

ARTÍCULO ORIGINAL



Software de apoyo al proceso de generación de proyectos de innovación en empresas con grado significativo de intensidad tecnológica

*Software to Support the Process of Generation of Innovation Projects
in Companies with Degree Significant of Technological Intensity*



Mayli Estopiñan Lantigua

mayli.estopinan@umcc.cu • <https://orcid.org/0000-0001-8355-9982>

UNIVERSIDAD DE MATANZAS, CUBA

Alejandro Román Franco

alejoroman0605@gmail.com

CENTRAL TERMOELÉCTRICA ANTONIO GUITERAS, CUBA

Dariel de León García

darieldeleongarcia@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0001-5807-5628>

CENTRO DE DESARROLLO LOCAL Y COMUNITARIO, CEDEL, CUBA

Liana Romero Lovio

liana.romero@umcc.cu

Julio Alfredo Telot González

julio.telot@umcc.cu • <https://orcid.org/0000-0002-4097-0816>

UNIVERSIDAD DE MATANZAS, CUBA

Recibido: 2023-04-10 • Aceptado: 2023-07-14

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un *software* de apoyo al proceso de generación de proyectos de innovación, en empresas con grado significativo de intensidad tecnológica, contribuyendo así a su evaluación y clasificación. El *software* se sustenta en un modelo conceptual y un procedimiento en el que se relacionan diferentes variables, indicadores e índices, estructurados en cuatro fases, ocho etapas y 20 pasos. Para su desarrollo se siguió la metodología ágil XP y se emplearon herramientas y lenguajes como C# en su framework de trabajo ASP.Net Core para el servidor web y Vue como framework JS para el cliente, PostgreSQL como sistema gestor de base



datos y Visual Studio Code como IDE de desarrollo. El caso de estudio práctico fue la Empresa de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería de Matanzas (EIPi Matanzas). Como principales resultados están la determinación del marco teórico referencial para la evaluación, clasificación y mejora del grado de intensidad tecnológica en empresas y el desarrollo del *software* de apoyo al proceso. El *software* permitió realizar la evaluación, clasificación y mejora del grado de intensidad tecnológica en la empresa, por lo que este posee la necesaria flexibilidad y generalidad para extender su empleo a otras empresas. También se pudo apreciar que contribuye a la generación de proyectos de innovación.

PALABRAS CLAVE: herramienta informática, grado significativo de intensidad tecnológica, proyectos de innovación.

ABSTRACT

The objective of this research is to develop software to support the process of generating innovation projects in companies with a significant degree of technological intensity, thus contributing to their evaluation and classification. The software is based on a conceptual model and a procedure in which different variables, indicators and indices are related, structured in four phases, eight stages and 20 steps. For its development, the agile XP methodology was followed and tools and languages such as C# were used in its ASP.Net Core framework for the web server and Vue as the JS framework for the client, PostgreSQL as the database management system and Visual Studio Code as a development IDE. The practical case study was the Matanzas Research, Projects and Engineering Company. The main results obtained are the determination of the referential theoretical framework for the evaluation, classification and improvement of the degree of technological intensity in companies and the development of software to support the process. The software allowed the evaluation, classification and improvement of the degree of technological intensity in the company, so it has the necessary flexibility and generality to extend its use to other companies, it was also possible to appreciate that it contributes to the generation of innovation projects.

KEYWORDS: *software, significant degree of technological intensity, innovation projects.*

INTRODUCCIÓN

Según Ahn *et al.* (2019), Geibler *et al.* (2019) y Blume (2020), la innovación ha sido valorada convencionalmente como un proceso interno de una organización. Sin embargo, el aumento de la movilidad de los llamados «intelectuales», el apogeo de Internet y la amplia gama de proveedores externos disponibles en la actualidad, han disminuido la eficacia del sistema de innovación tradicional según Chesbrough (2017). Como resultado, ha surgido un nuevo enfoque llamado Innovación Abierta, que sigue un modelo diferente.

Por otro lado, Hernández (2017) hace referencia a la capacidad tecnológica de las empresas, como el conjunto de habilidades necesarias para aprovechar al máximo el conocimiento tecnológico. «O sea, la capacidad tecnológica se define como la habilidad de utilizar efectivamente el conocimiento tecnológico en producción, ingeniería e innovación, que contribuye a la creación de nuevas tecnologías y a la generación de nuevos productos y procesos en respuesta al ambiente económico cambiante» (de León, Suárez, Jiménez, & García, 2022).

Asimismo, Guerra (2018) plantea que una herramienta muy útil para impulsar el proceso de innovación es la gestión de proyectos. En la práctica, cada vez más empresas utilizan la gestión de proyectos de innovación. Sin embargo, este proceso se ve limitado por la falta de herramientas adecuadas para evaluar, clasificar y mejorar el nivel de tecnología de las empresas. Esto dificulta el enfoque apropiado de los proyectos de innovación. Además, debido a la creciente complejidad de las empresas y la mayor cantidad y variedad de variables que influyen en el desarrollo de proyectos de innovación, es necesario llevar a cabo un estudio detallado y personalizado de este proceso.

Actualmente, en la Empresa de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería de Matanzas (EIPi Matanzas) se utiliza una hoja de cálculo en Excel para contribuir a la mejora del desempeño empresarial, a partir del proceso de gestión de la innovación, la cual permite la generación de información de proyectos en empresas con grado significativo de intensidad tecnológica y así mostrar planes de medidas para que la empresa alcance el grado de desarrollo que necesita. Dispone de cuatro módulos y cada uno con sus respectivas fases. El Excel permite interconectar las 33 hojas de cálculo a lo largo de la implementación del procedimiento; los datos primarios recogidos son empleados posteriormente en varios cálculos. Se guardan datos cuantitativos y cualitativos necesarios para la implementación del modelo y para la interpretación de los resultados y brinda un reporte del índice de capacidad tecnológica (CTemp), el índice de intensidad tecnológica (IIT) y el grado de intensidad tecnológica (GrIT). Este trabajo se torna difícil de realizar con esta herramienta y conlleva mucho tiempo para su ejecución, debido a que cada miembro del equipo puede guardar una versión ligeramente diferente y, en el momento de compartir la información, hay al menos dos versiones diferentes de un mismo documento, que se deben comparar y consolidar, además de que propicia la pérdida o modificación no intencionada de la información, con el agravante de que al no contar con permisos y roles definidos, cualquiera tiene acceso a los datos del documento. Ocurren problemas de veracidad, ya que de manera accidental manipulan las fórmulas empleadas en los cálculos y se

pierde mucho tiempo para descubrir y arreglar el error cometido. Se emplea mucho tiempo en correcciones de formato para imprimirse o exportar los gráficos (Román, 2022).

Por lo antes descrito es que se propone como objetivo de este trabajo desarrollar un *software* para contribuir a la eficiencia del proceso de generación de proyectos de innovación en empresas con grado significativo de intensidad tecnológica, en la EIP Matanzas.

METODOLOGÍA

La Empresa de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería de Matanzas, con 21 años de creación, tiene como principal objetivo contribuir al manejo sostenible del agua, mediante investigaciones aplicadas, diseños y consultorías de alta calidad, profesionalidad y novedad tecnológica. Es una organización que se enfoca en la producción eficiente y socialmente responsable de investigaciones y diseños de infraestructuras hidráulicas de calidad, con un nivel tecnológico adecuado y una amplia gama de clientes. La organización cuenta con procesos operativos competentes y es capaz de proporcionar servicios de alto valor agregado, gracias a su enfoque en resultados y su personal capacitado, motivado y comprometido, enfocado en su función social importante, que le permite garantizar la satisfacción de los clientes.

Para generar proyectos de innovación en empresas, partiendo de la evaluación del grado de intensidad tecnológica, el evaluador debe captar los indicadores para la evaluación del grado de intensidad tecnológica en el ámbito empresarial, decidir la forma de generación de proyectos de innovación en empresas teniendo en cuenta el grado de intensidad tecnológica y crear un procedimiento específico para el análisis de la efectividad de las propuestas de mejora. Este proceso cuenta con cuatro fases agrupadas en dos etapas (De León, Jiménez, Pérez, García, & Estopiñán, 2021):

1. Etapa 1: análisis y comprobación de premisas y cálculo de la capacidad tecnológica empresarial. En esta se determinan los atributos fundamentales para el despliegue de la tecnología y se diagnostica el nivel de gestión de la tecnología y la innovación, combinado con la visualización de la posibilidad de captar nuevos negocios a partir de los análisis del entorno. Se estructura en dos etapas, una dedicada a la comprobación de premisas y otra a la realización de la evaluación de la gestión de la tecnología y la innovación empresarial.
2. Etapa 2: evaluación y clasificación del grado de intensidad tecnológica y generación de proyectos de innovación. Tiene como objetivo dar un valor cuantitativo a la gestión de la capacidad tecnológica de la empresa. El evaluador le pide al área técnica de la empresa un resumen de datos para conformar 14 variables o indicadores; los especialistas del área técnica brindan la información solicitada. El evaluador es el encargado de revisar el completamiento de la información. En caso de haber problemas con la información se vuelve a solicitar al área técnica. Estas variables tienen un rango definido y se categorizan como fuerte, media y débil. De obtener alguna con categoría débil, después del análisis de las

variables o indicadores, el evaluador es responsable de elaborar un plan de mejora para que el indicador renueve su categoría, el mínimo debe ser media.

Los especialistas trabajan según el plan de mejoras para darle solución a las deficiencias encontradas y se le notifica al evaluador el cumplimiento del plan. Se vuelve a repetir el proceso desde el principio. En caso de no obtener variables débiles, se elabora la ficha para la evaluación y selección de proyectos de innovación y posteriormente se da el resultado de esta evaluación.

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE, LENGUAJES Y HERRAMIENTAS EMPLEADAS

La metodología XP o Extreme Programming busca desarrollar y administrar proyectos de manera eficiente, flexible y controlada, a través de la comunicación, la reutilización del código y la retroalimentación constante. Su objetivo es producir *software* de alta calidad para mejorar la eficiencia del equipo de desarrollo, utilizando técnicas de ingeniería adecuadas. A diferencia de las metodologías tradicionales, XP se centra en la adaptabilidad en lugar de la previsibilidad, lo que permite una mayor flexibilidad en el proceso de desarrollo de *software* (Alsaqqa, 2020).

La metodología XP se enfoca principalmente en la programación y la creación del producto, utilizando iteraciones de entrega que suelen durar de 1 a 3 semanas. Las tareas son completadas a medida que se van realizando y pueden ser modificadas durante el proceso de desarrollo, incluso después de que empiecen a funcionar correctamente. El equipo de desarrollo sigue el orden de prioridad de las tareas definido por el cliente y está compuesto por un máximo de diez miembros.

Debido a que el equipo de trabajo cuenta solo con tres personas, hay un tiempo de desarrollo corto y se necesitan hacer cambios flexibles sobre la marcha. Se define XP como la metodología principal para el desarrollo de la solución propuesta en este trabajo.

Como lenguaje de programación se selecciona C#, orientado a objeto. En la versión de .NET Core, se ha reconstruido por completo su compilador, haciendo las aplicaciones más rápidas y eficientes.

Para la interface de usuario se escoge VueJs, el cual es un marco de trabajo progresivo para construir interfaces de usuario. Permite el uso de plantillas basadas en HTML y el css es compacto y con visibilidad por componentes. Como framework css se elige Vuetify, que es un marco de interfaz de usuario completo, construido sobre Vue.js. Vuetify está diseñado para adoptar un primer enfoque de diseño móvil, lo que significa que su aplicación se adapta automáticamente a cualquier dispositivo, ya sea teléfono móvil, tableta o computadora de escritorio, sin necesidad de realizar ajustes adicionales.

Se opta por Visual Studio Code como editor de código fuente, ya que es ligero pero potente. Se ejecuta en el escritorio y está disponible para Windows, macOS y Linux. Viene con soporte integrado para JavaScript, TypeScript y Node.js y tiene un rico ecosistema de extensiones para otros lenguajes, como C ++, C #, Java, Python, PHP y Go.

Como gestor de base de datos se selecciona Postgresql, el cual trabaja con bases de datos relacionales y que está orientado a objetos. Se trata de un programa de código abierto u open source.

RESULTADOS

El proceso de desarrollo de *software* con XP se basa en la colaboración y responsabilidad de cada individuo del equipo de trabajo. El cliente escribe los requisitos y las características del sistema en forma de historias de usuarios y pruebas funcionales, y les asigna prioridades adecuadas. Al final del proceso, el cliente decide si se han cumplido o no los requisitos. El programador es responsable de escribir códigos de alta calidad y funcionalidad, en colaboración con otros programadores, según la práctica de programación en pareja. El probador o *tester* ayuda al cliente a escribir y ejecutar las pruebas funcionales necesarias. Por último, el entrenador o *coach* guía todo el proceso de desarrollo para asegurar que se cumplan los objetivos y se logren los resultados deseados con éxito. A partir de estas definiciones fue creado el equipo de desarrollo con sus respectivos roles.

Dentro de los requerimientos no funcionales se encuentra portabilidad: el sistema podrá implantarse sobre Windows, Linux, de forma tal que no haya dificultad en cambiar, de una a otra plataforma, sin necesidad de efectuar cambios. Lo anterior se debe a que la aplicación está implementada sobre C#, que es un lenguaje multiplataforma.

Requerimientos de *software* para la implantación del sistema:

- Un servidor Linux o Windows, con IIS como servidor Web.
- Servidor de Base de Datos: SQL Server, Postgresql o SQLite.
- Del lado del cliente, Navegador de Internet pueden ser Microsoft Internet Explorer (a partir de la versión 3.0), Mozilla Firefox, Google Chrome entre otros.

Requerimientos de *hardware* para el servidor:

- Procesador Pentium 4 o superior,
- Memoria RAM de 512Mb.
- Protocolo de red TCP/IP

Las mencionadas condiciones están en dependencia de la cantidad de usuarios conectados, por lo que las características descritas son mínimas.

Requerimientos de *hardware* para el cliente:

- Display con resolución 800 x 600.
- Procesador Pentium II o superior con 64 MB de RAM como mínimo.
- Microsoft Windows 7 como sistema operativo o superior.
- Las máquinas clientes deben tener acceso al servidor.

En la tabla 1 se muestra un resumen de las historias de usuarios (HU) definidas y planificadas para lograr el objetivo de este trabajo. Por razones de espacio solo se exponen algunas de ellas. Como puede observarse, las prioridades de las HU pueden ser Muy alta (M), Alta (A), Baja (B) y otras categorías, al igual que los riesgos, mientras que los puntos estimados basados en la cantidad de trabajo que se espera que requiera cada historia de usuario, son considerados en términos de tiempo (semanas en este caso).

Tabla 1. Resumen de historias de usuario (HU)

No de HU	Nombre de HU	Prioridad	Riesgo	Iteración	Puntos estimados	Entrega
4	Gestionar datos generales estratégicos	B	B	2	0,4	2
5	Gestionar datos del capital humano	A	A	2	0,5	2
6	Gestionar datos económicos financieros	A	A	2	0,5	2
10	Gestionar matriz DAFO	M	M	2	0,5	2
11	Gestionar factores para la innovación	A	A	2	0,5	2
Total					17	

Uno de los factores importantes que se debe tener en cuenta en el desarrollo de un *software*, es si las ventajas de la aplicación propuesta justifican o no su costo. Además de realizar una estimación del esfuerzo y el tiempo de desarrollo, es necesario llevar a cabo un análisis de los beneficios tangibles e intangibles que reportará el proyecto. El tiempo que se empleará en cada historia de usuario se estima basado en la experiencia del programador en el trabajo con el lenguaje de programación, el entorno de desarrollo, el conocimiento sobre el tema de investigación y las técnicas de programación necesarias para resolver el problema. La estimación, por lo tanto, es de forma empírica y desde el comienzo se conoce el tiempo de duración total estimado del proyecto.

Como se puede observar en el resumen de historias de usuario, se obtiene un total de 17 semanas de trabajo de implementación; si a esto se suma el tiempo de modelado y diseño de los casos de prueba (6 semanas), resulta un total de 23 semanas, que serían aproximadamente 6 meses (Román, 2022).

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

El sistema de generación de proyectos de innovación (GrITpax), se desarrolló para agilizar el proceso de generación de proyectos de innovación en empresas con grado significativo de intensidad tecnológica y contribuir con su calidad, eficiencia y confiabilidad. Consta de cinco módulos (figura 1):

1. Administración: permite la administración de los usuarios y las empresas que se ingresan en el sistema.
2. M-1: análisis y comprobación de premisas, en módulo se crean o actualizan los atributos fundamentales para el despliegue de la tecnología, el nivel de gestión de la tecnología y la innovación. Se comprueban las premisas y la realización de la evaluación de la gestión de la tecnología y la innovación empresarial.

3. M-2: capacidad tecnológica empresarial. En esta fase se actualizan las variables que conforman el cálculo de la capacidad tecnológica empresarial y brinda el índice de capacidad tecnológica (CPTemp).
4. M-3: evaluación y clasificación del grado de intensidad tecnológica. En este caso se persigue como objetivo fundamental dar el grado de intensidad tecnológica (GrIT) de la empresa, como una función combinada de la capacidad tecnológica empresarial (CTemp) calculada en la etapa anterior y el índice de intensidad tecnológica empresarial (IIT), que se conforma en este módulo actualizando las variables correspondientes.
5. M-4: generación y facilitación de proyecto de innovación. Esta etapa o módulo tiene como objetivo organizar la generación de proyectos de innovación en empresas de grado significativo de intensidad tecnológica.

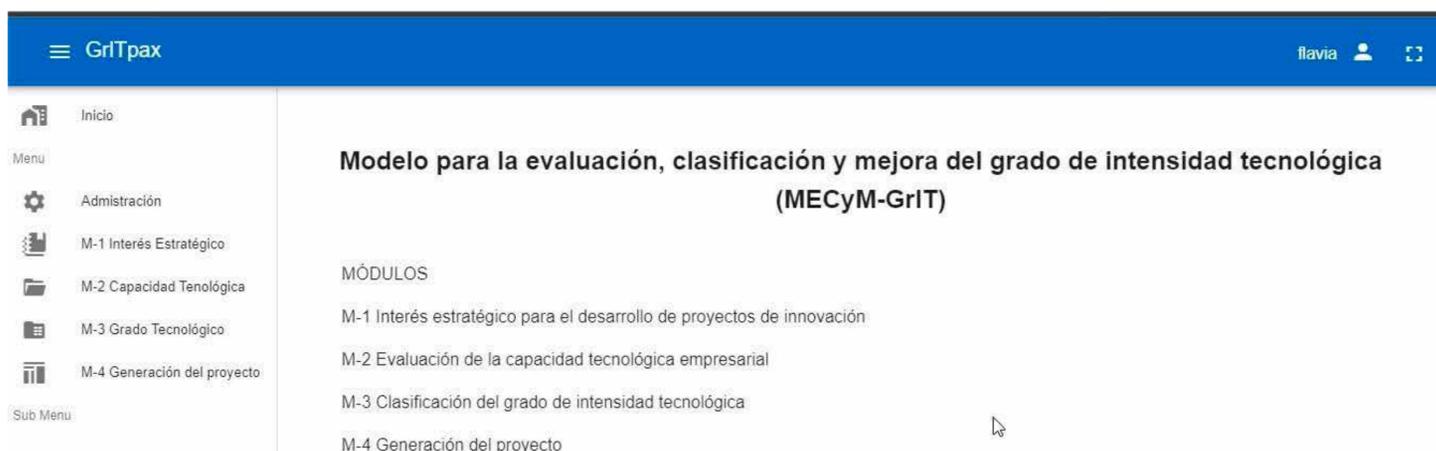


Fig. 1 Pantalla inicial de la aplicación, donde se ven reflejados estos módulos en el menú de navegación.

En la figura 2 se muestra la interfaz, donde se gestionan los criterios de evaluación que se deben tener en cuenta para el cálculo del grado de intensidad tecnológica.

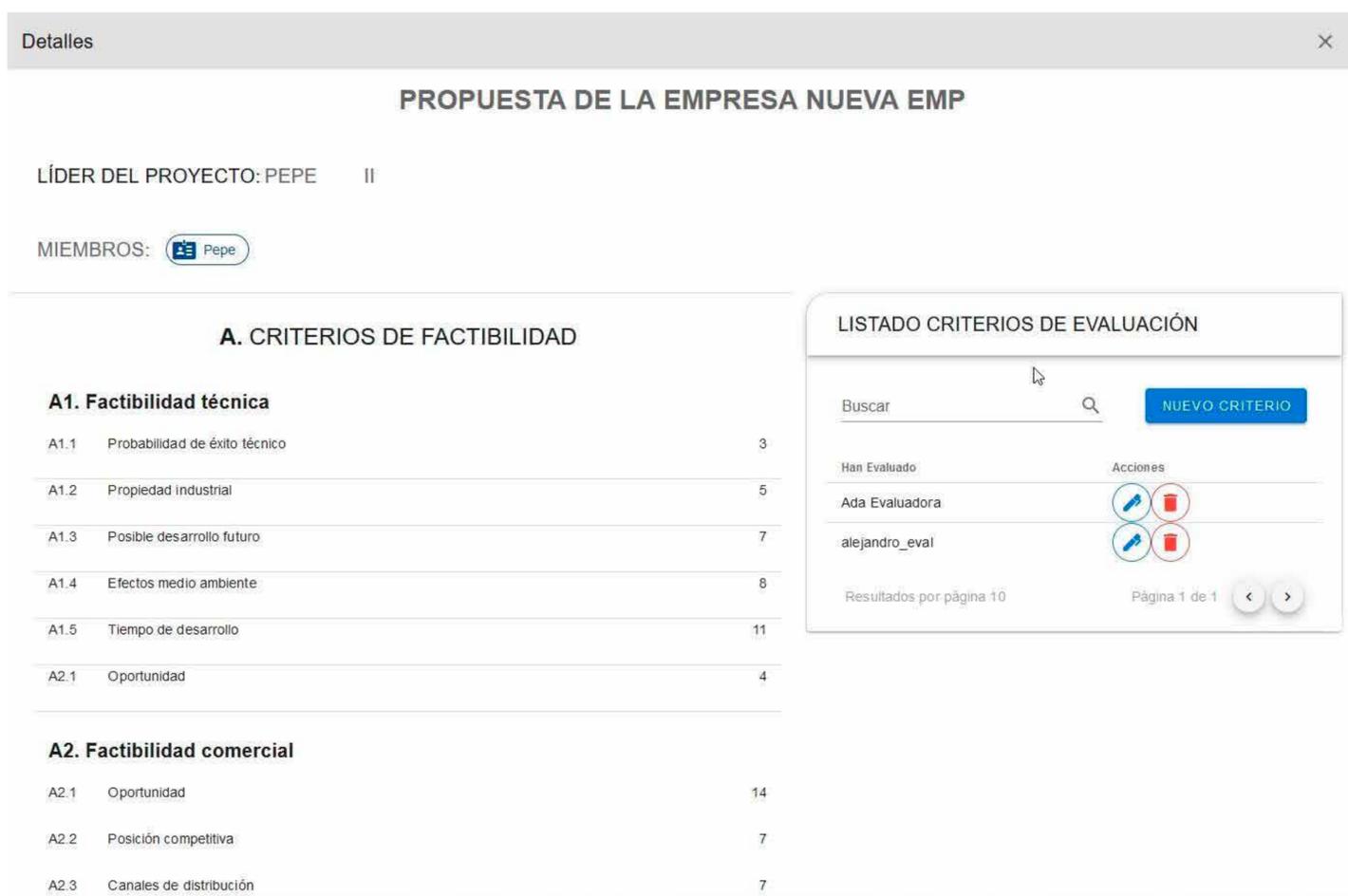


Fig. 2 Interfaz donde se crean y gestionan los criterios de evaluación.

En la figura 3 se muestran los resultados del cálculo de la capacidad tecnológica empresarial y en la figura 4 los resultados del cálculo del grado de intensidad tecnológica empresarial.



Fig. 3 Interfaz que brinda el cálculo de la capacidad empresarial.

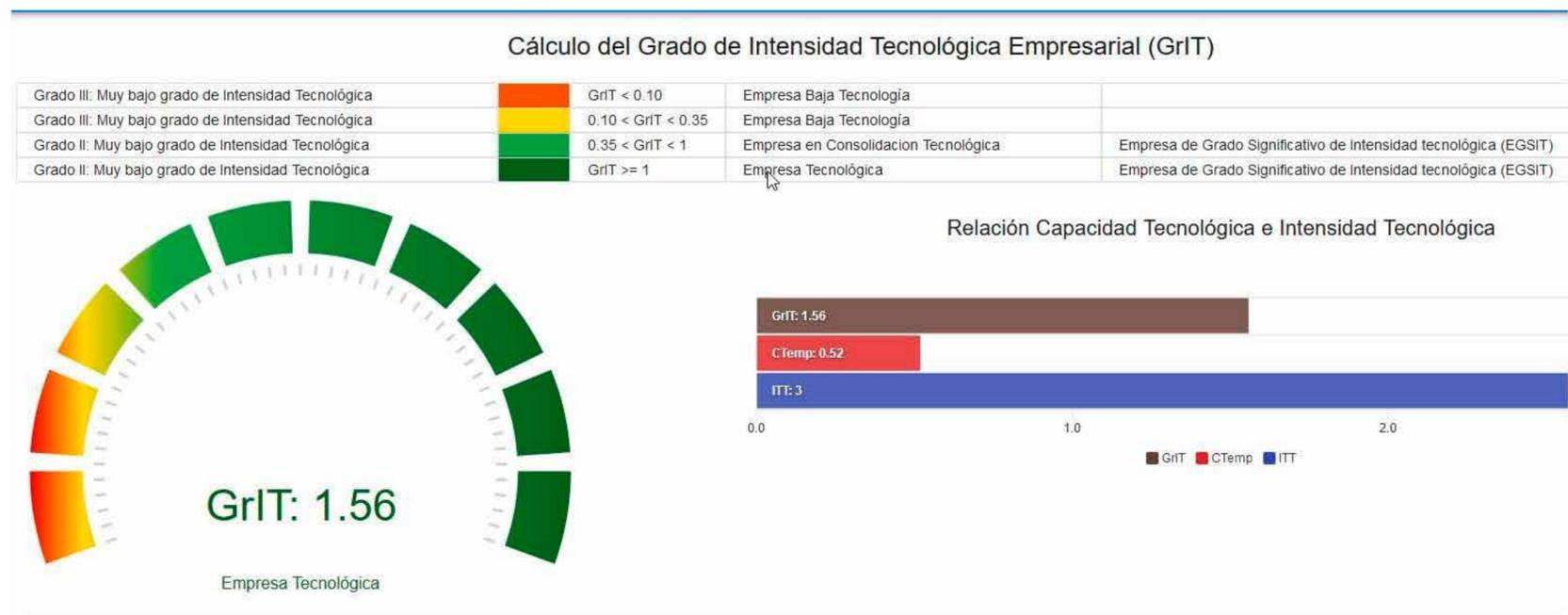


Fig. 4 Interfaz que da el resultado del grado de intensidad tecnológica.

Para validar las funcionalidades requeridas por el cliente en el *software*, se realizó un conjunto de pruebas funcionales y de aceptación, lográndose resultados satisfactorios, pues tras la detección de diferentes errores, durante las iteraciones, se solucionaron varios problemas que impedían el correcto funcionamiento del *software*.

Las pruebas fueron planeadas y ejecutadas en módulos individuales, hasta que finalmente se le realizaron al sistema completo. El desarrollo de la aplicación cumple las expectativas trazadas al inicio del proyecto y satisface al cliente en su totalidad.

CONCLUSIONES

Se obtuvo una aplicación web para la gestión del proceso de generación de proyectos de innovación en empresas con grado significativo de intensidad tecnológica, denominada GrITpax, siguiendo la metodología de desarrollo de *software* XP, en un tiempo estimado de 6 meses, trabajando diariamente, ajustado a los requerimientos del usuario y logrando un producto informático que soluciona los problemas detectados en el negocio. Con esta solución informática, los equipos lograron acortar los tiempos de análisis y proyección para la mejora de la capacidad tecnológica empresarial, así como una mayor robustez en la toma de decisiones, basada en los reportes que aporta la aplicación. En conclusión, el proceso de evaluación y selección de proyectos de innovación se vio favorecido, debido a que de un modo dinámico, objetivo y sistémico se logró la evaluación de las iniciativas de proyectos de innovación en un tiempo relativamente corto.

REFERENCIAS

- Ahn, J. M., Roijackers, N., Fini, R., & Montara, L. (2019). Leveraging Open Innovation to improve society: Past achievements and future trajectories. *R&D Management*, 4(3): 267-278.
- Alsaqqa, S. S.-N. (2020). Agile Software Development: Methodologies and Trends. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (ijIM)*, pp. 46-270. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i11.13269>.
- Blume, T. (2020). *New Taxonomy for Corporate Open Innovation Initiatives: Best Practices and an Empirical Validation among Germany's 500 Biggest Companies*. Wiesbaden, Germany: Springer Glaber.
- Chesbrough, H. (2017). The Future of Open Innovation. *Research Technology Management*, 60(1): 35-38.
- De León García, D., Jiménez Valero, B., Pérez Barral, O., García Domé, A. V., & Estopiñan Lantigua, M. (2021). Empresas de Grado Significativo de Intensidad Tecnológica en Cuba. *Ingeniería Industrial*, pp. 1-11.
- De León, D. G., Suárez, J. H., Jiménez, B. V., & García, A. D. (2022). Determinación del grado de intensidad tecnológica en la Empresa de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería de Matanzas. *Revista Universidad*, pp. 99-108.
- Geibler, J., Piwowar, J., & Greven, A. (2019). The SDGCheck: Guiding Open Innovation towards Sustainable Development Goals. *Technology Innovation Management Review*, 9(3): 20-37.
- Guerra Pérez, M., & Fernández, N. H. (2018). Guías para la Gestión de Proyectos: ISO 21500 Y PMBOK®, un análisis comparativo para su integración en sistemas de gestión empresarial. Obtenido de Congreso Internacional de Información INFO'2018: <http://www.congresoinfo.cu/index.php/info/info2018/paper/viewFile/931/601>
- Román, A. (2022). *Software de apoyo al proceso de generación de proyectos de innovación en empresas con grado significativo de intensidad tecnológica*. Matanzas, Cuba.

Román, A. F. (2022). Software de apoyo al proceso de generación de proyectos de innovación en empresas con grado significativo de intensidad tecnológica. Tesis de grado. Universidad de Matanzas. Matanzas, Cuba.

Copyright © 2023 Estopiñan Lantigua, M., Román Franco, A., de León García, D., Romero Lovio, L., Telot González, J. A.



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional