

Anexo II. Potencial de transferencia

PlatTE

PLATAFORMA DE TRAYECTORIAS ESCOLARES

Requerimientos de información

Incorporar a los requerimientos de información los siguientes elementos:

Características de la solución

- Explicar las funcionalidades con las que ya cuenta la solución para personalizar o adaptar la solución sin la necesidad de realizar modificaciones.
- Especificar el tiempo estimado que llevaría implementar la solución en otra IES, incluyendo adaptaciones.
- Listado general de componentes tecnológicos (sistemas de información, base de datos, infraestructura) externos con los que interactúa o integra la solución, especificando el mecanismo o tecnología utilizada para tal efecto.

La plataforma está compuesta por diez módulos principales, los cuales se ilustran en la Figura 1.



Figura 1. Módulos de indicadores de trayectoria escolar.

Módulo de Tablero de Indicadores de trayectoria escolar

Este módulo es el punto de partida de la aplicación y ha sido diseñado específicamente para directores de instituto, jefes de departamento y coordinadores de programas educativos, es decir, las autoridades universitarias de quienes dependen académicamente los programas que integran la oferta educativa de la universidad. Proporciona un resumen completo de todos los indicadores de trayectoria escolar en un solo lugar (virtual), permitiendo un monitoreo eficiente y efectivo de los mismos. El tablero muestra el periodo más reciente para cada indicador, brindando una visión instantánea de la situación actual. Además, se presentan gráficos claros y concisos que representan la evolución de los indicadores en periodos anteriores, lo que facilita la identificación de tendencias y patrones significativos. La Figura 2 muestra la interfaz de usuario del módulo.

Una de las características destacadas de este módulo es su capacidad para seleccionar el campus, nivel educativo (pregrado/posgrado) y programa académico específico, lo que permite visualizar los datos relevantes para cada área de manera personalizada. Esto proporciona a los coordinadores y jefes de departamento una perspectiva precisa y detallada de los indicadores que son relevantes para el ejercicio de sus responsabilidades, principalmente en términos de posibilitar el seguimiento oportuno a los/las estudiantes. Además, este módulo ofrece la posibilidad de descargar los datos en formato Excel, lo que facilita aún más el análisis y el trabajo con la información. Los usuarios pueden exportar los datos seleccionados y utilizarlos para generar informes personalizados, realizar análisis más profundos o compartirlos con otros miembros del equipo, como tutores, docentes y personal administrativo del cual dependen servicios especializados en la atención de los/las estudiantes. Este módulo les permite tomar decisiones informadas y estratégicas para mejorar la calidad educativa y el rendimiento estudiantil en sus respectivas disciplinas.

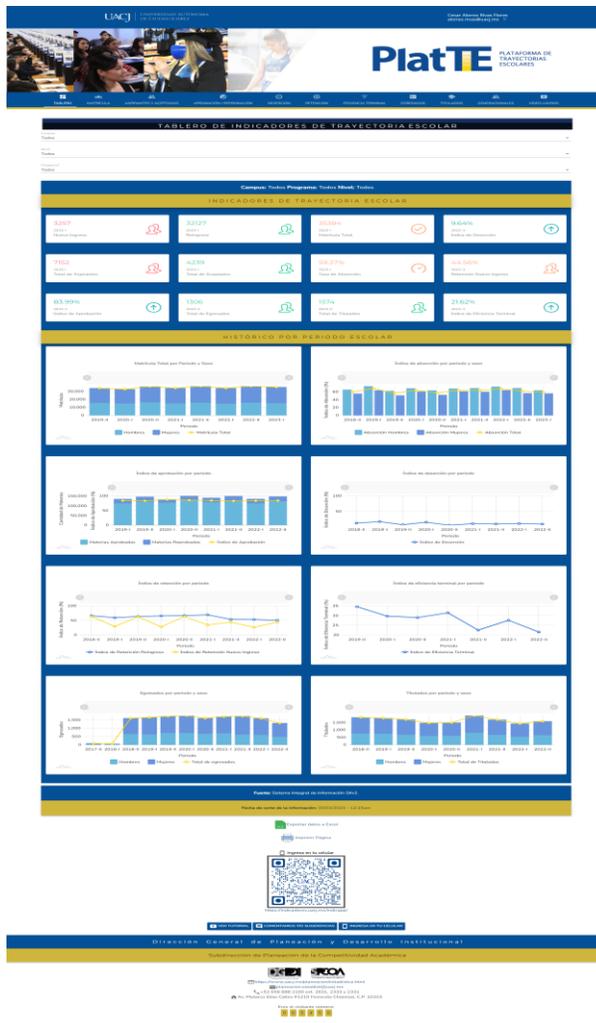


Figura 2. Interfaz de usuario del módulo de Tablero de indicadores de trayectoria escolar.

Módulo de matrícula

El Módulo de Matrícula (ver Figura 3) es una parte integral de esta aplicación tecnológica y está diseñado para brindar una visión detallada de los estudiantes inscritos en cada periodo académico. Este módulo permite a los usuarios seleccionar el campus, nivel educativo (pregrado/posgrado), programa académico y periodo específico para analizar la matrícula de manera precisa y personalizada. La información presentada en este módulo incluye la dispersión de estudiantes por sexo, lo que proporciona una visión clara de la distribución de género dentro de la matrícula. Además, se muestra el tipo de ingreso de los estudiantes, diferenciando entre nuevo ingreso y reingreso, lo que permite comprender mejor los flujos de estudiantes en cada periodo.

Además de los datos actuales, el módulo también ofrece un histórico de la matrícula en forma de gráficas. Estas representaciones visuales permiten identificar tendencias y patrones a lo largo del tiempo, facilitando la comprensión de cambios significativos en la matrícula y la toma de decisiones informadas. Una característica adicional de este módulo es la posibilidad de descargar los datos en formato Excel. Esto

proporciona a los usuarios la capacidad de trabajar con los datos de la matrícula de manera más flexible y realizar análisis personalizados. Al descargar los datos, los usuarios pueden realizar cálculos adicionales, generar informes específicos o compartir la información con otros actores fundamentales en los procesos de toma de decisiones y atención de los/las estudiantes.



Figura 3. Interfaz de usuario del módulo de indicador de matrícula.

Módulo de aspirantes y aceptados

El Módulo de Aspirantes y Aceptados (ver Figura 4) es una herramienta esencial dentro de esta aplicación tecnológica, que proporciona una visión completa de los aspirantes a los programas educativos y los/las estudiantes aceptados en cada periodo académico. Este módulo permite a los usuarios seleccionar el campus, nivel, programa educativo y periodo específico para analizar los datos de manera precisa y personalizada. En este módulo se presentan dos aspectos fundamentales: los datos de los aspirantes y los estudiantes aceptados. Para los aspirantes, se proporciona información detallada sobre su número total, así como la dispersión por sexo. Esto permite tener una comprensión clara de la participación y la distribución de género en el proceso de admisión. Por otro lado, para los estudiantes aceptados, se muestra el número total de aceptados y también se desglosa por sexo. Esto proporciona una visión precisa de la composición de los estudiantes aceptados en cada periodo académico.

Además, este módulo incluye la tasa de absorción, que es un indicador importante para evaluar la eficacia del proceso de admisión. La tasa de absorción muestra el porcentaje de aspirantes que son aceptados en comparación con el número total de aspirantes. Esta métrica es útil para comprender la demanda y la capacidad de absorción de los programas educativos. Al igual que en los módulos anteriores, los usuarios pueden descargar los datos en formato Excel. Esto permite un análisis más profundo y personalizado de los datos de los/las aspirantes y los/las estudiantes aceptados. Los usuarios pueden realizar cálculos adicionales, generar informes específicos y compartir la información de manera conveniente y oportuna.

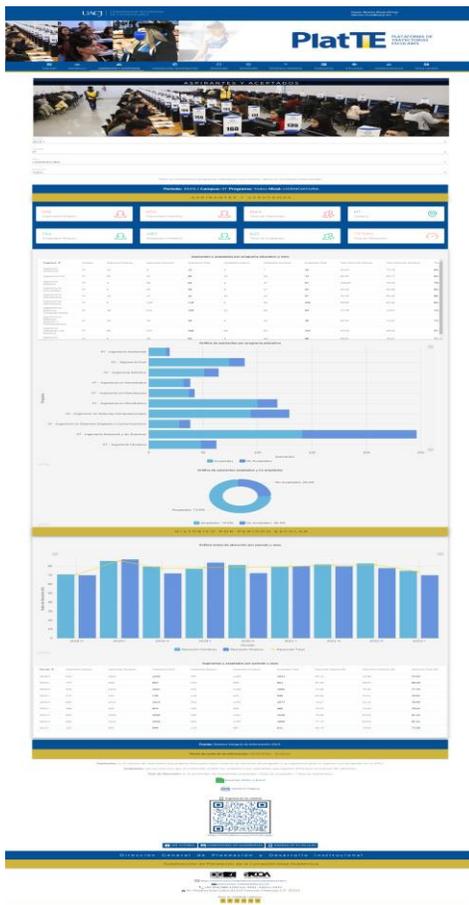


Figura 4. Interfaz de usuario del módulo de aspirantes y aceptados.

Módulo de aprobación / reprobación

El Módulo de Aprobación / Reprobación (ver Figura 5) proporciona información detallada sobre los índices de aprobación y reprobación por materia. Este módulo permite a los usuarios analizar cuántos estudiantes aprobaron y cuántos reprobaban en el total de materias ofertadas en cada periodo académico. Al seleccionar el campus, nivel y programa educativo, los usuarios pueden acceder a los datos específicos de aprobación y reprobación por materia. Esta información es esencial para evaluar el desempeño académico de los estudiantes e identificar áreas de mejora en la enseñanza y el aprendizaje.

El módulo ofrece una visión detallada de los resultados de aprobación y reprobación en cada programa educativo, lo que permite identificar a los que cuentan con altos índices de aprobación y aquellos que requieren una atención adicional. Estos datos son fundamentales para la toma de decisiones informadas y la implementación de acciones correctivas. Al igual que en los módulos anteriores, los usuarios tienen la

capacidad de seleccionar el periodo académico específico para analizar los datos. Además, se ofrece la opción de descargar los datos en formato Excel, lo que facilita un análisis más profundo y personalizado. Los usuarios pueden realizar cálculos adicionales, generar informes específicos y compartir la información de manera conveniente.



Figura 5. Interfaz de usuario del módulo de aprobación / reprobación.

Módulo de deserción

El Módulo de Deserción (ver Figura 6) proporciona información detallada sobre los índices de deserción escolar de un periodo a otro. Este módulo permite a los usuarios analizar la cantidad de estudiantes que abandonan sus estudios entre periodos académicos. La deserción escolar es un indicador crítico que puede tener un impacto significativo en el rendimiento académico y la calidad educativa. Con este módulo, los usuarios pueden seleccionar el campus, nivel educativo (pregrado/posgrado) y programa académico específico para analizar los datos de deserción de manera precisa y personalizada.

El módulo presenta los datos de deserción en forma de números absolutos y tasas de deserción. Estos datos permiten evaluar la magnitud del problema y comprender mejor los factores que pueden contribuir a la deserción de los estudiantes. Al analizar los datos de deserción, los usuarios pueden identificar patrones y tendencias a lo largo de los periodos académicos. Esto puede ayudar a detectar posibles áreas

problemáticas y orientar la implementación de estrategias y programas para reducir la deserción y mejorar la retención estudiantil. Al igual que en los módulos anteriores, los usuarios tienen la opción de descargar los datos en formato Excel. Esto facilita un análisis más detallado y personalizado de los datos de deserción, así como la generación de informes específicos y el intercambio de información relevante con otros actores del proceso educativo y de atención directa a los/las estudiantes.

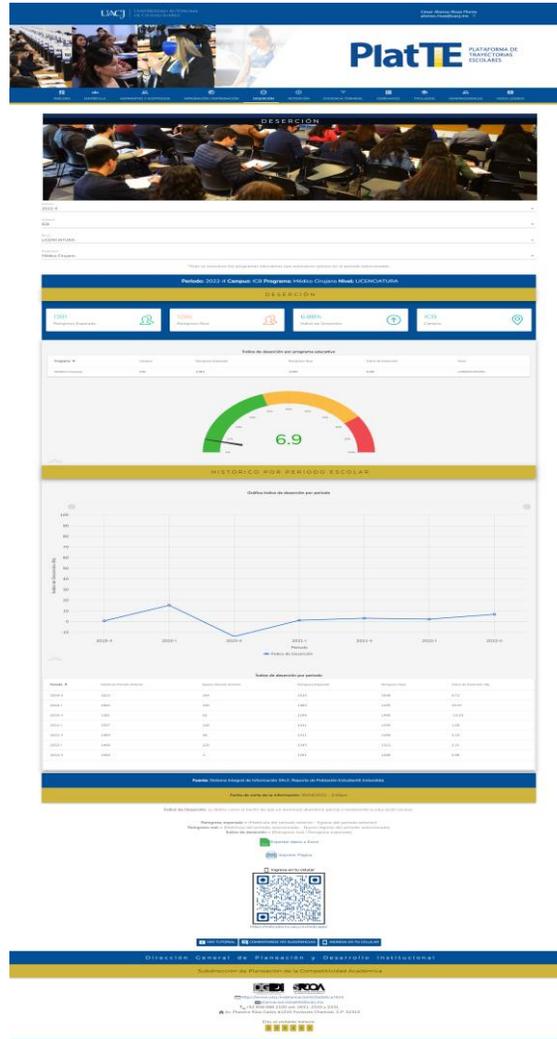


Figura 6. Interfaz de usuario del módulo de deserción.

Módulo de retención

El Módulo de Retención (ver Figura 7) brinda información detallada sobre la retención de estudiantes de Nuevo Ingreso y Reingreso de un año a otro. Este módulo permite a los usuarios analizar la continuidad de los estudiantes en sus estudios desde el primer año hasta el segundo año. La retención estudiantil es un indicador crucial para evaluar la efectividad de los programas educativos y la calidad de la experiencia estudiantil. Con este módulo, los usuarios pueden seleccionar el periodo, campus y programa educativo específico para analizar los datos de retención de manera precisa y personalizada.

El módulo presenta los datos de retención en forma de tasas de retención. Estas tasas muestran el porcentaje de estudiantes que continúan sus estudios desde el primer año hasta el segundo año. Tanto

para los estudiantes de Nuevo Ingreso como para los de Reingreso, esta información es crucial para evaluar el éxito de los programas educativos en mantener a los estudiantes en sus programas académicos. Al analizar los datos de retención, los usuarios pueden identificar patrones y tendencias en la continuidad de los/las estudiantes en sus estudios. Esto puede ayudar a identificar posibles áreas de mejora y orientar la implementación de estrategias y programas para mejorar la retención estudiantil. Al igual que en los módulos anteriores, los usuarios tienen la opción de descargar los datos en formato Excel. Esto facilita un análisis más detallado y personalizado de los datos de retención, así como la generación de informes específicos y el intercambio de información relevante con otros miembros del equipo.

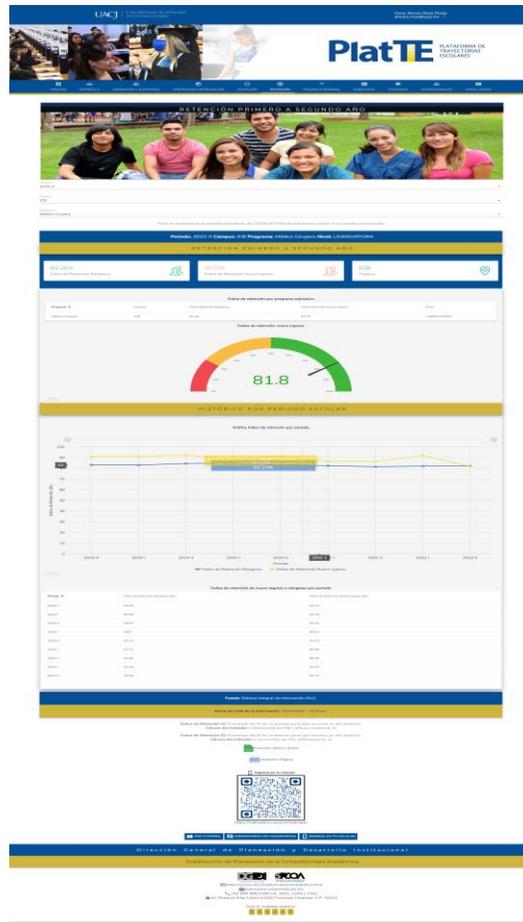


Figura 7. Interfaz de usuario del módulo de retención.

Módulo de eficiencia terminal

El Módulo de Eficiencia Terminal (ver Figura 8) proporciona información detallada sobre la eficiencia terminal de los estudiantes. Este módulo permite a los usuarios analizar la proporción de estudiantes que culminan sus estudios con éxito en relación con los estudiantes que ingresaron en un periodo académico específico. La eficiencia terminal es un indicador clave para evaluar la efectividad de los programas educativos en términos de graduación o culminación de sus programas educativos por parte de los/las estudiantes. Con este módulo, los usuarios pueden seleccionar el periodo, campus y programa educativo específico para analizar los datos de eficiencia terminal de manera precisa y personalizada. El módulo presenta los datos de eficiencia terminal en forma de tasas de eficiencia. Estas tasas muestran el porcentaje de estudiantes que culminaron sus estudios en relación con el número total de estudiantes

que ingresaron en el periodo académico correspondiente. Este indicador es fundamental para evaluar la calidad y el impacto de los programas educativos.

Al analizar los datos de eficiencia terminal, los usuarios pueden identificar patrones y tendencias en la culminación de estudios de los estudiantes. Esto puede ayudar a identificar posibles áreas de mejora y orientar la implementación de estrategias y programas para mejorar la eficiencia terminal y aumentar la tasa de graduación. Al igual que en los módulos anteriores, los usuarios tienen la opción de descargar los datos en formato Excel. Esto facilita un análisis más detallado y personalizado de los datos de eficiencia terminal, así como la generación de informes específicos y el intercambio de información relevante con las distintas dependencias universitarias encargadas de la atención académica y administrativa de los/las estudiantes.

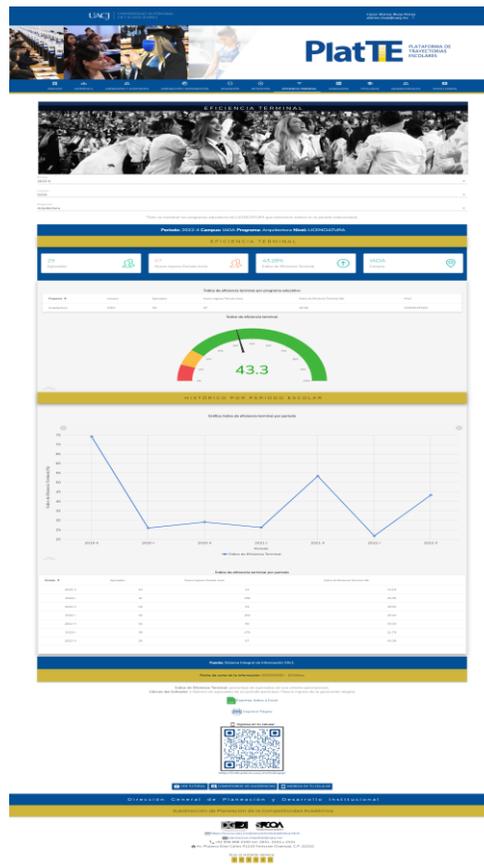


Figura 8. Interfaz de usuario del módulo de eficiencia terminal.

Módulo de egresados

El Módulo de Egresados (ver Figura 9) proporciona información detallada sobre los estudiantes que han completado sus estudios y se han convertido en egresados. Este módulo permite a los usuarios analizar la cantidad de egresados por sexo y por nivel educativo. El seguimiento de los egresados es fundamental para evaluar el impacto y el éxito de los programas educativos. Con este módulo, los usuarios pueden seleccionar el periodo, campus, nivel educativo y programa específico para obtener datos precisos sobre los egresados. El módulo presenta los datos de egresados en forma de números absolutos y proporciones

por sexo. Esto permite evaluar la distribución de los egresados en función del género y comprender mejor la participación de hombres y mujeres en los diferentes niveles educativos.

Al analizar los datos de egresados, los usuarios pueden identificar tendencias y patrones en la cantidad de estudiantes que completan sus estudios en cada nivel educativo. Esto puede proporcionar información valiosa para evaluar la efectividad de los programas educativos y realizar mejoras orientadas a aumentar la tasa de graduación. Al igual que en los módulos anteriores, los usuarios tienen la opción de descargar los datos en formato Excel. Esto facilita un análisis más detallado y personalizado de los datos de egresados, así como la generación de informes específicos y el intercambio de información relevante con otros actores en el proceso de toma de decisiones.

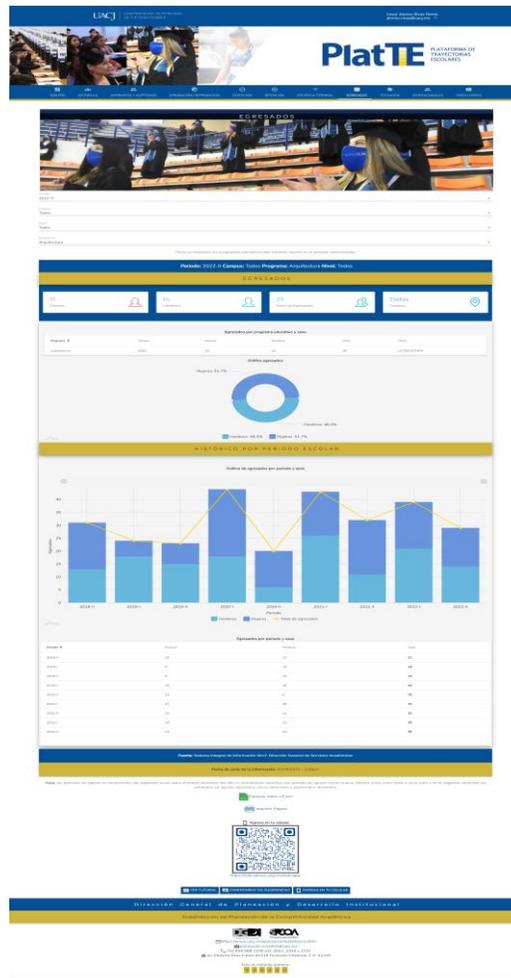


Figura 9. Interfaz de usuario del módulo de egresados.

Módulo de titulados

El Módulo de Titulados (ver Figura 10) proporciona información detallada sobre los estudiantes que no solo han egresado, sino que también han completado exitosamente el trámite de titulación. Este módulo permite a los usuarios analizar la cantidad de estudiantes titulados por sexo y por nivel educativo. El seguimiento de los titulados es esencial para evaluar el éxito y el impacto de los programas educativos en la obtención de grados académicos. Con este módulo, los usuarios pueden seleccionar el periodo, campus, nivel educativo y programa específico para obtener datos precisos sobre los titulados. El módulo presenta

los datos de titulados en forma de números absolutos y proporciones por sexo. Esto permite evaluar la distribución de los titulados en función del género y comprender mejor la participación de hombres y mujeres en los diferentes niveles educativos.

Al analizar los datos de titulados, los usuarios pueden identificar tendencias y patrones en la cantidad de estudiantes que completan sus estudios y obtienen su grado académico en cada nivel educativo. Esto puede proporcionar información valiosa para evaluar la efectividad de los programas educativos y realizar mejoras orientadas a aumentar la tasa de titulación. Al igual que en los módulos anteriores, los usuarios tienen la opción de descargar los datos en formato Excel. Esto facilita un análisis más detallado y personalizado de los datos de titulados, así como la generación de informes específicos y el intercambio de información relevante con otros miembros del equipo.



Figura 10. Interfaz de usuario del módulo de titulados.

Módulo de indicadores generacionales

El Módulo de Indicadores Generacionales (ver Figura 11) es una herramienta especializada dentro de la aplicación que permite realizar un seguimiento detallado de los alumnos que ingresaron en un periodo académico específico, conocido como generación. Este módulo brinda la posibilidad de seleccionar el campus, programa académico y periodo de ingreso de la generación para obtener información precisa sobre los indicadores clave relacionados con ese grupo de estudiantes. Una vez seleccionados los parámetros de campus, programa académico y periodo de ingreso de la generación, el módulo presenta

una tabla con una variedad de indicadores específicos de esa generación. Estos indicadores se calculan en base a los datos recopilados y proporcionan una visión integral del rendimiento y la trayectoria académica de los estudiantes de la generación.

Entre los indicadores mostrados se encuentran:

1. Nuevo Ingreso de la Generación: representa el número de estudiantes que ingresaron en el periodo seleccionado, marcando el inicio de la generación.
2. Deserción: muestra el número de estudiantes de la generación que han abandonado temporal o definitivamente sus estudios. Se consideran tanto los estudiantes con estatus activo, inactivo y bajas no definitivas.
3. Índice de Deserción: calcula la proporción de deserción en relación con el número total de estudiantes de la generación. Se obtiene dividiendo el número de deserciones entre el número de estudiantes de nuevo ingreso de la generación.
4. Reprobación: indica el número de estudiantes de la generación que han sido dados de baja definitiva debido a un bajo desempeño académico.
5. Índice de Reprobación: calcula la proporción de reprobación en relación con el número total de estudiantes de nuevo ingreso de la generación. Se obtiene dividiendo el número de reprobaciones entre el número de estudiantes de nuevo ingreso de la generación.
6. Rezagados: muestra el número de estudiantes de la generación que aún continúan inscritos a la fecha de corte de la información. Estos estudiantes están rezagados en su avance académico.
7. Índice de Rezago: calcula la proporción de estudiantes rezagados en relación con el número total de estudiantes de nuevo ingreso de la generación. Se obtiene dividiendo el número de estudiantes rezagados entre el número de estudiantes de nuevo ingreso de la generación.
8. Egresados: representa el número de estudiantes de la generación que han obtenido el estatus de egresado o titulado a la fecha de corte de la información.
9. Índice de Eficiencia Terminal: calcula la proporción de egresados en relación con el número total de estudiantes de nuevo ingreso de la generación. Se obtiene dividiendo el número de egresados entre el número de estudiantes de nuevo ingreso de la generación.
10. Titulados: muestra el número de estudiantes de la generación que han obtenido el estatus de titulado a la fecha de corte de la información.
11. Índice de Titulación: calcula la proporción de titulados en relación con el número total de egresados de la generación. Se obtiene dividiendo el número de titulados entre el número de egresados de la generación.
12. Índice de Titulación Neto: calcula la proporción de titulados en relación con el número total de estudiantes de nuevo ingreso de la generación. Se obtiene dividiendo el número de titulados entre el número de estudiantes de nuevo ingreso de la generación.

Este módulo proporciona una visión integral y detallada de los indicadores generacionales clave, lo que permite evaluar el rendimiento académico y la trayectoria de los/las estudiantes desde su ingreso hasta su egreso y titulación. Además, ofrece la posibilidad de descargar los datos en formato Excel para un análisis más exhaustivo y la generación de informes personalizados. El Módulo de Indicadores Generacionales es una valiosa herramienta para los coordinadores de programas educativos, jefes de departamento académico y para dar soporte a los procesos de autoevaluación y evaluación externa; ya que les brinda información actualizada y relevante sobre el rendimiento de las generaciones de

posibilidad de enviar comentarios y sugerencias, acceder a un video tutorial detallado y disfrutar de un video inspirador que destaca los logros alcanzados anualmente. La plataforma también cuenta con una funcionalidad de contador de visitas. Estas funcionalidades complementarias se describen a continuación.

- **Envío de comentarios y/o sugerencias:** La plataforma valoriza la retroalimentación de los usuarios, por lo que ofrece una funcionalidad que permite enviar comentarios y/o sugerencias. Los coordinadores, jefes de departamento y directores pueden aprovechar esta herramienta para compartir sus ideas, opiniones y sugerencias, lo que brinda una retroalimentación importante para el equipo de desarrollo. Esta colaboración activa permite que la plataforma se ajuste y mejore continuamente para satisfacer las necesidades específicas de los usuarios.
- **Video tutorial:** La plataforma cuenta con un video tutorial detallado que proporciona una guía visual paso a paso sobre el uso de cada uno de los módulos y funcionalidades. Este video tutorial es una valiosa herramienta que facilita la comprensión y el manejo de la plataforma, permitiendo a los coordinadores y jefes de departamento aprovechar al máximo todas sus características y capacidades. Además, cualquier comentario o sugerencia relacionada con el video tutorial también es bienvenida para mejorarlo y hacerlo aún más útil para los usuarios.
- **Video de logros alcanzados anualmente:** La plataforma incluye un video especial que destaca y resume los logros y avances alcanzados anualmente en términos de indicadores de trayectoria escolar. Este video representa una fuente de inspiración y motivación para los coordinadores y jefes de departamento, al presentar visualmente los hitos y resultados significativos obtenidos por la institución educativa. Además, cualquier comentario o sugerencia relacionada con el video de logros anuales también es apreciada, ya que ayuda a mejorar y personalizar futuras presentaciones.
- **Contador de visitas:** Este contador registra el número de visitas realizadas a la plataforma, brindando a los coordinadores y jefes de departamento información valiosa sobre la popularidad y uso de la plataforma. Esta funcionalidad adicional proporciona una visión cuantitativa del alcance y la utilidad de la plataforma, permitiendo evaluar su impacto y ajustar estrategias en función de los datos obtenidos.

Estas funcionalidades adicionales, además de proporcionar una experiencia completa y enriquecedora para los usuarios, también contribuyen como una retroalimentación importante para el equipo de desarrollo de la plataforma. Los comentarios, sugerencias y opiniones de los coordinadores y jefes de departamento son valorados y utilizados para impulsar mejoras continuas, garantizando así que la plataforma satisfaga plenamente sus necesidades y expectativas.

Tiempo estimado que llevaría implementar la solución en otra IES

El tiempo estimado para implementar la plataforma de indicadores de trayectoria escolar en otra Institución de Educación Superior (IES) puede variar según varios factores, como el tamaño y la complejidad de la institución, la disponibilidad de recursos, la experiencia del equipo de implementación y la infraestructura tecnológica existente. Sin embargo, se puede proporcionar una estimación general del tiempo que podría llevar:

- **Análisis de requisitos:** Esta etapa implica comprender los requisitos específicos de la institución, identificar los flujos de información relevantes, así como determinar los objetivos y las

necesidades del proyecto. Dependiendo de la complejidad y del tamaño de la institución, esta etapa puede llevar de semanas a varios meses.

- **Diseño de la arquitectura:** En esta etapa se diseña la arquitectura técnica de la solución, incluyendo la infraestructura de hardware y software necesaria, la integración con los sistemas existentes y la seguridad. El tiempo estimado para esta etapa puede variar de semanas a meses, dependiendo de la complejidad de la infraestructura existente y de los requisitos de integración.
- **Desarrollo e implementación:** Durante esta etapa, se lleva a cabo el desarrollo del sistema y se realiza su implementación en la infraestructura de la institución. El tiempo necesario dependerá del tamaño del sistema, la cantidad de módulos o componentes a desarrollar y la capacidad del equipo de desarrollo. Se estima que puede tomar desde varios meses hasta un año.
- **Pruebas y ajustes:** Una vez implementada la solución, se deben realizar pruebas exhaustivas para asegurarse de su funcionamiento correcto y de que cumple con los requisitos establecidos. El tiempo requerido para las pruebas puede variar según la complejidad del sistema y el número de escenarios a probar. Esta etapa puede llevar desde semanas hasta varios meses.
- **Capacitación y puesta en marcha:** Es importante capacitar al personal de la IES para que utilice correctamente la plataforma de indicadores de trayectoria escolar. Esta capacitación puede llevar varios días o semanas, dependiendo de la cantidad de usuarios y la complejidad del sistema. Una vez completada la capacitación, se procede a la puesta en marcha del sistema en producción.

En general, la implementación de la plataforma de indicadores de trayectoria escolar en una IES puede llevar desde varios meses hasta un año, dependiendo de los factores mencionados anteriormente. Es fundamental contar con un equipo de implementación experimentado y recursos adecuados para asegurar una implementación exitosa y oportuna.

Desarrollo e implementación del sistema

El sistema se desarrolló utilizando un servidor local con las siguientes características: un procesador Intel Xeon de 8 núcleos a 1.87GHz, 8 GB de memoria RAM y 500 GB de capacidad de almacenamiento. Se eligió el sistema operativo Ubuntu Linux en su versión 20.04.1 y se utilizó *MySQL Database Server 8.0.1* como gestor de bases de datos. Para el diseño de la base de datos, se empleó *MySQL Workbench 8.0*, una herramienta que facilitó la creación de consultas, migraciones y copias de seguridad.

Posteriormente, se instaló el servidor *Apache Webserver* versión 2.4.41, para alojar los diferentes módulos del sistema, y el servidor *SSH OpenSSH 8.2* con el fin de garantizar un entorno seguro y confiable para el desarrollo, pruebas y operación.

Para el desarrollo de modelos, *middleware* y controladores se utilizó el *framework* de *Laravel* en su versión 9.37 y el lenguaje PHP 8.1.10. Además, se incorporó PHP con *VueJS* versión 2.7 para la creación de las vistas y se utilizó *JavaScript* para aportar lógica a las mismas.

La verificación de usuarios se llevó a cabo mediante el uso del servicio de *Azure Active Directory*, una solución empresarial de identidad ofrecida por *Microsoft*. Esta herramienta permitió implementar un inicio de sesión único, autenticación multifactor y acceso condicional, brindando una sólida protección contra diversos tipos de ataques cibernéticos y garantizando altos niveles de seguridad en el sistema.

En la Figura 12 se presenta el esquema de comunicación entre los diversos elementos que conforman la arquitectura, tales como el servidor de *Azure Active Directory*, el servidor *Apache Webserver* y el servidor

de bases de datos *MySQL*. Además, se puede ver que *Laravel Framework* se utiliza tanto para desarrollar los modelos, middleware y controladores, como para crear vistas con *VueJS* y lógica con *JavaScript*.

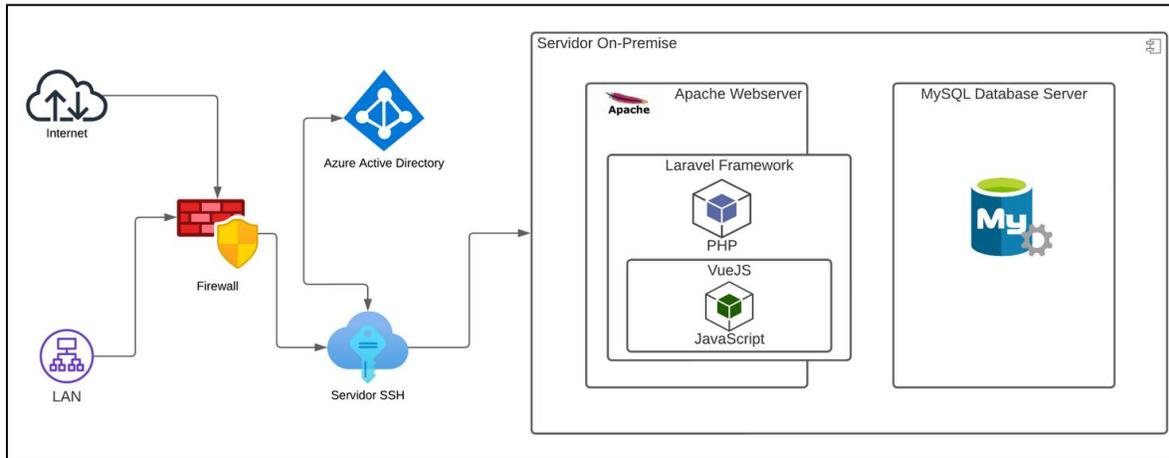


Figura 12. Modelo de implementación del sistema.

El modelo de implementación propuesto asegura que el sistema se despliegue en un servidor adecuado para el tamaño y complejidad del proyecto, y que se utilizan las herramientas de desarrollo adecuadas para el lenguaje y *framework* seleccionados. Además, se emplea un servicio de autenticación de usuarios confiable y seguro para proteger la información de la organización.

Pruebas e integración del sistema

Durante el proceso de desarrollo del sistema, se realizaron diversas pruebas unitarias y de integración para garantizar el correcto funcionamiento de las diferentes funcionalidades. Para las pruebas unitarias se emplearon herramientas como *PHPUnit* y *TDD (Test-Driven Development)*, mientras que para las pruebas de integración se utilizaron herramientas como *Postman* y *Selenium*.

Una vez que se completó el desarrollo de los diferentes módulos, se procedió a la integración del sistema completo. Se realizaron pruebas de integración para garantizar la correcta comunicación entre los diferentes módulos y asegurar que el sistema funcionara como se esperaba.

Además, se realizó una prueba de carga para determinar la capacidad del sistema para manejar grandes cantidades de datos y usuarios concurrentes. Se identificaron y resolvieron varios problemas de rendimiento durante esta prueba, lo que permitió mejorar el sistema y garantizar una experiencia de usuario satisfactoria.

Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas de aceptación exhaustivas. Estas pruebas tuvieron como objetivo principal verificar que el sistema cumple con los requisitos y expectativas establecidas. Durante las pruebas de aceptación, se simulaban situaciones reales y se evaluó el comportamiento del sistema.

Finalmente, se llevó a cabo un proceso de depuración para identificar y corregir errores y garantizar la calidad del sistema. Tras completar este proceso, el sistema se consideró listo para su implementación y se procedió a su puesta en marcha en producción.

El siguiente modelo de pruebas (Figura 13), se utilizó durante el proceso de desarrollo del sistema con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento de las diferentes funcionalidades. Este modelo se dividió

en tres fases: pruebas unitarias, pruebas de integración y pruebas de carga. El modelo de pruebas permitió detectar y solucionar problemas en cada fase del desarrollo, asegurando un sistema confiable y de calidad para el usuario final.

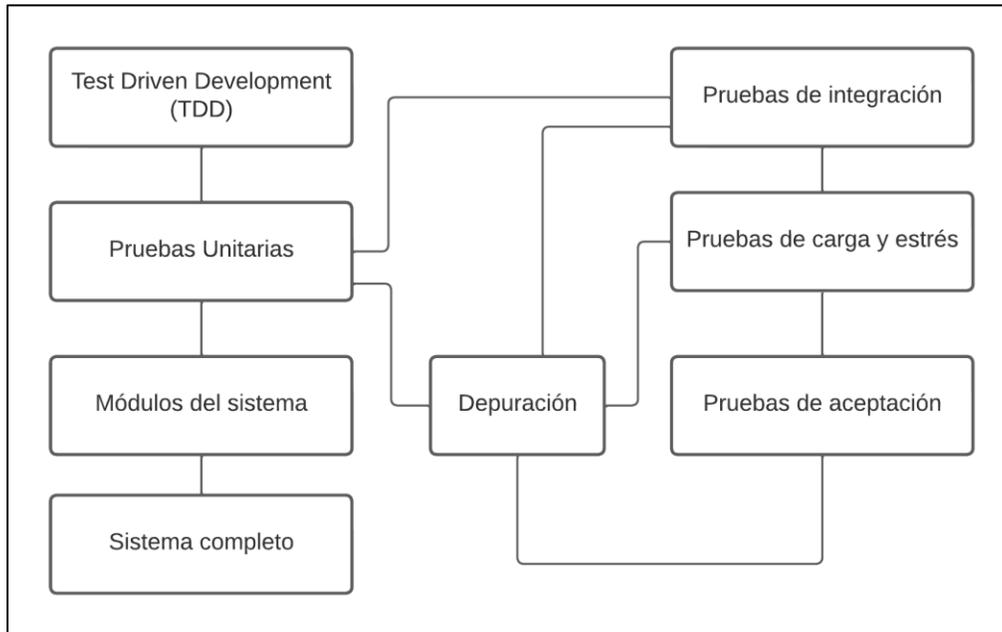


Figura 13. Modelo de pruebas.

- Pruebas unitarias: se emplean herramientas como PHPUnit y TDD (Test-Driven Development) para realizar pruebas a nivel de código y garantizar que las diferentes funciones y módulos funcionen correctamente individualmente.
- Pruebas de integración: se realizan pruebas para garantizar la correcta comunicación entre los diferentes módulos del sistema y asegurar que el sistema funcione como se espera.
- Prueba de carga: se realiza una prueba para determinar la capacidad del sistema para manejar grandes cantidades de datos y usuarios concurrentes, y se identifican y resuelven problemas de rendimiento.
- Depuración: se lleva a cabo un proceso de identificación y corrección de errores para garantizar la calidad del sistema.
- Prueba de aceptación: se lleva a cabo para asegurarse de que el sistema cumpla con los requisitos y expectativas del cliente. En estas pruebas, se simulan escenarios reales de uso del sistema y se verifican los resultados obtenidos en relación con los criterios de aceptación previamente definidos.

Este modelo sugiere una secuencia de pruebas desde las más básicas, como las pruebas unitarias, hasta las más avanzadas, como las pruebas de aceptación, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema en todas sus capas. Además, se incluye la realización de pruebas de carga y estrés para asegurar la capacidad del sistema para manejar situaciones de alta demanda y usuarios concurrentes.

Propiedad intelectual

Especificar para cada elemento de la solución si la propiedad intelectual es de la IES o de terceros. En caso de utilizar propiedad intelectual de terceros, indicar si se tiene un acuerdo para prestar el servicio a terceros o sublicenciar (Anexar la evidencia correspondiente).

Propiedad intelectual:

- El servidor local utilizado, con sus características de hardware (procesador Intel Xeon de 8 núcleos a 1.87GHz, 8 GB de memoria RAM y 500 GB de capacidad de almacenamiento), es propiedad de la IES.
- El sistema operativo *Ubuntu Linux* en su versión 20.04.1 es software de código abierto y no tiene propiedad intelectual específica.
- *MySQL Database Server* 8.0.1, como gestor de bases de datos, es propiedad de *Oracle Corporation*.
- *MySQL Workbench* 8.0, la herramienta utilizada para el diseño de la base de datos es propiedad de *Oracle Corporation*.
- El servidor *Apache Webserver* versión 2.4.41 es software de código abierto y no tiene propiedad intelectual específica.
- El servidor *SSH OpenSSH* 8.2 es software de código abierto y no tiene propiedad intelectual específica.
- El *framework* de *Laravel* en su versión 9.37, utilizado para el desarrollo de modelos, *middleware* y controladores, es software de código abierto y no tiene propiedad intelectual específica.
- El lenguaje de programación PHP 8.1.10 es software de código abierto y no tiene propiedad intelectual específica.
- *VueJS* versión 2.7, utilizado junto con PHP para crear las vistas, es software de código abierto y no tiene propiedad intelectual específica.
- *JavaScript*, utilizado para aportar lógica a las vistas, es software de código abierto y no tiene propiedad intelectual específica.
- El servicio de *Azure Active Directory*, utilizado para la verificación de usuarios, es propiedad de *Microsoft Corporation*.

En el caso de los elementos de propiedad intelectual de terceros mencionados, como MySQL Database Server, MySQL Workbench, Laravel Framework, VueJS y JavaScript, es importante revisar las licencias específicas asociadas a cada uno de ellos para determinar si permiten prestar el servicio a terceros, ya que no se cuenta con un acuerdo específico.

Algunos componentes de software de código abierto, como Laravel, VueJS y JavaScript, suelen utilizar licencias de código abierto ampliamente aceptadas, como las licencias MIT, Apache, GNU GPL u otras similares. Estas licencias suelen permitir el uso, modificación y distribución del software, incluso para servicios prestados a terceros.

Sin embargo, es fundamental revisar y comprender las condiciones y restricciones específicas de cada licencia para garantizar el cumplimiento adecuado de los términos de uso. Algunas licencias pueden tener requisitos adicionales, como la atribución adecuada del autor o la divulgación de los cambios realizados en el software.

Por lo tanto, se recomienda analizar detenidamente las licencias asociadas a los elementos de propiedad intelectual de terceros utilizados y, si es necesario, consultar con un asesor legal o experto en licencias de software para asegurarse de que se cumplan todos los requisitos y restricciones al prestar el servicio a terceros o sublicenciar.

Disposición para transferir la práctica a otras IES

Especificar de la siguiente lista de opciones a cuáles formas de transferencia de la práctica estaría dispuesta la IES a comprometerse:

- ✓ Documentar el caso de éxito
- Acompañamiento para la implementación
- ✓ Desarrollo de metodología o guía detallada para adopción
- Licenciamiento a otra IES, empresa ya establecida o startup con capacidad de otorgar sublicencias a usuarios de la solución.
- ✓ Ofrecer a otras IES la solución como servicio (la IES postulante opera el servicio)
- Tomando en consideración el modelo de transferencia elegido, indicar ¿cómo visualiza la forma de financiamiento para realizar las actividades para la transferencia?
- Respecto a los costos a erogar para realizar la transferencia ¿cuál sería la participación de su IES? Especificar participación con recursos financieros, especialistas de la solución, infraestructura, entre otros.
- ¿Cuáles son las características que deben cumplir las IES para la adopción de la práctica? Especificar contexto normativo, clima organizacional, estructura organizacional, acciones de gestión del cambio, entre otros.
- En caso de visualizar licenciamiento o la operación del servicio para otras IES, ¿cuenta con un Plan de Transferencia o Modelo de Negocio? De ser afirmativo anexar la evidencia correspondiente.

Madurez del paquete tecnológico de la solución de TIC

Seleccionar de las siguientes opciones, aquellos elementos y/o recursos ya desarrollados o por desarrollar con los que ya cuente: tiempo de recursos humanos, financieros, infraestructura; y anexar la evidencia correspondiente:

- ✓ Documentación extensa sobre implementación: inversión realizada, cantidad de participantes, planes de riesgos y acciones de mitigación, plan de proyecto.
- ✓ Documentación de procesos para la operación.
- ✓ Documentación técnica sobre análisis, diseño, desarrollo, pruebas.
- ✓ Documentación técnica sobre instalación y operación.
- ✓ Documentación de metodología o guías para la implementación del proyecto.
- ✓ Ambientes de desarrollo y pruebas para la atención de terceros.
- ✓ Capacidad para operar la solución con recursos de la IES para la atención de terceros.
- ✓ Atención de incidentes y solución de problemas de terceros.
- ✓ Tiempo disponible para realizar implementación de la solución en otras IES.
- ✓ Programa de mantenimiento, corrección y actualización.