciar el proceso formal para obtener la certificación en la norma ISO/IEC 29110.

La herramienta además permitió guiar la entrevista a los responsables de la implementación de la norma y a su equipo de desarrollo del software. La herramienta se utilizó en 2 momentos durante dos meses (agosto y septiembre, 2020) antes de iniciar el proceso formal de certificación. Esto permitió obtener hallazgos de mejora de acuerdo a las observaciones durante el proceso de evaluación y que fueron registradas y entregadas a la MiPyme evaluada.

La implementación de la herramienta consistió en tener reunión vía la utilización de plataformas para la realización de reuniones virtuales. Durante éstas, se implementaron todos los módulos descritos en la Tabla 2. Para ello, se realizaron 2 reuniones:

- **Primera reunión:** su objetivo es dar a conocer la herramienta y llevar a cabo la entrevista con la finalidad de identificar las evidencias tanto del proceso y del proyecto. Tras la finalización de la entrevista, se proporciona los resultados. Para visualizar los resultados obtenidos se muestra de manera general el módulo de Resumen general, en el cual se pueden visualizar los resultados generales con respecto a la evaluación de las características que deben cumplirse en los procesos y del proyecto. Con respecto al proceso, el módulo de Resumen General enlaza a los módulos de Objetivos de la organización, Evaluación de métricas, evaluación de características del proceso y evaluación de procedimientos. Con respecto al proyecto se presentan los resultados obtenidos en el módulo de Cumplimiento de requisitos de GP e IS, así como del módulo de resumen general y el informe, dando a conocer los elementos que se indican en estos dos módulos. Resaltando las características que no han sido cubiertos y los puntos de mejora, así como las observaciones que deben ser cubiertas y que son presentadas en el módulo de Informe.
- **Segunda reunión:** El objetivo es revisar que se hayan realizado aquellas observaciones indicadas para los procesos y el proyecto y que son registrados en el módulo de Informe, así como de las características no cubiertas que fueron identificadas en la primera reunión y que son reflejados en el módulo de Resumen General.

La Figura 6 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del proceso GP.

Como puede observarse en la Figura 6, se muestra de manera gráfica el porcentaje obtenido tras la evaluación de los elementos en cada módulo de la herramienta. De acuerdo a la Figura 6, con respecto al reporte de avance se obtuvo de cumplimiento del 0%; con respecto a solicitudes de cambio a cumplido al 92% las características que deben contener. Para el producto de acciones correctivas evaluado, obtuvo el 100%. De esta misma manera, para todos los productos del área de GP e IS se obtienen los valores evaluados en los módulos de la herramienta.

La Figura 7 muestra parte del cumplimiento de los requisitos de GP con respecto a los productos de trabajo. En el informe se muestra el producto de trabajo, la observación y la calificación obtenida. A manera de ejemplo, se describen las observaciones y la calificación obtenida para algunos productos de trabajo:



Figura 6 – Gráficas para visualizar el cumplimiento de los productos de trabajo del área de proceso GP.

- Enunciado de trabajo: **Calificación: Cumple.**
- Instrucciones de entrega: **Calificación: No Cumple.**
- Plan de proyecto-Tareas: **Calificación: Cumple.**
- Plan de proyecto-Recursos: **Calificación: Ampliamente en cumplimiento.**

El grado de cumplimiento de cada requisito es con base en el promedio de porcentaje de cumplimiento de todos los productos de trabajo relacionados a dicho requisito.						
Gestión de Proyecto						
Requisitos	Cumplimiento de Requisito	Producto	Actividad / tarea	Formulario/ Característica	Cumplimiento Producto de Trabajo	Hallazgos
Se deberá definir el alcance de trabajo para el proyecto, incluidos sus entregables	Parcialmente cumple	Enunciado de Trabajo	Cliente GP 1.1 GP 1.2	ETr	Cumple	- Descripción del producto: El documento se llama Enunciado de trabajo - Alcance del proyecto (Lo que no incluye): No lo tiene contemplado - Identificar los Componentes de Software: No mostró evidencia
		Plan de Proyecto - Instrucciones de Entrega	G.P. 1.2 G.P. 1.13 G.P.1.14 G.P. 2.2	PP-32 PP-33 PP-34 PP-35 PP-36 PP-37 PP-38	No Cumple	- Instrucciones de entrega - Elementos requeridos para la liberación del producto: No cuentan con ello - Instrucciones de entrega - Requisitos de entrega: No cuentan con ello - Instrucciones de entrega - Tareas a realizar en orden secuencial: No cuentan con ello - Instrucciones de entrega - Liberaciones aplicables identificadas: No cuentan con ello - Instrucciones de entrega - Identifica todos los Componente de Software entregados con información de la versión.: No cuentan con ello - Instrucciones de entrega - Identifica cualquier procedimiento de copia de respaldo y recuperación necesarios: No cuentan con ello - Identificación del estado aplicable (Verificado, Validado, Actualizado y Revisado): Se realiza mediante de una minuta, con el cliente y los miembros del equipo de trabajo
Se deberán definir las tareas y los recursos asociados con el alcance del trabajo	Cumple	Plan de Proyecto - Tareas	GP 1.3	PP-08 PP-09	Cumple	- Tareas de validación : Manejan Actualización del producto ya realizado
		Plan de Proyecto - Recursos	GP 1.5	PP-13 PP-14 PP-15 PP-16 PP-17 PP-18	Ampliamente en cumplimiento	- Recursos Humanos (descripción de las capacidades ): En el archivo de Gantt - Recursos Materiales (Plan de Adquisición): Lo manejan en el documento de Plan del Proyecto, en la pestaña de ambientes y recursos - Estándares: No mostró evidencia

Figura 7 – Se visualiza parte de los productos de trabajo del área de proceso GP.

Como puede observarse en la Figura 7, en la columna Hallazgos se recogen los comentarios de acuerdo a cada producto de trabajo. Asimismo, en la columna cumplimiento de requisitos hace referencia a la calificación obtenida de acuerdo a los objetivos de cada área de proceso.



## 7. Conclusiones

El apoyo a las Mipymes en la Evaluación Interna de Proyectos y Procesos para la Certificación en la Norma ISO/IEC 29110 es un factor crítico para este tipo de organizaciones. La herramienta que se propone toma en consideración la escala de calificaciones de logro aplicada a la evaluación de los atributos del proceso de acuerdo a la Norma ISO/IEC 33002. Asimismo, permite evaluar los requisitos mandatorios que están relacionados a los 7 objetivos de las dos áreas de proceso, así como, de los elementos de los procesos como lo son productos de entrada, salida e internos. A través del estudio de caso, la Mipyme obtuvo una visualización global del porcentaje de cobertura con respecto a los procesos de GP e IS y del proyecto evaluado. Esta evaluación permitió realizar las mejoras indicadas a través de las observaciones y poder atenderlas. Con el apoyo de la herramienta se pudo confirmar las mejoras realizadas con respecto a las observaciones realizadas de la primera entrevista a la segunda. Como resultado de aplicar esta evaluación a través de la herramienta, la Mipyme obtuvo su certificación de una manera mas controlada.

Como trabajo futuro dentro de esta investigación se propone mejorar la interfaz hacia un sistema web, así como, vincular los formatos.

## Referencias

- Meathawachananont, A., Buranarach, M., Amsuriya, P., Chaimongkhon, S., Krairaksa, K., & Supnithi, T. (2020). Software process capability self-assessment support system based on task and work product characteristics: a case study of ISO/IEC 29110 standard. *IEICE Trans. Inf. Syst.* E103(2), 339–347. <https://doi.org/10.1587/transinf.2018EDP7303>.
- Galván-Cruz, S., Muñoz, M., Mejía, J., Laporte, C.Y., & Negrete, M. (2020). Building a Guideline to Reinforce Agile Software Development with the Basic Profile of ISO/IEC 29110 in Very Small Entities. In: Mejía, J., Muñoz, M., Rocha, Á., Quiñonez, Y. (eds) *New Perspectives in Software Engineering. CIMPS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1297. Springer, Cham. [https://doi-org.svproxy01.cimat.mx/10.1007/978-3-030-63329-5\\_2](https://doi-org.svproxy01.cimat.mx/10.1007/978-3-030-63329-5_2).
- INEGI (2018). Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE). <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/especiales/ENAPROCE2018.pdf>
- Laporte, C. Y., & Mejía, J. (2020). Delivering Software- and Systems-Engineering Standards for Small Teams. *Computer*, 53(8), 79-83. <https://doi.org/10.1109/MC.2020.2993331>.
- ISO/IEC 29110. (2011). Software engineering- Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) - Part 5-1-2: Management and engineering guide: Generic profile group: Basic profile. ISO/IEC TR 29110-5-1-2:2011. Technical report. (2011). <http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/index.html>.
- ISO/IEC 33002. (2015). Information technology — Process assessment — Requirements for performing process assessment. <https://www.iso.org/standard/54176.html>.