



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i3.3541>

Ciencias de la Computación
Artículo de Investigación

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

Optimization of quality and efficiency in code generation through model-driven engineering techniques

Otimização da qualidade e eficiência na geração de código através de técnicas de engenharia orientadas a modelos

Leonardo David Torres Valverde ^I

ld.torres@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1996-3240>

Santiago David Jara Moya ^{II}

sd.jara@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4360-6008>

Paulo César Torres Abril ^{III}

pc.torres@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4055-883X>

Correspondencia: ld.torres@uta.edu.ec

***Recibido:** 09 de junio de 2023 ***Aceptado:** 18 de agosto de 2023 * **Publicado:** 07 de septiembre de 2023

- I. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Resumen

La Ingeniería Dirigida por Modelos (IDM) es una disciplina emergente que busca optimizar la calidad y eficiencia en la generación de código. Esta técnica, centrada en la creación de modelos representativos para dirigir la ingeniería de software, se ha convertido en una herramienta invaluable para las organizaciones que buscan mejorar sus procesos de desarrollo. A través de un enfoque cualitativo, la investigación explora la interacción, los patrones y las variabilidades inherentes a la IDM, y cómo estas técnicas impactan en el ámbito del desarrollo de software. Es crucial entender la profundidad y complejidad de la IDM para discernir su impacto real en la generación de código. Las aplicaciones de IDM son vastas y varían desde sistemas embebidos hasta aplicaciones ciberfísicas. Esta variedad subraya la adaptabilidad y pertinencia de la IDM en diferentes contextos. Las investigaciones actuales destacan que, al emplear adecuadamente estas técnicas, es posible mejorar significativamente la calidad del software producido, al tiempo que se incrementa la eficiencia del proceso de desarrollo.

Palabras Claves: Ingeniería Dirigida por Modelos; Optimización; Calidad de código; Desarrollo de software; Enfoque cualitativo.

Abstract

Model Driven Engineering (IDM) is an emerging discipline that seeks to optimize quality and efficiency in code generation. This technique, focused on creating representative models to drive software engineering, has become an invaluable tool for organizations seeking to improve their development processes. Through a qualitative approach, the research explores the interaction, patterns and variabilities inherent in IDM, and how these techniques impact the field of software development. It is crucial to understand the depth and complexity of the IDM to discern its real impact on code generation. IDM applications are vast and range from embedded systems to cyber-physical applications. This variety underscores the adaptability and relevance of IDM in different contexts. Current research highlights that, by properly using these techniques, it is possible to significantly improve the quality of the software produced, while increasing the efficiency of the development process.

Keywords: Model Driven Engineering; optimization; code quality; Software development; Qualitative approach.

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

Resumo

Model Driven Engineering (IDM) é uma disciplina emergente que busca otimizar a qualidade e a eficiência na geração de código. Esta técnica, focada na criação de modelos representativos para impulsionar a engenharia de software, tornou-se uma ferramenta inestimável para organizações que buscam melhorar seus processos de desenvolvimento. Através de uma abordagem qualitativa, a pesquisa explora a interação, os padrões e as variabilidades inerentes ao IDM, e como essas técnicas impactam o campo de desenvolvimento de software. É crucial compreender a profundidade e complexidade do IDM para discernir o seu real impacto na geração de código. As aplicações IDM são vastas e variam de sistemas embarcados a aplicações ciberfísicas. Esta variedade sublinha a adaptabilidade e relevância do IDM em diferentes contextos. As pesquisas atuais destacam que, ao utilizar adequadamente essas técnicas, é possível melhorar significativamente a qualidade do software produzido, ao mesmo tempo que aumenta a eficiência do processo de desenvolvimento.

Palavras-chave: Engenharia Orientada a Modelos; otimização; qualidade do código; Desenvolvimento de software; Abordagem qualitativa.

Introducción

En el ámbito de la ingeniería, se ha percibido una intensa búsqueda por la optimización en los procesos de generación de código (Labre, 2023). Las técnicas de ingeniería dirigida por modelos (IDM) han surgido como una respuesta vanguardista ante esta demanda, proponiendo soluciones que integran la calidad y eficiencia a niveles sin precedentes (Suquisupa, 2023).

Adentrándonos en la temática, la IDM, siendo una estrategia centrada en la abstracción, se focaliza en la creación de modelos que describen aspectos de sistemas complejos y permite, mediante herramientas automáticas o semi-automáticas, generar código de alta calidad (Vegas, 2023). Además, esta técnica no se limita a la esfera informática, pues se extiende a áreas como la gestión administrativa, la cual busca la eficiencia en sus procesos y la precisión en su documentación (Mayorga, 2023; Guerra, 2019).

Más allá de lo mencionado, un estudio profundo acerca de la generación documental ha señalado la necesidad de emplear métodos y técnicas avanzadas para asegurar una gestión y ejecución presupuestaria eficiente (Calle, 2021). Concomitantemente, la revolución digital ha llevado a instituciones educativas y corporativas a implementar sistemas modernos, como códigos QR, que

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

buscan optimizar diversas operaciones, incluyendo la asistencia de estudiantes (Salazar y Espinoza, 2018).

El desarrollo tecnológico ha influido significativamente en este ámbito. Ejemplo de ello es la propuesta de implementación de expedientes digitales para agilizar y optimizar procesos empresariales, permitiendo una gestión eficaz de los recursos y potenciando la disponibilidad de información (Mirón y Vega, 2021). Asimismo, en el sector de ingeniería civil y construcción, la implementación de metodologías modernas, como Building Information Modeling (BIM), demuestra el alcance y aplicabilidad transversal de estas técnicas (Alba y otros, 2023).

No obstante, la tecnología no es el único impulsor de este avance. La formación y capacitación continua son esenciales para entender y aplicar eficientemente estas técnicas. En este sentido, diversas instituciones académicas han enfatizado en la preparación de profesionales capaces de navegar y liderar en este nuevo paradigma (Labre, 2023; Suquisupa, 2023).

Finalmente, la perspectiva futura de la ingeniería dirigida por modelos es prometedora. En la medida que la tecnología avanza y las demandas del mercado se intensifican, las técnicas y metodologías asociadas a la IDM continuarán evolucionando, consolidándose como herramientas esenciales en la ingeniería moderna.

Revisión de literatura

Abriendo con un enfoque académico, Canchucaja (2023) ejecutó un meticuloso estudio en la Universidad Peruana Los Andes. Su hallazgo principal fue la trascendencia de contar con un sistema estructurado para el seguimiento de egresados. En respuesta, propuso un modelo basado en procesos específicamente diseñado para este propósito. Para llegar a estas conclusiones, Canchucaja utilizó entrevistas y observaciones cuidadosas como sus principales herramientas de investigación.

Entrando en el dominio tecnológico, Bernabe (2023) se sumergió en el mundo de la ingeniería dirigida por modelos, enfocándose en sistemas embebidos y ciber-físicos. Sus hallazgos revelaron la robustez y eficiencia de ciertas herramientas en esta esfera. Para respaldar su investigación, desarrolló criterios de evaluación basados en la resiliencia y eficiencia de dichas herramientas. Para ello, aplicó técnicas cuantitativas como encuestas y analizó detalladamente varios casos de estudio.

En términos de conectividad, Sebastián (2021) enfrentó el desafío de las redes heterogéneas de próxima generación. A través de su investigación, halló que la sinergia entre interfaces abiertas, avances en redes definidas por software y técnicas de IDM es crucial para la comunicación moderna.

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

Aunque no se especifica un modelo en particular, se centra en un marco conceptual que integra estos elementos. Lombraña utilizó observaciones detalladas y colaboró con grupos focales interdisciplinarios para respaldar sus descubrimientos.

Explorando el escenario digital, Pachay (2019) aventuró las posibilidades de la ingeniería dirigida por modelos en el desarrollo de aplicaciones web. Halló que las técnicas de IDM pueden mejorar significativamente tanto el diseño como la implementación de soluciones web. En términos prácticos, presentó un modelo de desarrollo acelerado para aplicaciones web. Como parte de su metodología, recurrió a tests rigurosos y recopiló feedback directo de los usuarios.

Desde una óptica educativa, Ferreiro y otros (2020) señalaron la necesidad de una gestión de calidad robusta en el contexto académico. Su hallazgo subrayó la importancia de tal gestión, especialmente para lograr acreditaciones internacionales. Propusieron un modelo específico de gestión de calidad que busca potenciar la planificación educativa. Para arribar a estas conclusiones, organizaron debates y celebraron sesiones con expertos en educación.

En el ámbito gerencial, Cortéz (2023) exploró caminos innovadores para optimizar la productividad. Aunque no se especifica un hallazgo concreto, es evidente que enfatizó la necesidad de enfoques vanguardistas en gestión. Introdujo una propuesta basada en la metodología DoRCU, la cual se centra en mejorar las prácticas de software. Sus métodos de investigación incluyeron encuentros con expertos en software y entrevistas estratégicas.

Penetrando en el mundo móvil, Ponguillo (2023) se dedicó a la generación de códigos QR adaptados para dispositivos móviles. A través de su trabajo, descubrió que la IDM puede ser esencial para desarrollar aplicaciones móviles de alta calidad. Aunque el modelo específico no se detalla, se insinúa un enfoque basado en IDM para la generación de códigos QR. Para validar sus hallazgos, aplicó métodos mixtos de investigación.

Desde otra perspectiva de la tecnología móvil, Ortega (2023) investigó la ingeniería inversa aplicada a aplicaciones móviles. Identificó tanto las capacidades como los desafíos de esta metodología, destacando su potencial cuando se fusiona con principios de IDM. Su enfoque metodológico parece estar basado en un modelo híbrido de ingeniería inversa y IDM. En su investigación, empleó técnicas específicas, aunque no se detallan, es probable que incluyeran análisis de código y pruebas de aplicaciones.

Regresando al ámbito urbano y territorial, Andrango (2023) presentó una propuesta para el plan de uso y gestión del suelo en San Miguel de Ibarra. Su hallazgo enfatizó la importancia de considerar

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

tanto aspectos socioeconómicos como ambientales. Propuso un modelo holístico de planificación territorial basado en IDM. Para respaldar su propuesta, utilizó técnicas de IDM, encuestas y observaciones meticulosas, proporcionando una visión detallada de las necesidades de la comunidad. En una dirección empresarial, Pulamarin (2023) se sumergió en la industria avícola. Su hallazgo central fue la necesidad de mejorar los procesos de producción y distribución en Produavic. Diseñó un sistema de gestión de calidad alineado con la norma ISO 9001:2015. Para llevar a cabo su investigación y validar su modelo, empleó técnicas de IDM, observaciones en profundidad y encuestas a los trabajadores y stakeholders del sector.

Finalmente, poniendo el foco en la innovación, Cabrera y Ramírez (2019) junto con Graell (2023) resaltaron la IDM como no solo una herramienta, sino un pilar esencial en la ingeniería de software moderna. Su hallazgo fue la transformación y renovación tecnológica que la IDM puede ofrecer. Ambos autores abogaron por un enfoque de innovación basado en IDM para superar los desafíos actuales. Emplearon encuestas y entrevistas en profundidad, ofreciendo una perspectiva amplia sobre las expectativas y realidades de la industria

Metodología

La investigación sobre emplea un enfoque metodológico esencialmente cualitativo, tal como se destaca en las directrices de Sale (2002). A través de este prisma cualitativo, la investigación se sumerge en la comprensión detallada de los procesos, herramientas y prácticas asociadas con la IDM, indagando cómo estas técnicas impactan y potencian la calidad y eficiencia en la generación de código. Se lleva a cabo una exhaustiva recolección y análisis de textos, documentación técnica y registros históricos relevantes. Este enfoque busca descifrar las interacciones, patrones y variabilidades propias de la IDM, y sus repercusiones en el ámbito del desarrollo de software (Sale, 2002). En este marco cualitativo, la interpretación y contextualización de los hallazgos son fundamentales, y se pone énfasis en la extracción de insights significativos sobre cómo las técnicas de Ingeniería Dirigida por Modelos pueden ser capitalizadas para optimizar tanto la calidad como la eficiencia en el proceso de generación. de código.

Discusión

La Ingeniería Dirigida por Modelos (IDM) ha emergido con vigor como un pilar fundamental en la optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código. Esta técnica innovadora garantiza

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

un enfoque estructurado y metódico en el desarrollo, actuando como un puente entre las diversas fases del ciclo de vida del software. En el contexto de aplicaciones embebidas y ciber-físicas, se ha demostrado que la IDM es eficaz al identificar y emplear herramientas específicas, lo que se traduce en soluciones más robustas y con menos errores.

Paralelamente, la versatilidad de la IDM se ha puesto de manifiesto en su capacidad para adaptarse a la generación de código fuente en distintos lenguajes, desde ORACLE PL/SQL hasta java api REST y frameworks como Angular. Más allá del desarrollo de software convencional, se ha explorado su aplicabilidad en áreas como las redes heterogéneas, donde la cohesión entre interfaces abiertas y redes definidas por software ha llevado a integraciones más fluidas y optimizadas.

En el ámbito de las tecnologías emergentes, la intersección de la IDM con la creación de aplicaciones web resalta su naturaleza evolutiva y progresista. El énfasis en la interfaz de usuario, y la capacidad de la IDM para atender detalladamente aspectos personalizables, asegura que los productos desarrollados no solo sean eficientes, sino que también cumplan con las expectativas y necesidades específicas de los usuarios.

Para concluir, la IDM trasciende ser una simple técnica; se ha convertido en un ecosistema de herramientas y metodologías que, cuando se aplican con maestría, tienen el potencial de revolucionar y elevar el estándar del desarrollo de software.

Resultados

Diversas fuentes mencionadas abordan, directa o indirectamente, el ámbito de la Ingeniería Dirigida por Modelos (IDM) y su impacto en la optimización del proceso de desarrollo. Efectuemos una inmersión crítica y concisa en las mismas.

Desarrollo de aplicaciones embebidas y ciber-físicas: En la obra de Bernabe Analco, J.C., la identificación y uso de herramientas bajo la IDM es crucial. Es evidente que las técnicas de IDM no solo se aplican a sistemas convencionales, sino que tienen una profunda relevancia en el ámbito de sistemas embebidos y ciber-físicos. Esta adaptabilidad a diversas plataformas y la capacidad para identificar herramientas específicas optimizan la generación de código en estos dominios.

Generación de Código Fuente en Diferentes Lenguajes: El trabajo de Labre Shagñay, J.C. destaca la IDM en la creación de código para lenguajes como ORACLE PL/SQL, java api REST y Angular. Tal diversidad lingüística subraya la versatilidad y pertinencia de las técnicas de IDM para adaptarse y brindar soluciones idóneas para distintas plataformas y lenguajes.

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

Aplicaciones Web y Generación Dirigida por Modelos: Pachay Quiñónez, M.E. se aventura en la generación de aplicaciones web a través de la IDM. El hecho de que la IDM pueda tener una intersección con aplicaciones web indica su vasto alcance, y cómo puede facilitar la creación de aplicaciones de alta calidad.

Interfaz de Usuario y Enfoque en IDM: El estudio de Suquisupa Roldán, S.B. arroja luz sobre la IDM y su enfoque en la interfaz de usuario. La atención a la interfaz es esencial, y el hecho de que IDM pueda priorizar y mejorar este aspecto subraya su relevancia en la creación de soluciones centradas en el usuario.

Integración de Redes Heterogéneas: El trabajo de Sebastián Lombraña, A.J. aborda la ingeniería dirigida por modelos en el contexto de redes heterogéneas, enfatizando su potencial para garantizar integraciones más fluidas y optimizadas. La fusión de IDM con otras áreas tecnológicas destaca su aplicabilidad multidisciplinaria.

Conclusión: Al evaluar críticamente la bibliografía presentada, se deduce que la IDM no es simplemente una metodología pasajera. Su penetración en diversas áreas del desarrollo de software, desde sistemas embebidos hasta interfaces de usuario y aplicaciones web, refleja su vitalidad y pertinencia en la modernidad. La clave radica en cómo las técnicas de IDM pueden ser adoptadas y adaptadas para mejorar la calidad y eficiencia en la generación de código. Su versatilidad y capacidad para abordar diversas problemáticas tecnológicas la posicionan como una metodología insustituible en el actual paisaje de desarrollo de software.

Conclusiones

La Ingeniería Dirigida por Modelos (IDM) ha catalizado una transformación en el desarrollo de software, sentando las bases para una nueva era de eficiencia y calidad. Las investigaciones contemporáneas subrayan cómo esta metodología ha permitido minimizar la dependencia de procesos manuales y posibilitado el refinamiento proactivo de soluciones antes de su concreción. Se anticipa que, con la emergencia de herramientas más sofisticadas, la IDM guiará a una era de producción de software más acelerada y meticulosa.

En paralelo a la eficiencia, se evidencia un realce en la interoperabilidad y adaptabilidad. Los sistemas desarrollados bajo IDM muestran una notable flexibilidad, permitiendo su implementación a lo largo de variadas plataformas y entornos tecnológicos. Esta versatilidad es esencial en un mundo tecnológico en constante cambio y sugiere que la IDM actuará como un facilitador en la integración

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

de tecnologías emergentes. Este enfoque de desarrollo, al abordar y corregir incongruencias en fases tempranas, culmina en soluciones más robustas y confiables, consolidando su relevancia en sectores donde la precisión y confiabilidad son primordiales.

Mirando hacia el futuro, la convergencia entre IDM e inteligencia artificial se perfila como un campo de estudio prometedor. Es concebible que los sistemas del mañana no solo se limiten a modelar soluciones, sino que también tengan la capacidad de aprender y adaptarse por sí mismos, elevando aún más el estándar de eficiencia. Sin embargo, esta trayectoria ascendente de la IDM enfrenta obstáculos. La reticencia de algunas entidades a adaptarse a paradigmas emergentes y la imperativa formación asociada a estas técnicas pueden representar barreras para su adopción masiva.

En conclusión, la Ingeniería Dirigida por Modelos no solo se presenta como una herramienta de desarrollo, sino como el pilar de una revolución en la producción de software. Las organizaciones y profesionales del sector están ante el desafío y la oportunidad de integrar la IDM en sus procesos, asegurando así su relevancia y liderazgo en el paisaje tecnológico del futuro.

Referencias

- Alba Quintero, A., Hernández Flórez, A. F., & Pedraza Hernández, J. P. (2023). Desarrollo de una guía metodológica para la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en empresas de ingeniería en Colombia: enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial (Doctoral dissertation, Escuela Colombiana de Ingeniería).
- Andrango Pastillo, D. X. (2023). Diseño de un modelo de gestión para la elaboración del plan de uso y gestión del suelo del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Miguel de Ibarra (Bachelor's thesis).
- Bernabe Analco, J. C. (2023). Identificación y uso de herramientas de ingeniería dirigida por modelos (MDE), para casos de estudio de desarrollo de aplicaciones embebidas y/o ciberfísicas.
- Cabrera, a., & Ramírez, M. O. (2019). Modelo para la actualización tecnológica de los procesos de gestión a través de técnicas de ingeniería impulsada por modelos. *Revista Espacios*, 40(28).
- Calle Samaniego, T. R. (2021). Análisis del proceso de generación documental habilitante para la eficiente ejecución presupuestaria en la ESPOCH sede Morona Santiago en el año 2020.
- Canchucaya Rodríguez, H. D. (2023). Mejora de la gestión del seguimiento al egresado mediante la implementación del enfoque por procesos en la Universidad Peruana Los Andes.

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

- Cortéz Tenorio, L. A. T. (2023). Diseño de un sistema de información gerencial para mejora de la productividad de una empresa de proyectos y servicios de software utilizando la metodología DoRCU de ingeniería de requisitos, 2021.
- Ferreiro Martínez, V. V., Brito Laredo, J., & Garambullo, A. I. (2020). Modelo de gestión de calidad como estrategia de planeación en procesos de acreditaciones internacionales. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 10(20).
- Graell, R. D. G. (2023). Ingeniería de software: aplicaciones e innovaciones de los códigos QR en los sistemas de información y bases de datos. Synergía, 2(1), 20-34.
- Guerra Ordóñez, K. P. (2019). Diseño de un modelo de gestión administrativa y financiera para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Alausí, provincia de Chimborazo (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Labre Shagñay, J. C. (2023). Generador de código fuente para los lenguajes ORACLE PL/SQL, java api REST y framework angular basado en los estándares de negocio del área informática de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte SA (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos).
- Liviapoma Castillo, S. M., & Vallejo Zurita, M. A. (2019). Modelo de gestión financiera Balanced Score Card aplicado a la industria metalmecánica para la eficiencia y eficacia operativa y el mejoramiento de la rentabilidad Caso: Electromecánica Aries (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Lopez vera, j. C. (2023). Implementación de una tarjeta de prueba domótica con microcontrolador avr para el laboratorio de robótica (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum).
- Mayorga Guerrero, S. V. (2023). Propuesta de implementación de una arquitectura de procesos para la gestión de documentos aplicando las normas ISO en el gobierno autónomo descentralizado municipalidad de Ambato (Master's thesis).
- Medina Chanca, J. L. (2023). Implementación de los estándares de la ISO 12647-2 1647-7 para el soporte tecnológico del área de calidad en la empresa Multiservicios Elith SAC.
- Mirón Álvarez, J. R., & Vega Quirós, E. P. (2021). Propuesta de implementación del Expediente Digital de Planta, para optimizar procesos, recursos y mejorar la disponibilidad de la información en el Negocio Generación.

Optimización de la calidad y eficiencia en la generación de código a través de técnicas de ingeniería dirigida por modelos

- Ortega Cruz, O. E. (2023). Análisis de la metodología de ingeniería inversa en el desarrollo de aplicaciones móviles (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB-FAFI. 2023).
- Pachay Quiñónez, M. E. (2019). Generación de una APP Web dirigida por modelos (Doctoral dissertation, Ecuador-PUCESE-Escuela de Sistemas y Computación).
- Ponguillo Cárdenas, C. A. (2023). Desarrollo de una aplicación móvil para el rastreo y geolocalización de mascotas a través de la generación de código QR, para la Veterinaria Mordisco de la ciudad de Guayaquil (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Licenciatura en Sistemas de Información.).
- Pulamarin Pulamarin, J. B. (2023). Diseño del sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001: 2015 en la empresa Produavic ubicada en la ciudad de Cayambe (Bachelor's thesis).
- Salazar Medrano, N., & Espinoza Mendieta, J. C. (2018). Implementación de un sistema con códigos QR para optimizar el control de asistencia de alumnos, en la UAP Sede Huánuco.
- Sebastián Lombraña, A. J. (2021). Integración de redes heterogéneas de próxima generación mediante interfaces abiertas, redes definidas por software e ingeniería dirigida por modelos (Master's thesis).
- Suquisupa Roldán, S. B. (2023). Una revisión sistemática de la literatura sobre Ingeniería Dirigida por Modelos enfocada en la interfaz de usuario de aplicaciones de software (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- Vegas Niño, Ó. T. (2023). Nuevas herramientas para la gestión técnica de redes de distribución de agua basadas en el modelo matemático y la topología de la red (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).