

Web Application in the Student Outcomes Measurement Process of the Computational Systems Engineering Program of the Privada del Norte University

David A. J. Cotrina Jiménez¹, Rolando J. Berrú Beltrán¹, Master, and Víctor E. Gil Murga¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, david.cotrina@hotmail.com, rolando.berru@upn.edu.pe, victoredi94@gmail.com

Abstract— The present research was done with the aim of determining the influence of a web application in the student outcomes measurement process of the Computational Systems Engineering program of the Privada del Norte University in 2019. The type of study was pre-experimental; with a sample consisting of the student outcomes measurement processes executed in the semesters 2018-2 and 2019-1. The subprocesses included in the student outcomes measurement process are faculty management, graduates management, pre-professional internship employers management and measurement reports elaboration. The results obtained showed a decrease of 56.5% in the time taken to send the student outcomes measurement tools to the faculty members, a decrease of 82.87% in the data gathering time of the student outcomes measurement conducted by the faculty members, a decrease of 81.18% in the data gathering time of the student outcomes measurement conducted by the program graduates, an increase of 16.36% in the graduates participation level in the data gathering of the student outcomes measurement, a decrease of 79.43% in the data gathering time of the student outcomes measurement conducted by the pre-professional internship employers, an increase of 24.67% in the pre-professional internship employers participation level in the data gathering of the student outcomes measurement, a decrease of 99.83% in the time taken to process and/or analyze the measurement reports information and a decrease of 99.9% in the measurement reports elaboration time. This article is divided into introduction, state of the art, objectives, materials and methods, system implementation methodology, results, discussions and conclusions.

Keywords- web application, university accreditation, student outcomes, student outcomes measurement process, quality education.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.153>

ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

Aplicación Web en el Proceso de Medición de Resultados del Estudiante del Programa de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte

David A. J. Cotrina Jiménez¹, Rolando J. Berrú Beltrán¹, Magíster, and Víctor E. Gil Murga¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, david.cotrina@hotmail.com, rolando.berru@upn.edu.pe, victoredi94@gmail.com

Resumen— El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de definir la influencia de una aplicación web en el proceso de medición de resultados del estudiante del programa de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte en el año 2019. El tipo de estudio fue preexperimental; con una muestra constituida por los procesos de medición de resultados del estudiante ejecutados en los semestres 2018-2 y 2019-1. Los subprocesos que conforman el proceso de medición de resultados del estudiante son: medición docentes, medición egresados, medición empleadores de prácticas preprofesionales y elaboración de informes de medición. Los resultados obtenidos demostraron una reducción del 56.5% en el tiempo de envío de instrumentos de medición de resultados del estudiante a los docentes, una reducción del 82.87% en el tiempo de recopilado de información de mediciones de resultados del estudiante en docentes, una reducción del 81.18% en el tiempo de recopilado de información de mediciones de resultados del estudiante en egresados, un aumento del 16.36% en el nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones de resultados del estudiante en egresados, una reducción del 79.43% en el tiempo de recopilado de información de mediciones de resultados del estudiante en empleadores de Prácticas Pre Profesionales, un aumento del 24.67% en el nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones de resultados del estudiante en empleadores de Prácticas Pre Profesionales, una reducción del 99.83% en el tiempo de procesamiento y/o análisis de información de informes de medición y una reducción del 99.9% en el tiempo de redacción de informes de medición. Este artículo se divide en introducción, estado del arte, objetivos, material y métodos, metodología para la implementación del sistema, resultados, discusiones, y conclusiones. Palabras clave— aplicación web, acreditación universitaria, resultados de estudiante, proceso de medición de resultados de estudiante, calidad educativa.

Abstract— The present research was done with the aim of determining the influence of a web application in the student outcomes measurement process of the Computational Systems Engineering program of the Privada del Norte University in 2019. The type of study was pre-experimental; with a sample consisting of the student outcomes measurement processes executed in the semesters 2018-2 and 2019-1. The subprocesses included in the student outcomes measurement process are faculty management, graduates management, pre-professional internship employers management and measurement reports elaboration. The results obtained showed a decrease of 56.5% in the time taken to send the student outcomes measurement tools to the faculty members, a decrease of 82.87% in the data gathering time of the student outcomes measurement conducted by the faculty members, a decrease of 81.18% in the data gathering time of the student outcomes measurement conducted by the program graduates, an increase of 16.36% in the graduates participation level in the data gathering of the student outcomes measurement, a decrease of 79.43% in the data gathering time of the student outcomes

measurement conducted by the pre-professional internship employers, an increase of 24.67% in the pre-professional internship employers participation level in the data gathering of the student outcomes measurement, a decrease of 99.83% in the time taken to process and/or analyze the measurement reports information and a decrease of 99.9% in the measurement reports elaboration time. This article is divided into introduction, state of the art, objectives, materials and methods, system implementation methodology, results, discussions and conclusions. Keywords— web application, university accreditation, student outcomes, student outcomes measurement process, quality education.

I. INTRODUCCIÓN

Según el diario el Comercio [1] La acreditación universitaria garantiza la formación de profesionales de alto nivel, lo cual impacta significativamente en su inserción laboral, ya que asegura que las empresas estarían sumando al mejor talento. Sin embargo, son pocas las universidades peruanas que cuentan con acreditaciones, en especial internacionales.

Cornejo Chalan & Mora López [2], mencionan que, en las Universidades y Escuelas Politécnicas de Ecuador, la ausencia de una adecuada automatización en los diferentes procesos de autoevaluación con fines de acreditación origina la demora en la obtención de resultados muchas veces poco confiables, los cuáles consecuentemente no contribuyen a la implementación de acciones de mejora, que estén orientadas al incremento de la calidad educativa de dichas instituciones.

Asimismo, Arevalo Barrera & Ortiz Suarez [3] indican que, en Colombia la acreditación académica tiene un rol estratégico dentro de la política orientada a promover el mejoramiento del sistema de educación superior. De esta manera, los programas académicos de pregrado buscan el reconocimiento de la calidad a través de los diferentes procesos de autoevaluación con el propósito de identificar acciones de mejora. Por lo tanto, requieren diseñar e implementar métodos y/o herramientas que permitan el cumplimiento de las metas establecidas en el plan de mejora.

Según El diario la Gestión [4] en los últimos años las universidades peruanas están en la búsqueda constante de la calidad universitaria, por este motivo, solicitan formalmente y de manera voluntaria a las entidades acreditadoras ingresar al proceso de acreditación.

Además, CAISC indica que el programa de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte Sede Trujillo busca consolidar el compromiso de la calidad educativa a toda la comunidad universitaria fortaleciendo su proceso de mejora medición de resultados de estudiante. Es importante que este proceso establezca planes

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.153>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development” “Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy”, 27-31 July 2020, Virtual Edition.

de mejora en el seguimiento y evaluación de cada una de las actividades que lo componen, con la finalidad de hacer cumplir los lineamientos establecidos por el Comité de Acreditación de Ingeniería de Sistemas Computacionales.

De este modo, en cada una de las actividades del proceso de medición de resultados del estudiante, se requieren enormes esfuerzos para el procesamiento, manipulación y disponibilidad de la información, sumado a esto, se requiere personal de apoyo, tales como encuestadores y docentes acreditadores para la interpretación de los datos cuando se generan reportes. Por otra parte, el uso de herramientas como Microsoft Excel resulta limitado e insuficiente para desarrollar el procesamiento de la información de las actividades que comprenden el programa y que son parte del proceso de autoevaluación con fines de acreditación.

Conociendo estos detalles y analizando la realidad actual, en la limitada intervención de tecnologías para el apoyo del proceso de mejora continua; el Comité de acreditación del programa de Ingeniería de Sistemas Computacionales (CAISC) busca la manera de optimizar las diferentes actividades que comprenden el proceso de medición de los resultados del estudiante (RE).

II. MARCO TEÓRICO

A. Medición de resultados del estudiante

ICACIT [5], define que “consiste en uno o más procesos en los que se identifica, recopila y prepara información para evaluar el logro de los resultados del estudiante. Una medición efectiva utiliza medidas directas, indirectas, cuantitativas y cualitativas relevantes según resulte apropiado para el resultado que se está midiendo. Métodos apropiados de muestreo pueden ser usados como parte de un proceso de medición”.

B. Aplicación web

Según Luján Mora [6], “una aplicación web es un tipo especial del modelo cliente/servidor en donde el cliente, el cual frecuentemente es un navegador, y el servidor se comunican a través de un protocolo estandarizado”.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Definir la influencia de una aplicación web en el proceso de medición de resultados del estudiante del programa de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte en el año 2019.

B. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de una aplicación web en el subproceso de medición de resultados del estudiante ejecutado por docentes.
- Determinar la influencia de una aplicación web en el subproceso de medición de resultados del estudiante ejecutado por egresados.
- Determinar la influencia de una aplicación web en el subproceso de medición de resultados del estudiante ejecutado por empleadores de prácticas preprofesionales.

- Determinar la influencia de una aplicación web en el subproceso elaboración de informes de medición de resultados del estudiante.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de carácter experimental de grado pre-experimental, donde la unidad de estudio fue el proceso de medición de resultados del estudiante del programa de ingeniería de la Universidad Privada del Norte y la muestra estuvo constituida por dicho proceso ejecutado en los semestres 2018-2 y 2019-1.

V. METODOLOGÍA

El diseño e implementación de la aplicación web denominada Academic Programs Assessment Tool (APAT) tuvo una duración de 49 días. Se eligió la metodología de desarrollo de software Extreme Programming (XP) puesto que ofrece una planificación flexible y abierta, centrada en la buena funcionalidad del software por encima de la documentación. A continuación, en la tabla 1 se muestra sus etapas con sus principales actividades.

TABLA 1
ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE APAT

| Etapas | Descripción |
|--------|---|
| 1 | Recolección de información |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las diferentes actividades que conforman el proceso de medición de resultados del estudiante. • Analizar su problemática. • Elaborar historias de usuario. |
| 2 | Diseño del software |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Definir la arquitectura de acuerdo con la demanda funcional. • Elaborar diagramas técnicos: diagrama de entidades, diagrama de clases, diagrama de componentes. • Elaborar y validar prototipos de la aplicación web. |
| 3 | Desarrollo del Software |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el stack de tecnologías a usar. • Implementar los requisitos funcionales. • Validar inputs y outputs de información. |
| 4 | Pruebas y despliegue |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar casos de prueba para cada módulo. • Desplegar aplicación en producción. |

A. Etapa 1: Recolección de información

En conjunto con el CAISC se realizó un análisis a las diferentes actividades que componen el proceso de medición de resultados del estudiante. Como resultado, se determinó que el proceso está conformado por los subprocesos de medición docentes, medición egresados, medición empleadores de prácticas preprofesionales y la elaboración de informes de medición de resultados del estudiante.

Se identificó que, en cada subproceso de medición, durante la captura de información, se utilizaba una serie de instrumentos definidos por el CAISC, los cuales se muestran en las figuras 1, 2 y 3.

desarrollo), esfuerzo (se califica 1, 2 o 3 según el tiempo y trabajo que demandaría desarrollar la historia de usuario). Estas historias se muestran en la tabla 3.

TABLA 3
PLANIFICACIÓN INICIAL DE HISTORIAS DE USUARIO

| Historia de usuario | | Prioridad | Riesgo | Esfuerzo |
|---------------------|--|-----------|--------|----------|
| Ítem | Nombre | | | |
| 1 | Gestión de personas | Baja | Bajo | 1 |
| 2 | Gestión de cursos y clases | Media | Medio | 2 |
| 3 | Gestión programas y periodos académicos. | Media | Medio | 2 |
| 4 | Gestión resultados de estudiante. | Media | Medio | 2 |
| 5 | Gestión cursos con resultados de estudiante. | Media | Medio | 2 |
| 6 | Gestión evaluación RE con docentes. | Alta | Alto | 3 |
| 7 | Gestión evaluación RE con egresados. | Alta | Alto | 3 |
| 8 | Gestión evaluación RE con empleadores PPP. | Alta | Alto | 3 |
| 9 | Gestión de informes de medición. | Alta | Alto | 3 |

Además, de acuerdo con las ponderaciones de la prioridad, riesgo y esfuerzo se estimó el tiempo de desarrollo de cada historia. Esto se puede apreciar en la tabla 4.

TABLA 4
VELOCIDAD DEL PROYECTO

| Historia | Nombre | Tiempo estimado (días) |
|----------|--|------------------------|
| 1 | Gestión de personas | 3 |
| 2 | Gestión de cursos y clases | 2 |
| 3 | Gestión programas y periodos académicos. | 2 |
| 4 | Gestión resultados de estudiante. | 2 |
| 5 | Gestión cursos con resultados de estudiante. | 5 |
| 6 | Gestión evaluación RE con docentes. | 12 |
| 7 | Gestión evaluación RE con egresados. | 3.5 |
| 8 | Gestión evaluación RE con empleadores PPP. | 3.5 |
| 9 | Gestión de informes de medición. | 15 |

El equipo XP estuvo conformado por 2 personas, desarrollando el sistema en un tiempo calendario de 6 días por semana (lunes a sábado). El tiempo total estimado para el desarrollo de las historias de usuario fue de 49 días.

Además, el equipo de desarrollo determinó el cronograma de entregables para cada uno de módulos del sistema, el cual se muestra a continuación en la tabla 5.

TABLA 5
CRONOGRAMA DE ENTREGABLES

| Entregable | Historia | Fecha inicio | Fecha término | Fecha entrega |
|------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
| 1 | 1, 2, 3 y 4 | 3 | 12/02/2019 | 12/02/2019 |
| 2 | 5 | 2 | 18/02/2019 | 18/02/2019 |
| 3 | 6 | 2 | 04/03/2019 | 04/03/2019 |
| 4 | 7 y 8 | 2 | 12/03/2019 | 12/03/2019 |
| 5 | 9 | 5 | 29/03/2019 | 29/03/2019 |

Finalmente, se estableció a qué iteración (es la implementación de cada historia) fueron asignadas cada una

de las historias de usuario previamente redactadas, lo cual se muestra a continuación en la tabla 6.

TABLA 6
ASIGNACIÓN DE ITERACIONES

| Historia de usuario | | Prioridad | Iteración |
|---------------------|--|-----------|-----------|
| Ítem | Nombre | | |
| 1 | Gestión de personas | Baja | 1 |
| 2 | Gestión de cursos y clases | Media | 1 |
| 3 | Gestión programas y periodos académicos. | Media | 1 |
| 4 | Gestión resultados de estudiante. | Media | 1 |
| 5 | Gestión cursos con resultados de estudiante. | Media | 2 |
| 6 | Gestión evaluación RE con docentes. | Alta | 3 |
| 7 | Gestión evaluación RE con egresados. | Alta | 4 |
| 8 | Gestión evaluación RE con empleadores PPP. | Alta | 4 |
| 9 | Gestión de informes de medición. | Alta | 5 |

B. Etapa 2: Diseño del software

En esta etapa, a través del análisis de los requerimientos presentados por el CAISC, se determinaron las diferentes entidades que componen cada una de las historias de usuario. A continuación, se muestran algunos diagramas de clases con las tablas más relevantes en las figuras 4, 5, 6 y 7.

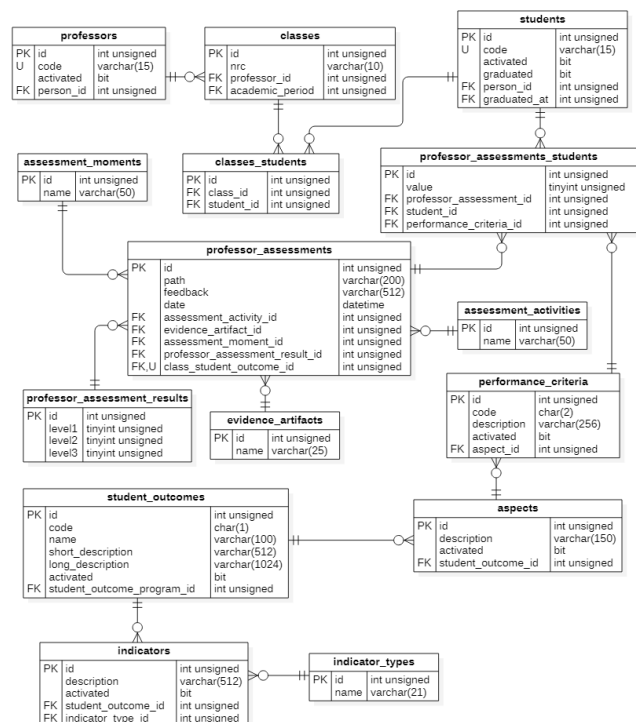


Fig. 4. Diagrama de clases de la historia Gestión evaluación RE con docentes.

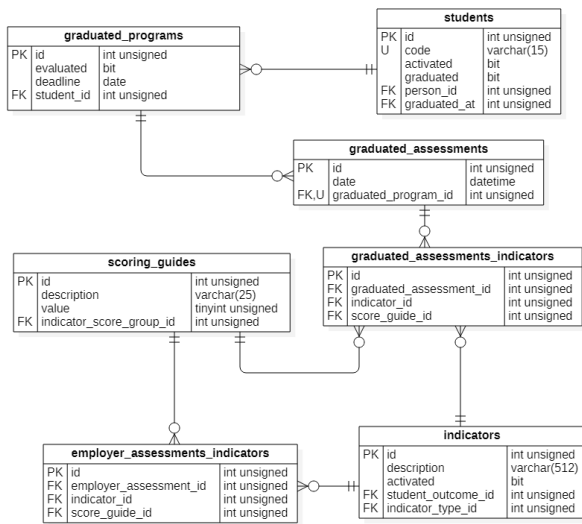


Fig. 5. Diagrama de clases de la historia Gestión evaluación RE con egresados.

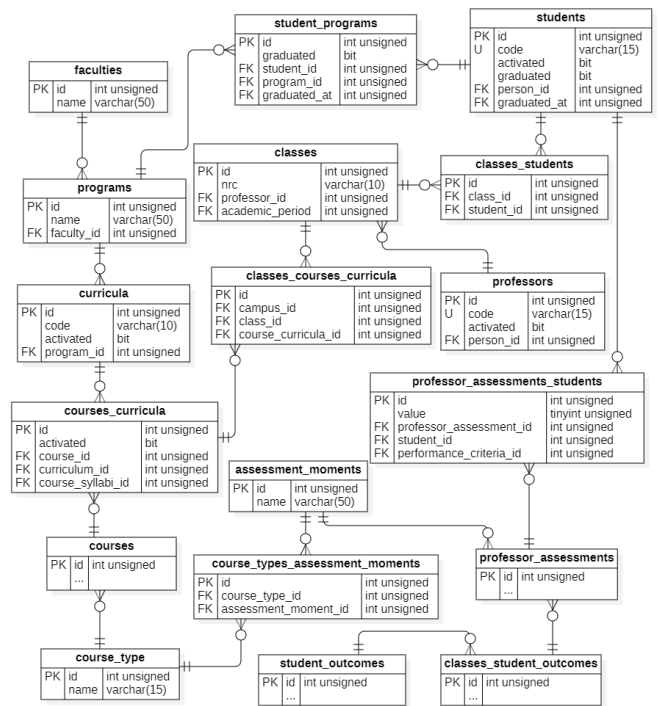


Fig. 7. Diagrama de clases de la historia Gestión de informes de medición

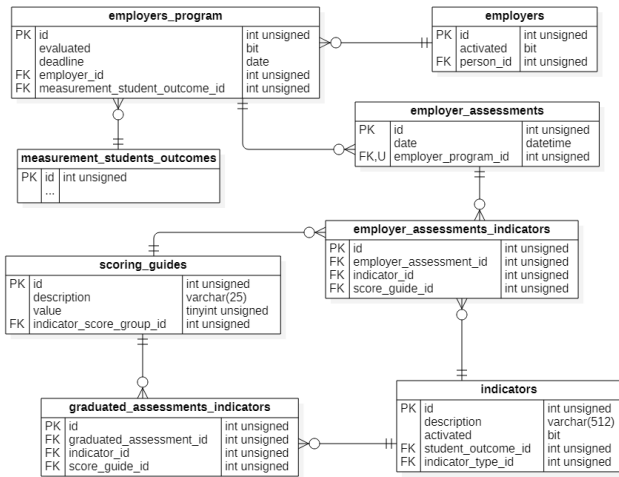


Fig. 6. Diagrama de clases de la historia Gestión evaluación RE con empleadores PPP.

Para la elaboración de los diagramas de software (entidades, entidad/relación, clases, componentes, etc.) el equipo XP utilizó StarUML y Enterprise Architect; de igual forma, para la implementación de la aplicación web se utilizó Visual Studio Code más complementos; y DataGrip como gestor de base de datos.

C. Etapa 3: Desarrollo del software

En esta etapa según el análisis y el diseño de la aplicación web (alcance técnico), se determinaron las diferentes tecnologías backend y frontend que se utilizaron para la implementación del software APAT.

Además, uno de los principales retos del equipo XP al momento de implementar la aplicación web, fue proporcionar una solución apoyada por un conjunto de tecnologías de software libre con la finalidad de contribuir al desarrollo de estas.

También, por encontrarse con un proyecto inicial en el programa de Ingeniería de Sistemas Computacionales y al no contar con proyectos del mismo nivel técnico, se consideró otras características técnicas como trabajar sólo con bases de datos relacionales, tener en cuenta tecnologías que cubran posibles proyecciones de crecimiento al 100% en futuros requerimientos y sobre todo el tiempo de desarrollo con cada de estas.

Debido a esto, para el de acceso y persistencia de datos se consideró como alternativas libres PostgreSQL, MySQL y MongoDB. MongoDB, al ser un motor de base de datos No relacional no fue considerado dentro de esta versión inicial, pero próximas versiones existe la posibilidad de una integración con bases de datos No relacionales. PostgreSQL a diferencia de MySQL fue construido con la finalidad de trabajar con inmensas cantidades de datos sin demandar mucho esfuerzo. Sin embargo, a nivel de rendimiento se encontró que MySQL estuvo dentro de las exigencias que demandaba el proyecto, tal como se muestra en la figura 8.

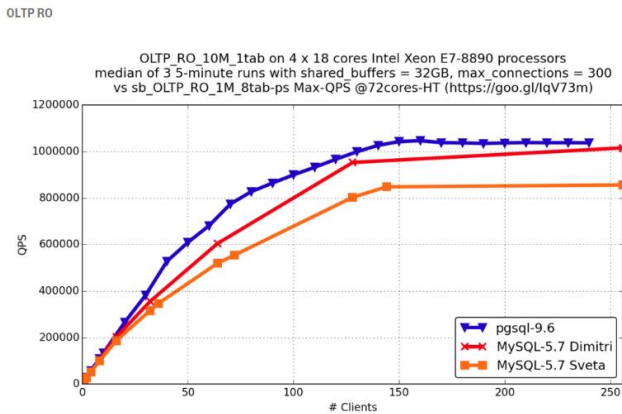


Fig. 8. Prueba de rendimiento entre PostgreSQL y MySQL

Por otro lado, para la construcción de las capas dominio, persistencia de datos y servicios se consideraron como alternativas ASP .Net Core, Java con Spring Boot, Javascript bajo NodeJS. Las tres tecnologías cubrían con las necesidades técnicas del proyecto, pero el equipo XP decidió utilizar NodeJS por ser altamente escalable debido a su naturaleza asíncrona (es decir un solo hilo puede atender otras peticiones mientras espera la respuesta, tal como se muestra en las figuras 9 y 10) y presentar mayor ventaja sobre las demás alternativas en la compatibilidad con las demás tecnologías del stack.

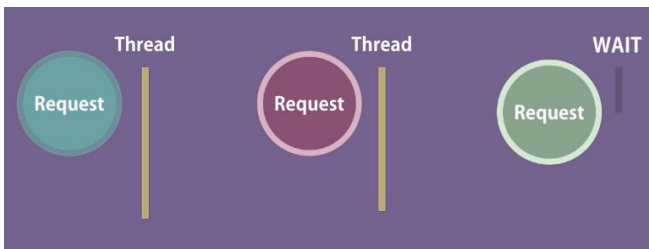


Fig. 9. Gestión de peticiones en la mayoría de los servidores.

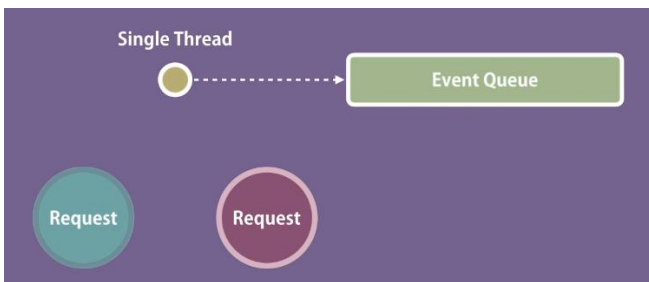


Fig. 10. Gestión de peticiones en NodeJS.

Por otra parte, para la construcción de la capa cliente se consideraron como alternativas Angular 2 y ReactJS. Angular 2 debido a ser un framework condicionaba a utilizar las herramientas que su ecosistema provee para evitar incompatibilidad. En cambio, ReactJS cuenta con una mayor cantidad de alternativas en librerías para su integración al momento de agregar funcionalidad a la aplicación web, una ella fue GraphQL. Entre todas las ventajas que proporcionó esta librería, la principal fue el tiempo de respuesta en cada consulta a la API (Fig. 11) y la fácil actualización de los endpoints evitando el versionamiento cuando se utiliza directamente los métodos de petición HTTP (get, post, put and delete).

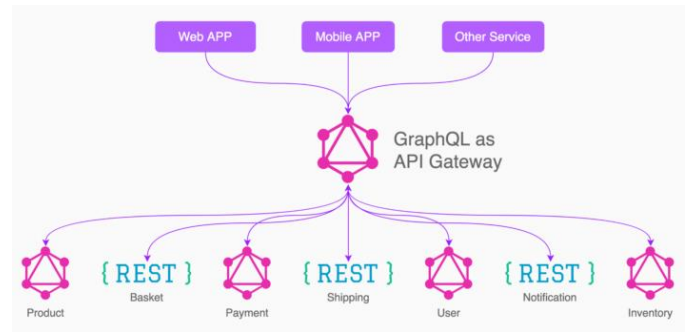


Fig. 11. Servicios consumiendo un solo endpoint.

D. Etapa 4: Pruebas y despliegue

En esta etapa, como parte del control de calidad del software, se diseñaron casos de prueba para los diferentes módulos y reportes del sistema, los que se muestran en las figuras 12, 13, 14, 15, 16 y 17. Luego, se procedió al despliegue de la aplicación en un servidor alojado en Digital Ocean.

| APAT Dashboard | JOSE ALBERTO GÓMEZ ÁVILA | |
|---|--------------------------|--------------|
| VIDEO JUEGOS Y APLICACIONES MÓVILES SIST1401.219413.11807.P | Semester: 7 | Students: 17 |
| SOLUCIONES WEB Y APLICACIONES DISTRIBUIDAS SIST1402.219413.11803.P | Semester: 8 | Students: 23 |
| SOLUCIONES WEB Y APLICACIONES DISTRIBUIDAS SIST1402.219413.11802.P | Semester: 8 | Students: 21 |
| INNOVACIÓN TECNOLOGÍA Y EMPRENDIMIENTO EMPR1501.219413.11756.P | Semester: 9 | Students: 17 |

Universidad Privada del Norte
Programa de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Copyright © APAT

Fig. 12. Dashboard evaluación docentes.

| APAT Dashboard | | JOSE ALBERTO GÓMEZ ÁVILA | | |
|---|-----------|---|----|----|
| Resultados del Estudiante Evidencia Evaluación Feedback | | | | |
| # | CÓDIGO | ESTUDIANTE | L1 | L2 |
| 1 | N0003750 | ALFARO ORBEGOSO, ELMER YVAN | 1 | 3 |
| 2 | N00042690 | ALBA MEJIA, FRANZ KAISER | 3 | 4 |
| 3 | N00043099 | ALCANTARA TAMAYO, ANTONY ALEJANDRO | 3 | 2 |
| 4 | N00045935 | ANDRADE CHARCAPE, WILLIAN GUILLERMO | 3 | 4 |
| 5 | N00046044 | ANGELES GUERRA, JUAN DIEGO | 2 | 3 |
| 6 | N00057723 | CALDERON FERNANDEZ, VICTOR BRAYANS ANDERS | 4 | 3 |
| 7 | N00080127 | FAVERIO RAMIREZ, SILVIA MILAGROS KATHERIN | 4 | 3 |
| 8 | N00080399 | FERNANDEZ CERNA, SERGIO ANDREE | 2 | 3 |
| 9 | N00084012 | GAMBOA RUBIO, JORDAN EMANUEL | 2 | 4 |

Fig. 13. Pantalla evaluación docente.

APAT Dashboard PIERO ALONSO TEJADA SANTANDER

A: Tiene capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería en la solución de problemas complejos de ingeniería.

Totalmente de acuerdo
 De acuerdo
 Neutral
 En desacuerdo
 Totalmente en desacuerdo

B: Tiene capacidad de conducir estudios de problemas complejos usando conocimientos basados en la investigación y métodos de investigación incluyendo el diseño y la conducción de experimentos, el análisis y la interpretación de información, y la síntesis de información para producir conclusiones válidas.

Totalmente de acuerdo
 De acuerdo
 Neutral
 En desacuerdo
 Totalmente en desacuerdo

C: Tiene capacidad de diseñar soluciones a problemas complejos de ingeniería y diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer necesidades deseadas dentro de restricciones realistas en los aspectos cultural, económico, ambiental, social, político, ético, de salud pública y seguridad, de capacidad de fabricación, y de sostenibilidad.

Totalmente de acuerdo

Fig. 14. Pantalla de encuesta egresados.

APAT Dashboard Reports Mantenimiento ROLANDO JAVIER BERRU BELTRAN

Docente Egresados Empleadores

A: Conocimientos de Ingeniería

B: Experimentación

ISOF1401.11635 Pendiente OPER1305.11759 Pendiente OPER1305.11777 Pendiente INVE1522.11793 Resuelto

CAISC
 Instrumento de Medición Resumen Medición Informe de medición Acta reunión

ICACIT
 Instrumento de Medición Resumen Medición Informe de medición Acta reunión

C: Diseño y Desarrollo de Soluciones

D: Trabajo Individual y en Equipo

E: Análisis de Problemas

Fig. 15. Pantalla de reportes generadas por el sistema APAT.

| | |
|--|-------|
| NIVEL DE LOGRO ALCANZADO POR RESULTADO (NLR) | 2.84 |
| ESCALA DE EVALUACIÓN DEL NLR | BUENO |

Según el cuadro anterior se puede concluir que en el Resultado del Estudiante "A", el NLR es de 2.84, el cual es considerado como BUENO

4.2. Porcentaje de estudiantes que lograron el RE

A continuación, se presentan el resumen de los resultados obtenidos por los estudiantes:

| CALIFICACIÓN | Sistemas Inteligentes | | Análisis de Algoritmos y Estrategias de Programación | | TOTAL | |
|----------------------------|-----------------------|--------|--|--------|-------|--------|
| | Q | % | Q | % | Q | % |
| POR MEJORAR < 2.8 | 5 | 20.83% | 17 | 42.50% | 22 | 34.38% |
| BUENO >= 2.8 <= 3.2 | 2 | 8.33% | 12 | 30.00% | 14 | 21.88% |
| SOBRESALIENTE > 3.2 <= 4.0 | 17 | 70.83% | 11 | 27.50% | 28 | 43.75% |
| TOTAL | 24 | 100% | 40 | 100% | 64 | 100% |

PORCENTAJE PROMEDIO DE ESTUDIANTES QUE LOGRARON EL RE (Bueno y Sobresaliente) **65.63%**

Tabla 3. Resultados RE "A"

Según el cuadro anterior se puede concluir que el 65.63% de los estudiantes tienen un nivel de BUENO y SOBRESALIENTE con respecto al logro del RE "A".

Fig. 16. Documento de informe de medición RE generado por el sistema APAT.

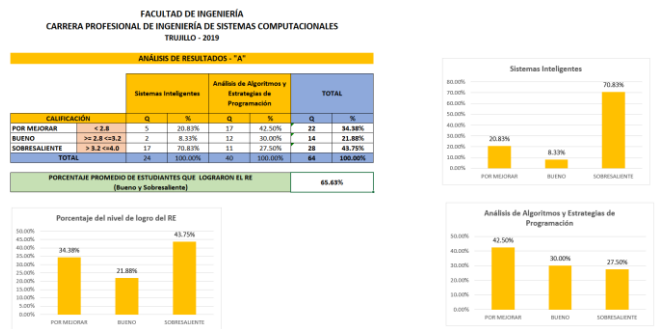


Fig. 17. Documento reporte por RE generado por el sistema APAT

VI. RESULTADOS

A continuación, se muestran e interpretan los resultados de la aplicación web (APAT) en el proceso de medición de resultados de estudiante durante los periodos 2018-2 y 2019-1. Los datos fueron recolectados por medio de fichas de observación y posteriormente aplicando las ecuaciones descritas a continuación.

A. Análisis del subproceso de medición con docentes.

TABLA 7
 PROCESAMIENTO DE DATOS EN LA MEDICIÓN DOCENTES

| Indicador | Fórmula | Resultados | |
|--|--|------------|-------|
| | | Pre | Post |
| Tiempo de envío de instrumentos de medición de RE. | $TTEI = \sum_{d=1}^n t_d + t_{d+1} + \dots + t_n$ <p>(1)</p> | 46.00 | 20.00 |
| Tiempo de recopilado de información de mediciones de RE. | $TPRI = \frac{\sum_{d=1}^n t_d + t_{d+1} + \dots + t_n}{n}$ <p>(2)</p> | 21.40 | 3.67 |

B. Análisis del subproceso de medición con egresados.

TABLA 8
 PROCESAMIENTO DE DATOS EN LA MEDICIÓN EGRESADOS

| Indicador | Fórmula | Resultados | |
|--|--|------------|------|
| | | Pre | Post |
| Tiempo de recopilado de información de mediciones de RE. | $TPRI = \frac{\sum_{e=1}^n t_e + t_{e+1} + \dots + t_n}{n}$ <p>(3)</p> | 13.72 | 2.58 |

| | | | |
|---|---|-------|----|
| Nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones de RE. | <p>NCRM = Porcentaje de nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones.</p> <p>s = Cantidad total de egresados que SÍ cumplieron.</p> <p>n = Número total de egresados.</p> $NCRM = \frac{s}{n} \times 100$ <p>(4)</p> | 68.75 | 80 |
|---|---|-------|----|

| | | | |
|--|--|------|------|
| Tiempo de redacción del informe de medición. | <p>TTP = Tiempo total de redacción.</p> <p>t = Tiempo de redacción de información por RE.</p> <p>re = Número incremental de resultado de estudiante.</p> <p>n = Número total de resultados de estudiante.</p> $TTR = \sum_{re=1}^n t_{re} + t_{re+1} + \dots + t_n$ <p>(8)</p> | 1067 | 1.67 |
|--|--|------|------|

C. Análisis del subproceso de medición con empleadores de PPP.

TABLA 9
PROCESAMIENTO DE DATOS EN LA MEDICIÓN EMPLEADORES PPP

| Indicador | Fórmula | Resultados | |
|---|--|------------|-------|
| | | Pre | Post |
| Tiempo de recopilado de información de mediciones de RE. | <p>TPRI = Tiempo promedio en el recopilado de información.</p> <p>t = Tiempo de recojo de instrumentos en días por empleador.</p> <p>p = Número incremental de empleadores.</p> <p>n = Número total de empleadores.</p> $TPRI = \frac{\sum_{p=1}^n t_p + t_{p+1} + \dots + t_n}{n}$ <p>(5)</p> | 13.70 | 2.81 |
| Nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones de RE. | <p>NCRM = Porcentaje de nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones.</p> <p>s = Cantidad total de egresados que SÍ cumplieron.</p> <p>n = Número total de egresados.</p> $NCRM = \frac{s}{n} \times 100$ <p>(6)</p> | 58.82 | 73.33 |

D. Análisis del subproceso de elaboración de informes de medición.

TABLA 10
PROCESAMIENTO DE DATOS EN LA ELABORACIÓN DE INFORMES DE MEDICIÓN

| Indicador | Fórmula | Resultados | |
|--|---|------------|------|
| | | Pre | Post |
| Tiempo de procesamiento y/o análisis de información. | <p>TTP = Tiempo total de procesamiento.</p> <p>t = Tiempo de procesamiento de información por resultado de estudiante.</p> <p>re = Número incremental de resultado de estudiante.</p> <p>n = Número total de resultados de estudiante.</p> $TTP = \sum_{re=1}^n t_{re} + t_{re+1} + \dots + t_n$ <p>(7)</p> | 1195 | 2.05 |

E. Análisis e interpretación general.

TABLA 11
RESUMEN DE LA VARIACIÓN DE LAS MEDICIONES

| Mediciones | Indicador | Variación |
|-------------------------------------|---|-----------|
| Docentes | Tiempo de envío de instrumentos de medición de RE. | -56.52% |
| | Tiempo de recopilado de información de mediciones de RE. | -82.87% |
| Egresados | Tiempo de recopilado de información de mediciones de RE. | -81.18% |
| | Nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones de RE. | 16.36% |
| Empleador PPP | Tiempo de recopilado de información de mediciones de RE. | -79.43% |
| | Nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones de RE. | 24.67% |
| Elaboración de informes de medición | Tiempo de procesamiento y/o análisis de información. | -99.83% |
| | Tiempo de redacción del informe de medición. | -99.90% |

VII. DISCUSIONES

Los resultados obtenidos muestran una variación del 56.5% en la reducción del tiempo en el envío de instrumentos de medición de resultados del estudiante a los docentes. El tiempo total antes de la implementación del sistema fue de 46 minutos, a diferencia de los 20 minutos que llevó realizarlo después de la implementación del sistema.

De la misma forma, se obtuvo una variación del 82.87% en la reducción del tiempo en el recopilado de información de resultados del estudiante en los docentes. El resultado promedio antes de la implementación del sistema fue de 21.40 minutos, a diferencia de los 3.67 minutos que llevó realizarlo después de la implementación del sistema.

Asimismo, se obtuvo una variación del 81.18% en la reducción del tiempo en el recopilado de información de resultados del estudiante en los egresados. El resultado promedio antes de la implementación del sistema fue de 13.72 minutos, a diferencia de los 2.58 minutos que llevó realizarlo después de la implementación del sistema.

Igualmente, se obtuvo una variación del 16.36% en el aumento del nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones de resultados del estudiante en los egresados. El nivel de cumplimiento antes de la implementación del sistema fue de 68.75%, a diferencia del 80% en el nivel de cumplimiento después de la implementación del sistema.

Además, se obtuvo una variación del 79.43% en la reducción del tiempo en el recopilado de información de

resultados del estudiante en los empleadores de Prácticas Pre Profesionales. El resultado promedio antes de la implementación del sistema fue de 13.70 minutos, a diferencia de los 2.81 minutos que llevó realizarlo después de la implementación del sistema.

Igualmente, se obtuvo una variación del 24.67% en el aumento del nivel de cumplimiento en el recopilado de mediciones de resultados del estudiante en los empleadores de Prácticas Pre Profesionales. El nivel de cumplimiento antes de la implementación del sistema fue de 58.82%, a diferencia del 73.33% en el nivel de cumplimiento después de la implementación del sistema.

También, se obtuvo una variación del 99.83% en la reducción del tiempo en el procesamiento y/o análisis de información en la elaboración de informes de medición. El resultado promedio antes de la implementación del sistema fue de 1195 minutos, a diferencia de los 2.05 minutos que llevó realizarlo después de la implementación del sistema.

De igual modo, se obtuvo una variación del 99.9% en la reducción del tiempo en la redacción de informes de medición. El resultado promedio antes de la implementación del sistema fue de 1607 minutos, a diferencia de los 1.67 minutos que llevó realizarlo después de la implementación del sistema.

Asimismo, se desarrolló una aplicación web que ayudó al comité de acreditación de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales con la generación de los documentos de informes de medición coincidiendo con los resultados del trabajo de Shankar, Dickson, & Mazoleny en el 2013 [7], en donde indican que la herramienta informática ayudó a los coordinadores en la gestión documentaria del programa del estudio.

Por último, los resultados obtenidos con relación a los indicadores de tiempo concuerdan con los resultados obtenidos en el 2015 por Salas, Rodríguez, & Villareal [8], los cuáles hacen referencia que la implementación de un software contribuyó con una administración rápida y acertada en la recolección, procesamiento y análisis de la información institucional ayudando de manera significativa a los Comités de Acreditación de las distintas facultades de la Universidad de Córdoba.

VIII. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones.

El presente proyecto de investigación demuestra que la aplicación web APAT tuvo una influencia positiva sobre el proceso de medición de resultados de estudiantes.

También, se demostró la influencia de la aplicación web APAT en el subproceso Medición Docentes, mostrando que los resultados obtenidos demuestran una mejora en el tiempo de envío de instrumentos de medición y en el tiempo de recopilado de información de mediciones de resultados de estudiante.

Además, se demostró la influencia de la aplicación web APAT en el subproceso Medición Egresados, mostrando que los resultados obtenidos demuestran una mejora en el nivel de cumplimiento y tiempo de recopilado de información de mediciones de resultados de estudiante.

De igual manera, se demostró la influencia de la aplicación web APAT en el subproceso Medición

Empleadores de Prácticas Pre Profesionales, mostrando que los resultados obtenidos demuestran una mejora en el nivel de cumplimiento y tiempo de recopilado de información de mediciones de resultados de estudiante.

Asimismo, se demostró la influencia de la aplicación web APAT en el subproceso Elaboración de Informes de Medición, donde se reflejó una gran mejora con respecto al tiempo de procesamiento, análisis de información y tiempo de redacción del informe de medición.

Por último, el equipo de investigación busca identificar los procesos y subprocesos principales y necesarios para que un programa de académico empiece, continúe y finalice un proceso de acreditación, de esta manera el equipo de investigación se plantea implementar mejoras al sistema APAT para permitir el soporte a más programas académicos de la universidad.

IX. AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte y a los integrantes del Comité de Acreditación de Ingeniería de Sistemas Computacionales por otorgarnos las facilidades en cada una de las etapas de nuestra investigación.

X. REFERENCIAS

- [1] El Comercio, «Acreditación universitaria: garantía de profesionales mejor preparados para las organizaciones.» El Comercio, 2018. [En línea]. Available: <https://elcomercio.pe/publireportaje/acreditacion-universitaria-garantia-profesionales-mejor-preparados-organizaciones-noticia-502344-noticia/>.
- [2] D. Cornejo Chalan y J. Mora López, «Desarrollo de un software para la gestión de los procesos de autoevaluación con fines de acreditación de las Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador (Tesis de Pregrado).» Ecuador, 2010.
- [3] N. Arevalo Barrera y J. Ortiz Suarez, «Sistema de seguimiento para la implementación del plan de mejoramiento 2016-2019 del programa de Administración Ambiental de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.» Colombia, 2017.
- [4] Gestión, «Acreditación Universitaria: ¿Qué universidades peruanas se encuentran en el IAC?.» Gestión, 2017. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/tendencias/management-empleo/acreditacion-universitaria-universidades-peruanas-encuentran-iac-142069>.
- [5] ICACIT, «Glosario de Términos.» ICACIT, 2018. [En línea]. Available: <http://www.icacit.org.pe/web/acreditacion/2018-08-22-21-41-45.html>.
- [6] S. Luján Mora, Programación en internet: Clientes Web, España: Club Universitario, 2001.
- [7] R. Shankar, J. Dickson y C. Mazoleny, «A Tool for ABET Accreditation.» *ASEE Annual Conference & Exposition*, pp. 23.124.1 - 23.124.12, 2013.
- [8] D. Salas, D. Rodríguez y R. Villareal, «Diseño e implementación de un software para asistir procesos de acreditación en programas académicos.» *Ingeniería e Innovación*, vol. 3, nº 1, pp. 46-53, 20 Marzo 2015.