



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

**EVALUACION DE TECNICAS DE ELICITACION DE
REQUERIMIENTOS PARA LOGRAR LA EFICACIA
DE PEQUEÑOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE
SOFTWARE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE SISTEMAS**

Autor(a) (es):

Bach. Salcedo Vásquez Jhosselin Laritza
<https://orcid.org/0000-0002-5646-7780>

Asesor(a):

Mg. Mejia Cabrera Heber Ivan
<https://orcid.org/0000-0002-0007-0928>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú 2021

APROBACIÓN DEL JURADO

EVALUACION DE TECNICAS DE ELICITACION DE REQUERIMIENTOS PARA LOGRAR LA EFICACIA DE PEQUEÑOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Bach. Salcedo Vázquez Jhosselin Laritza
Autor

Mg. Mejia Cabrera Heber Ivan
Asesor

Mg. Bravo Ruiz Jaime Arturo
Presidente de Jurado

Mg. Díaz Vidarte Miguel Orlando
Secretario de Jurado

Mg. Atalaya Urrutia Carlos William
Vocal de Jurado

Dedicatorias

A mis padres por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Agradecimientos

A Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para concluir con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y por brindarme su apoyo incondicional.

De manera especial a mi tutor de tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente.

Resumen

En este trabajo de investigación se llevó a cabo una evaluación empírica de las combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos, con la finalidad de medir su desempeño en la eficacia sobre pequeños proyectos de desarrollo de software. El problema que abordan generalmente en los proyectos de desarrollo de software es la incertidumbre que existe para elegir las combinaciones de técnicas adecuadas para elicitar un proyecto y mejorar los resultados del mismo. En este trabajo de investigación se empezó por identificar las técnicas de elicitación de requerimientos existentes, con el propósito de someterlas a un proceso de validación por juicio de expertos aplicando el método Delphi, quienes asignaron puntuaciones de acuerdo al grado en que estas se acomodaban a las características de los pequeños proyectos de software. A partir de los resultados obtenidos en el proceso de validación por juicio de expertos de las técnicas de elicitación, se establecieron 2 combinaciones de técnicas para ser evaluadas. Así mismo, se realizó un pequeño proyecto de desarrollo de software en el cual se aplicaron las 2 combinaciones de técnicas de elicitación seleccionadas en el anterior proceso. Cada combinación se utilizó para realizar un módulo distinto del proyecto. Posteriormente se evaluó la eficacia de cada combinación de técnicas de elicitación, bajo los indicadores de tiempo, costo y calidad en base a la satisfacción del usuario. Para medir los indicadores se tomaron en cuenta los tiempos y costos parciales de cada fase del proyecto, además se aplicó una encuesta de satisfacción a los usuarios que interactúan con el sistema desarrollado.

Como resultado general se obtuvo que la combinación 2 conformada por las técnicas de elicitación de requerimientos Entrevista, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso, demostró una eficacia significativamente mayor que la combinación 1 conformada por las técnicas Entrevista, Brainstorming y Prototipos en el desarrollo de pequeños proyectos de software.

Palabras Clave: Técnicas de elicitación de requerimientos, proceso de elicitación de requerimientos, pequeños proyectos de desarrollo de software, satisfacción del usuario, eficacia, costo, calidad.

Abstract

In this research work, an empirical evaluation of combinations of requirements elicitation techniques was carried out in order to measure their performance effectiveness on small software development projects. The problem generally addressed in software development projects is the uncertainty in choosing the right combinations of techniques to elicit a project and improve project results. In this research work, we started by identifying the existing requirements elicitation techniques, with the purpose of submitting them to a validation process by expert judgment applying the Delphi method, who assigned scores according to the degree to which they fit the characteristics of small software projects. From the results obtained in the validation process by expert judgment of the elicitation techniques, 2 combinations of techniques were established to be evaluated. Likewise, a small software development project was carried out in which the 2 combinations of elicitation techniques selected in the previous process were applied. Each combination was used to perform a different module of the project. Subsequently, the effectiveness of each combination of elicitation techniques was evaluated under the indicators of time, cost and quality based on user satisfaction. To measure the indicators, the time and partial costs of each phase of the project were taken into account, and a satisfaction survey was applied to the users who interact with the developed system.

As a general result it was obtained that the combination 2, formed by the techniques of elicitation of requirements Interview, JAD/RAD Sessions and Use Cases, showed a significantly higher efficiency than the combination 1, formed by the techniques Interview, Brainstorming and Prototyping in the development of small software projects.

Keywords: Requirements elicitation techniques, requirements elicitation process, small software development projects, user satisfaction, efficiency, cost, quality.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Trabajos previos.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema.	28
1.3.1. Ingeniería de Software	28
1.3.2. Componentes de la Ingeniería de software	28
1.3.3. Calidad de Software	29
1.3.4. El proceso del software	31
1.3.5. Ingeniería de Requerimientos.....	32
1.3.6. Requerimientos Funcionales.....	32
1.3.7. Requerimientos No Funcionales	32
1.3.8. Procesos de la ingeniería de requerimientos.....	33
1.3.9. Elicitación de Requerimientos.....	36
1.3.10. Técnicas de Elicitación de Requerimientos	36
1.3.11. Clasificación de las Técnicas de elicitación	39
1.3.12. Proyecto de desarrollo de software.....	42
1.3.13. Complejidad de los proyectos de software.....	42
1.3.14. Método Delphi.....	43
1.3.15. Scrum	43
1.3.16. Extreme Programming.....	46
1.4. Formulación del Problema.	48
1.5. Justificación e importancia del estudio.	48
1.6. Hipótesis.	50
1.7. Objetivos.....	51
1.7.1. Objetivo general.....	51

1.7.2. Objetivos específicos.....	51
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	52
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	52
2.2. Población y muestra.	52
2.2.1. Población	52
2.3. Variables, Operacionalización.	53
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	55
2.5. Procedimiento de análisis de datos.	56
2.6. Criterios éticos.....	57
2.7. Criterios de Rigor Científico.....	58
III. RESULTADOS.....	59
3.1. Resultados en Tablas y Figuras.	59
3.2. Discusión de resultados.....	64
3.3. Aporte práctico.....	68
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
4.1. Conclusiones.....	117
4.2. Recomendaciones.....	119
REFERENCIAS.....	121
ANEXOS	125

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de la ingeniería de software tomados en cuenta para el desarrollo de procesos reales. Fuente: (Pressman, 2010)	29
Figura 2. Proceso de ingeniería de requerimientos. Explicación del flujo de los procesos, desde el estudio de viabilidad hasta la especificación del documento final de requerimientos. Fuente: (Sommerville, 2011)	34
Figura 3. Ciclo de vida de Scrum. Se describe el flujo cíclico y el feedback que se da entre los diferentes artefactos de Scrum, desde la definición del Product Backlog hasta el Spring Restrospective. Fuente: (Schwaber & Sutherland, 2017)	44
Figura 4. Ciclo de vida de XP. Se describe el flujo de procesos de desarrollo iterativo, haciendo énfasis en los puntos de iteración durante todo el proceso. Fuente: (Beck, 1999).	47
Figura 5. Costo de la corrección de errores de acuerdo a la fase en la que se presentan. Se detalla el costo de manera ascendente, pasando por las fases de Requerimientos, Diseño, Codificación, Pruebas, Aceptación y Mantenimiento. Donde el costo mínimo corresponde a la corrección de errores en la fase de requerimientos y el costo máximo en la fase de mantenimiento. Fuente: (Boehm, 1983)	49
Figura 6. Tiempo empleado con cada combinación de técnicas. Teniendo en cuenta el número de requerimientos obtenidos respectivamente. Fuente: Elaboración Propia.....	61

Figura 7. Costo generado con cada combinación de técnicas. Teniendo en cuenta el número de requerimientos obtenidos respectivamente y los cambios generados en el proyecto. Fuente: Elaboración propia	62
Figura 8. Satisfacción del usuario frente a los módulos del sistema desarrollado, teniendo en cuenta si el sistema cumple o no con los requerimientos. Fuente: Elaboración propia	64
Figura 9. Flujo del proceso que se sigue en la presente investigación. Se detalla paso a paso la realización de la propuesta de investigación, empezando en la identificación de las técnicas de elicitación existentes hasta llegar a la evaluación de las combinaciones de técnicas de elicitación establecidas. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 10: Cronograma de actividades de desarrollo del sistema. Fuente: Elaboración propia.....	103
Figura 11. Panel de inicio de sesión para acceder al sistema. Fuente: Elaboración propia.....	104
Figura 12. Panel con los datos personales del usuario que accedió al sistema. Fuente: Elaboración propia	105
Figura 13. Panel de listado de cursos asignados del usuario que accedió al sistema. Fuente: Elaboración propia.....	105
Figura 14. Panel de registro de asistencias por curso. Fuente: Elaboración propia	106
Figura 15. Alerta del sistema para confirmar o cancelar el registro de la asistencia. Fuente: Elaboración propia.....	106
Figura 16. Panel para la asignación de notas de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.....	107

Figura 17. Panel de registro de notas por bimestres. Fuente: Elaboración propia 107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores que desencadenan fracasos en los proyectos de desarrollo de software.	16
Tabla 2. Atributos de calidad del software.....	30
Tabla 3. Identificación de las técnicas de elicitación de requerimientos agrupadas por categorías.....	40
Tabla 4. Técnicas de elicitación de requerimientos según las situaciones de mediación.....	41
Tabla 5. Complejidad de los proyectos de software	42
Tabla 6. Factores de éxito en proyectos de software	50
Tabla 7. Operacionalización de las Variables.	54
Tabla 8. Resultados respecto al tiempo de la fase de elicitación	59
Tabla 9. Tiempo generado por los cambios en cada combinación	60
Tabla 10. Tiempo total generado con cada combinación de técnicas.....	61
Tabla 11. Resultados obtenidos respecto al costo.	62
Tabla 12. Resultados obtenidos de la satisfacción del usuario.....	63
Tabla 13. Listado de las técnicas de elicitación de requerimientos.	71
Tabla 14. Características y Problemas de los pequeños proyectos de software.	76
Tabla 15. Niveles de Evaluación que establece ISO/IEC 15504.....	78
Tabla 16. Escala de valoración de las técnicas de elicitación de acuerdo a los niveles de evaluación que ofrece ISO/IEC 15504	79
Tabla 17. Valoración media de las técnicas de elicitación	80

Tabla 18. Combinaciones de las técnicas con mayor valoración mediante juicio de expertos.....	82
Tabla 19. Módulos del sistema asociados a las combinaciones de técnicas que se utilizaron para su desarrollo.....	84
Tabla 20. Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de la entrevista	85
Tabla 21. Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de la brainstorming	86
Tabla 22. Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de prototipos.....	87
Tabla 23. Requerimientos del módulo de Gestión de Asistencias	88
Tabla 24. Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de la entrevista	89
Tabla 25. Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de la Sesiones JAD/RAD.....	90
Tabla 26. Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de casos de uso.....	92
Tabla 27. Requerimientos del módulo de Gestión de Notas	93
Tabla 28. Product Backlog de los requerimientos	95
Tabla 29. Spring Backlog 01 elaborado a partir de la priorización asignada a los requerimientos	97
Tabla 30. Spring Backlog 02 elaborado a partir de la priorización asignada a los requerimientos	97
Tabla 31. Spring Backlog 03 elaborado a partir de la priorización asignada a los requerimientos	98

Tabla 32. Asignación de roles para el desarrollo del sistema según XP.....	100
Tabla 33. Estimación de tiempo y velocidad del desarrollo del sistema.....	101
Tabla 34. Evaluación de tiempo y costo para los requerimientos iniciales del sistema obtenidos con la combinación 01 de técnicas de elicitación de requerimientos	108
Tabla 35. Evaluación de tiempo y costo para los requerimientos iniciales del sistema obtenidos con la combinación 01 de técnicas de elicitación de requerimientos	109
Tabla 36. Cálculo del tiempo y costo totales generado por la combinación de técnicas.....	109
Tabla 37. Evaluación del tiempo y costo totales aplicando la combinación 02 de técnicas.....	110
Tabla 38. Resultado de la encuesta aplicada para obtener la satisfacción del cliente respecto al sistema desarrollado	111
Tabla 39. Resumen de respuesta de satisfacción del sistema.....	115
Tabla 40. Elicitación y estimación de tiempo de desarrollo del cambio de requerimiento	116

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

En el trabajo realizado por Manies & Nikual (2011) se expone que, el factor humano compromete significativamente al proceso de elicitación de requerimientos en un proyecto de desarrollo de software determinado, es por esta razón que se presentan problemas de alcance en el proyecto al no tener claro los términos de la elicitación ni de las necesidades de los usuarios, esto se genera por factores humanos como el uso de expresiones técnicas o palabras ambiguas que dificultan el entendimiento y desvían el enfoque de la elicitación de requerimientos, que finalmente desencadena en proyectos o resultados de mala calidad. Además, sostiene que aproximadamente el 60% de los errores que se presentan en un proyecto de desarrollo de software corresponde a la inadecuada elicitación de requerimientos, es decir, los errores en las fases posteriores del proceso de software se deben generalmente a que en la fase de elicitación los analistas excluyen información que consideraron evidente.

Así mismo, Mishra, Aydin, Mishra, & Ostrovska (2018) señalan que uno de los problemas de la ingeniería de requerimientos es realizar la elicitación sin tener en cuenta el contexto del proyecto o las condiciones en el que este se va a desarrollar, es decir, se empieza la elicitación sin información previa del conocimiento que tienen los involucrados en el negocio, en el dominio del problema, o sin tener en cuenta el nivel de experiencia técnica de los analistas y del cliente; esta mala práctica en el proceso de elicitación culmina en una mala captura de requerimientos o la repetición de necesidades que otros usuarios del proyecto ya habían manifestado generando una pérdida de recursos inevitable. Respecto a este punto, Pressman (2010) indica que en muchas ocasiones los usuarios no saben expresar sus necesidades o carecen de habilidades sociales y técnicas para poder comunicar lo que desean, si a esto añadimos la falta de experiencia en el negocio de los analistas, entonces se presenta un grave problema de comunicación y comprensión del contexto del proyecto.

Además, respecto a los problemas que supone realizar una mala elicitación de requerimientos en la implementación de proyectos informáticos, el informe CHAOS de Standish Group (2014), que expone reportes de modelos y procesos en el desarrollo de software, publicó estadísticas sobre los factores que representan problemas y que pueden generar el fracaso del proyecto, entre los criterios decisivos se encontraron: la falta de participación del usuario, la especificación de requerimientos incompletos, los cambios recursivos en las especificaciones y/o requerimientos, las expectativas fuera de la realidad y la falta de involucramiento de los usuarios ejecutivos. Estos factores, representan problemas de la fase de elicitación así, como de especificación de requerimientos, que finalmente ocasionarán fallas graves y pérdidas considerables a lo largo de todo el proyecto, en la tabla a continuación se puede visualizar este reporte de CHAOS STANDISH

Tabla 1.

Factores que desencadenan fracasos en los proyectos de desarrollo de software.

Factores del fracaso de los proyectos	% De Incidencia
Requerimientos incompletos	13.1 %
Falta de participación del Usuario	12.4 %
Falta de Recursos	10.6 %
Expectativas poco realistas	9.9 %
Falta de apoyo de los Ejecutivos	9.3 %
Requisitos y especificaciones cambiantes	8.7 %
Falta de planeamiento	8.1 %
Ya no necesitaba gran parte del proyecto	7.5 %
Ausencia de gerente de TI	6.2 %
Analfabetismo tecnológico	4.3 %
Otros	9.9 %

Nota: Se detalla el porcentaje de incidencia en proyectos. Tomado de (Standish Group, 2014)

Así mismo, otro problema se presenta debido a la naturaleza un tanto subjetiva de la elicitación, la cual no permite comprobar si la información obtenida revela

las necesidades reales de los usuarios, esto ocasiona un problema de volatilidad a lo largo de todas las fases del proyecto, es decir, se generan cambios en los requerimientos una y otra vez por parte de los usuarios, se dice entonces que los requerimientos son volátiles, tal como lo expresan Jayatilleke & Lai (2018). Esta volatilidad en los requerimientos representa costos y tiempos adicionales, así como la insatisfacción de los involucrados.

En este mismo orden de ideas, Tiwari & Rathore (2017), manifiestan que los problemas de comunicación, del alcance y de la volatilidad de los requerimientos, generan un inconveniente global en el contexto del proyecto y que se resume en el problema de la elección de la técnica o combinación de técnicas de elicitación adecuadas para cada contexto, es decir, cuando no se eligen las técnicas correctas para elicitar, se desencadenan una serie de inconvenientes posteriores como los innumerables cambios de los requisitos y los incrementos exorbitantes de tiempo y costos.

1.2. Trabajos previos.

Tiwari & Rathore (2017), realizaron la investigación: *A Methodology for the Selection of Required Elicitation Techniques*. Desarrollada en India.

La investigación puso de manifiesto el problema de la ineficacia en el proceso de elicitación de requerimientos y las consecuencias nefastas para el proyecto, de esta manera, plantearon un procedimiento para la selección acertada de un conjunto de técnicas de elicitación de requerimientos para optimizar dicho proceso. Con ese fin, se tomaron en cuenta tres categorías de atributos: atributos del proyecto, de los stakeholders y del proceso, luego se elaboraron matrices para cada categoría, que califican la relación existente entre las técnicas de elicitación de requerimientos y el atributo correspondiente. Para seleccionar las técnicas más adecuadas, el enfoque propuso un criterio de calificación de éstas con un rango de valores comprendidos entre 0 y 1, de acuerdo al nivel en que la técnica puede cubrir cada atributo. Para verificar la factibilidad de la propuesta, se realizó el análisis de 3 casos de estudio de proyectos de desarrollo de software, el primero de ellos se clasificó como proyecto grande y de complejidad alta, el segundo como proyecto mediano y de

complejidad media, y el tercero como proyecto grande y complejidad alta. Entre los resultados se tuvo que, las técnicas de elicitación de requerimientos más valoradas en los proyectos fueron: Entrevistas, Focus Group, Workshops, Observación, Técnicas Etnográficas Prototipos, modelos, encuestas y análisis documental.

Hussain & Sumari (2016), realizaron la investigación: *WERT Technique in Requirements elicitation for Web Applications*. Desarrollada en Malasia.

En este trabajo, los investigadores diseñaron e implementaron un sistema, al que llamaron WERT, que combina las técnicas de Entrevista y Desarrollo Conjunto de Aplicaciones (JAD) con el fin de disminuir o anular la incertidumbre en la elección de las técnicas de elicitación de requerimientos más adecuadas en un proyecto de desarrollo de software. El sistema WERT se compone de 3 partes diferenciadas: los usuarios que son los que proveerán las necesidades del proyecto, los analistas que son los que llevarán a cabo la elicitación de los requerimientos, y un módulo de retroalimentación, a través del cual usuarios y analistas pudieron intercambiar diseños, esquemas y gráficos para facilitar la elicitación y especificación de los requerimientos, el sistema almacena toda esta información y facilita el flujo en la etapa de elicitación de requerimientos. La propuesta se verificó en el sistema de gestión de una escuela primaria. Los resultados fueron los siguientes: Mediante el uso del sistema WERT como combinación de técnicas de elicitación de requerimientos, el proyecto tuvo un índice de cumplimiento de requisitos de un 9.3% más que cuando se aplicaron otras técnicas aisladas, el tiempo de culminación del proyecto se optimizó en un 7.3% en comparación con el uso de entrevistas y otras técnicas, además, redujo la redundancia en las necesidades de los usuarios y por lo tanto redujo significativamente los costos del proyecto.

Ejaz, Khalid, Ahmed, & Daud (2016), llevaron a cabo la investigación: *Effectiveness of requirements elicitation techniques in software engineering process: a comparative study based on time, cost, performance, usability and scalability of various techniques*. Desarrollada en Pakistán.

La investigación, expuso la dificultad para realizar la obtención de los requisitos durante toda la fase de ingeniería de requerimientos, así como la incertidumbre de saber con exactitud cuál de las técnicas de obtención de requisitos se debe utilizar para superar las limitaciones de tiempo, costo y calidad de los proyectos. Para ello, realizaron la evaluación de 11 técnicas de obtención de requisitos con el objetivo de determinar sus efectos sobre el proyecto bajo ciertas circunstancias establecidas, se consideraron métricas como tiempo, costo, escalabilidad y usabilidad. Para lograr su objetivo, se elaboraron 2 encuestas que se aplicaron a analistas y desarrolladores de software en diferentes organizaciones tecnológicas, que dieron una valoración y opinión de las técnicas en base a su conocimiento y experiencia en la ingeniería de requisitos, así mismo el rango de valoración estuvo comprendido entre 1 y 9, siendo 1 la puntuación más baja para indicar que la técnica no cumple con las necesidades organizacionales o del proyecto, y 9 la puntuación más alta para indicar lo contrario. Entre los resultados se obtuvo que el 94% eligió la técnica de análisis social como la más adecuada para conocer las necesidades de los stakeholders, el 93,7% de los participantes eligió a brainstorming, mientras que el 89% eligió a story board, sobre todo para lograr comprender la aplicación en su totalidad.

Besrou, Rahim, & Dominic (2014), realizaron la investigación: *Assessment and Evaluation of Requirements Elicitation Techniques Using Analysis Determination Requirements Framework*. Desarrollada en Malasia.

La investigación abordó el problema de la dificultad y la confusión para decidirse por alguna técnica para realizar la elicitación de requerimientos de software. Frente a este escenario, los investigadores plantearon un estudio empírico para evaluar las técnicas de elicitación de requerimientos tomando sus características distintivas, sus ventajas y desventajas. Para ello, se utilizó un framework de análisis de requisitos denominado ADRF, desarrollado en la Universidad de Texas, este framework proporciona métricas de medición de efectividad del proceso de requisitos que se adaptaron para evaluar las técnicas de elicitación, las métricas tomadas fueron: nivel de abstracción de la técnica, complejidad de su sintaxis, comprensibilidad de su proceso y aplicación,

capacidad de comunicabilidad e interacción y por último usabilidad. Luego, se seleccionó a un comité de expertos, los cuales estudiaron y revisaron a las técnicas de elicitación de requerimientos por un periodo de 4 semanas, al final del cual, los expertos emitieron calificaciones de las técnicas en un rango de valoración del 0 al 10, de acuerdo a las métricas establecidas por el framework ADRF. Los resultados obtenidos, luego de la revisión y calificación del comité de expertos, mostraron que la técnica de entrevista obtuvo la puntuación más alta, seguida de la técnica JAD y Brainstorming.

Rafiq, Bajwa, Wang, & Lunesu (2017), desarrollaron la investigación: *Requirements Elicitation Techniques Applied in Software Startups*. Realizada en Italia.

La investigación abordó el problema de la obtención de requisitos en proyectos de software desarrollados por Startups, en este contexto se presenta una incertidumbre elevada en las técnicas a aplicar en la ingeniería de requerimientos, debido a la naturaleza misma de las Startups. Para enfrentar este problema, se presentó un estudio de 3 Startups de diferentes partes del mundo, una de Canadá, la segunda de Italia y la última de Brasil. El estudio se enfocó en el análisis exhaustivo de los proyectos que se realizan en las Startups seleccionadas. Se empezó por seleccionar las características de los Startups en base a métricas como año de inicio de actividades, número de desarrolladores, número de fundadores, tipo de software, área del conocimiento. Posteriormente se llevó a cabo el seguimiento de los proyectos y se documentó la forma como realizaban el proceso de elicitación de requerimientos, así como las técnicas que aplicaron en ese proceso. En los resultados se obtuvo que los tres startups, aplican técnicas en común como entrevistas, prototipos, análisis de productos de la competencia y estrategia de equipo colaborativo, además estas 2 últimas, son técnicas que no se encuentran en la literatura tradicional, sino que son técnicas modernas adaptadas para el propósito de este contexto. También se reportó que el startup más grande aplicaba menos técnicas, en cambio las más pequeñas aplican mayor cantidad de técnicas de elicitación de requerimientos.

Yousuf & M.Asger (2015), realizaron la investigación: *Comparison of Various Requirements Elicitation Techniques*. Desarrollada en India.

La investigación expuso la dificultad de capturar con éxito las necesidades de los usuarios sin la aplicación de un conjunto de técnicas de elicitación de requerimientos. Frente a esta problemática, los investigadores realizaron un análisis teórico de cada técnica de elicitación de requerimientos, con el objetivo de determinar cuáles eran sus pros y sus contras en base a factores como tiempo, costo, facilidad de implementación de la técnica, así como las situaciones en las cuales resulta más óptimo usarlas. Para ello, clasificaron a las técnicas en dimensiones, de acuerdo a su naturaleza de aplicación, de esta manera, identificaron técnicas tradicionales, técnicas contextuales, técnicas colaborativas y técnicas cognitivas. Dentro de cada dimensión se identificó a las técnicas de elicitación correspondientes y se especificó sus ventajas y desventajas a manera de un estudio comparativo, teniendo en cuenta los factores mencionados, para la aplicación en proyectos de software. Se concluyó que el uso de combinaciones acertadas de técnicas de elicitación de requerimientos asegura que se obtengan los requisitos que el usuario realmente necesita.

Oliveros & Antonelli (2015), realizaron la investigación: *Técnicas de elicitación de requerimientos*. Desarrollada en Argentina.

La investigación puso de manifiesto el problema de la elección de una o un grupo de técnicas de elicitación de requerimientos, y de la incertidumbre de si se están capturando y especificando correctamente los requisitos. Ante este problema, los investigadores plantearon una evaluación empírica sobre las técnicas de elicitación con el fin de determinar cuáles de ellas se consideran las más adecuadas para ser aplicadas en proyectos de desarrollo de software. Para lograr este fin, se elaboró un cuestionario, el cual se aplicó a un grupo de estudiantes de posgrado en Ingeniería Informática en la Universidad argentina de La plata, específicamente, en el curso de Ingeniería de Requerimientos. Mediante el cuestionario se pudo saber cuáles fueron las técnicas de elicitación de requerimientos que los ingenieros consideraban las más adecuadas de acuerdo a su experiencia en proyectos de software. Los resultados del estudio

mostraron que el 92% de los encuestados utilizan las técnicas tradicionales (entrevista, encuesta, análisis de documentos) con resultados significativamente esperados en el proyecto, el 62% utilizan y recomiendan utilizar las técnicas grupales (brainstorming, Focus Group, RAD/JAD), además, el 46% de los participantes utilizaron las técnicas contextuales (métodos etnográficos, análisis de conversación, observación) y recomiendan emplear estas técnicas cuando los usuarios tienen conocimiento del core del negocio, por último el 23% de los participantes utilizó la técnica de prototipación.

Cohn (2016), realizó la investigación: *Análisis de la Transparencia en la Elicitación de Requerimientos al Combinar Historias de Usuario y Casos de Uso*. Desarrollada en Perú.

La investigación aborda el problema de los costos y tiempos excesivos que genera la ineficaz aplicación de las técnicas de elicitación de requerimientos en un entorno real. En esta línea de ideas, es que el investigador propuso medir la eficacia de la combinación de las técnicas Casos de Uso e Historias de Usuario en el proceso de elicitación de requerimientos. Para medir la eficacia, se consideraron las dimensiones de efectividad, eficiencia y satisfacción del cliente. Para cumplir su objetivo, se llevó a cabo una evaluación empírica con la participación de 25 estudiante de informática de la universidad peruana PUCP. De esta manera, a los participantes se les aplicó cuestionarios y desarrollaron algunos ejercicios enfocados en evaluar su experiencia y percepción de la efectividad y facilidad de uso de la combinación de las técnicas mencionadas, los ejercicios fueron casos de análisis en los que los alumnos tenían que registrar las Casos de Uso e Historias de Usuario, para luego diseñar o dibujar las pantallas de cada caso, además de realizar este procedimiento con cada técnica de elicitación de requerimientos por separado, también se les pidió que lo hicieran con la combinación de las dos técnicas. De los resultados se obtuvo que, los alumnos presentaron una menor cantidad de dudas y consultas y pudieron construir los diseños con mayor facilidad y rapidez cuando utilizaron la combinación de casos de uso e historias de usuarios, respecto a cuándo utilizaron las técnicas por separado.

Por otro lado, en ámbito local, no se encontraron trabajos previos relacionados con la presente investigación, debido a que aún no se han desarrollado muchos procedimientos empíricos para comprobar la eficacia de las combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos en pequeños proyectos de software.

Saeeda et al. (2020), realizaron la investigación: *A proposed framework for improved software requirements elicitation process in SCRUM: Implementation by a real-life Norway-based IT project*. Desarrollada en China.

En la cual determinaron que a menudo siguen una metodología liviana y adaptable la cual hace que el desarrollo de software ágil sea un desafío para hacer ingeniería de requisitos de software en un enfoque estructurado para la gestión de requisitos a lo largo del ciclo de vida del desarrollo de este mismo. Es por ello que, para superar estos retos, se centraron en la gestión de las diferentes fases de ingeniería de requisitos de software durante el desarrollo utilizando el desarrollo ágil de software. El método de investigación-acción utilizado para validar cualitativamente el marco propuesto se basó en los datos recopilados por una empresa multinacional de software orientada a productos multinacionales con sede en Noruega y las consultas de los usuarios. Los resultados de la validación se basan en un análisis estadístico que refleja la utilidad del marco propuesto para la ingeniería de requisitos de software y el desarrollo de software basados en el desarrollo ágil. Finalmente, llegaron a la conclusión de que ninguno de los métodos podía considerarse eficaz o ineficaz según fuera apropiado en diferentes situaciones. Sin embargo, todavía hay margen de mejora y los investigadores buscan mejorar la utilidad de todos los métodos.

Poth & Riel (2020), llevaron a cabo la investigación: *Quality Requirements Elicitation by Ideation of Product Quality Risks with Design Thinking*. Desarrollada en Francia.

En este trabajo de investigación se determinó que el cumplimiento constante de los requisitos mejora la calidad del producto y reduce el riesgo del producto. En las áreas de ingeniería y control de calidad, minimizar el riesgo del producto es un objetivo importante. Es por ello que presentaron un enfoque de pensamiento

de diseño específico de la calidad para identificar los riesgos del producto y cumplir con los requisitos de calidad. para la identificación de los requerimientos y los riesgos asociados se enfocaron en los equipos de producto determinando 4 pasos para identificarlos. además, implementaron un kit de autoservicio abierto para equipos, que fue diseñado para ser escalado en grandes empresas. El principal resultado del trabajo fue cómo definir requisitos basados en el pensamiento de diseño para los riesgos de calidad del producto y para la implementación de kits de autoservicio. De esta manera concluyeron que el riesgo de calidad del producto es una rica fuente de requisitos y es importante para el diseño y las pruebas del producto, así como para las mitigaciones que deben implementarse durante la producción.

Aldave et al. (2019), realizaron la investigación: *Leveraging creativity in requirements elicitation within agile software development: A systematic literature review*. Desarrollada en España.

El problema de esta investigación se basa en que los métodos ágiles tienden a centrarse solo en el alcance y la simplicidad, en lugar de resolver y descubrir problemas, por lo que es difícil desarrollar soluciones innovadoras. Es por ello que el propósito del estudio fue utilizar revisiones sistemáticas para investigar el estado actual de los métodos que utilizan la creatividad para capturar los requisitos en el desarrollo ágil de software, así como los beneficios, las limitaciones y la solidez de la evidencia de estos métodos. Utilizaron la estrategia de búsqueda de 1451 estudios, 17 de los cuales finalmente se clasificaron como estudios primarios. El estudio seleccionado contenía 13 propuestas diferentes y únicas. Estos métodos proporcionan evidencia de que la mejora de la creatividad para obtener los requisitos se puede aplicar con éxito a proyectos de software reales. Los investigadores observaron que los proyectos relacionados con el desarrollo de interfaces de usuario, como los proyectos de aplicaciones web o móviles, son adecuados para utilizar estos métodos. Cuando se introduce la creatividad al adquirir requisitos, en métodos ágiles como Scrum, Extreme Programming o métodos basados en modelado rápido son la primera opción. La conclusión a la que llegaron fue que, si bien la creatividad es una parte importante de la innovación, no siempre es suficiente

para generar nuevos requerimientos, pues debe ir acompañada de la participación de los usuarios y un contexto específico con condiciones adecuadas, como flexibilidad, tiempo o recursos.

Bano et al. (2019), llevaron a cabo la investigación: *Teaching requirements elicitation interviews: an empirical study of learning from mistakes*. Desarrollada en Australia.

Los investigadores indicaron que las entrevistas eran la técnica de elicitación más utilizada en la ingeniería de encuestas. Además, indicaron que los errores en el diseño o la realización de las entrevistas podrían causar problemas más adelante en el proceso de análisis de requerimientos. Este artículo presentó un nuevo enfoque pedagógico para capacitar a los estudiantes en el análisis en el campo de las entrevistas de elicitación. también proporcionó un estudio observacional de entrevistas realizadas por nuevos estudiantes, junto con las clasificaciones de errores más comunes, y utiliza esta lista de errores para rastrear el progreso de los estudiantes. Por ello llevaron a cabo un estudio de evaluación auténtico y juego de roles experimental de dos semestres con estudiantes de dos grupos diferentes. También analizamos cualitativamente los datos para identificar y clasificar los errores que ocurrieron solo después de la primera entrevista. identificaron 34 errores únicos clasificándolos en siete temas de alto nivel: formulación de preguntas, omisión de preguntas, orden de la entrevista, habilidades de comunicación, comportamiento del analista, interacción con el cliente, trabajo en equipo y planificación. Concluyendo que este estudio presentó un diseño de enseñanza novedoso y reproducible ya que los resultados brindan educación y capacitación para apelar a las consultas al proporcionar una clasificación experiencial de los errores causados por los principiantes para expandir el bloque de conocimiento esperado.

Dar et al. (2018), realizaron la investigación: *A systematic study on software requirements elicitation techniques and its challenges in mobile application development*. Desarrollada en Pakistan.

Este estudio mostró que la ingeniería de requisitos de software tiene sus raíces tanto en la industria como en el mundo académico. Por lo tanto, se observaron

diferentes métodos en los documentos y enfoques, lo que plantea un problema para la elicitación de requisitos. Sin embargo, el desarrollo de aplicaciones móviles rara vez se analizaron en estudios anteriores. Este trabajo proporcionó una visión detallada de los requisitos y métodos para enfrentar los desafíos. Llevando a cabo una revisión sistemática de la literatura mediante el estudio de 4507 estudios iniciales y 36 estudios primarios. Se midieron una serie de 22 técnicas de elicitación basadas en criterios de calidad, incluidos factores de tiempo y costo. Finalmente se concluye que este estudio contribuyó eficazmente a la identificación de métodos para cumplir con los requisitos de software y los desafíos del desarrollo de aplicaciones móviles.

Lim et al. (2018), llevaron a cabo la investigación: *Elicitation Techniques for Internet of Things Applications Requirements*. Desarrollada en Malasia.

Determinaron que la recopilación de requisitos es una de las actividades más importantes de la ingeniería de requisitos. Asimismo, la creciente tendencia hacia la Internet de las cosas y estas nuevas aplicaciones ha sido un desafío a la hora de obtener los requisitos. Por lo tanto, decidieron identificar y presentar las tendencias actuales en tecnología de elicitación aplicada a aplicaciones de Internet de las cosas. Con este fin, se decidió incluir dos bases de datos informáticas en la búsqueda electrónica de esta revisión sistemática. Los resultados de esta revisión sistemática muestran que el hogar y los espacios públicos son áreas importantes de aplicaciones de IoT, las entrevistas y la creación de prototipos son las técnicas de elicitación más utilizadas y las partes interesadas eran las fuentes de requisitos más comunes. Posteriormente, los resultados de este estudio concluyen que ayuda a los ingenieros de requisitos a determinar el enfoque apropiado para la tecnología de elicitación que se puede aplicar a futuras aplicaciones de IoT.

Rafiq et al. (2017), Realizaron la investigación: *Requirements Elicitation Techniques Applied in Software Startups*. Desarrollada en Italia.

Durante la investigación los autores indicaron que la captura de requerimientos es un primer paso importante en el proceso de ingeniería de requerimientos cuyo objetivo es descubrir, capturar y crear requerimientos del sistema de

software. es por ello que obtener los requisitos para las startups de software es un desafío particular debido a la gran incertidumbre que enfrentan. Es por ello, que en este estudio realizo una investigación exhaustiva de como las nuevas empresas de software llevan a cabo la obtención de requerimientos y qué técnicas se utilizan. Con lo cual abordaron este vacío de conocimiento estudiando tres empresas de software en varias partes del mundo. Los resultados que obtuvieron muestran que el proceso de cumplir con los requerimientos en las startups es el proceso más importante. así mismo, determinaron que las nuevas empresas de software utilizan técnicas de obtención de requisitos establecidas, como las entrevistas, la creación de prototipos y el brainstorming. Este estudio concluye que destacan la naturaleza de los requisitos orientados al mercado que deben cumplir las nuevas empresas de software y proporciona una descripción general única de las técnicas para definir los requisitos aplicables en el contexto de las nuevas empresas de software.

Carrizo et al. (2017), llevaron a cabo la investigación: *Contextual attributes impacting the effectiveness of requirements elicitation Techniques: Mapping theoretical and empirical research*. Desarrollada en Chile.

En esta investigación la principal problemática fue que los ingenieros de software en su gran mayoría utilizan un sinnúmero de técnicas de elicitación para capturar información relevante para especificar los requisitos, pero no todas tenían la suficiente eficacia para realizar esta labor. El objetivo de los investigadores fue comparar estudios teóricos y experimentales sobre cómo las propiedades del contexto influyen en la efectividad de las técnicas de elicitación. Es por ello que llevaron a cabo estudios de mapeo sistemáticos para identificar las propiedades propuestas a partir de estudios teóricos y las propiedades estudiadas empíricamente. determinando que el 60% de los atributos las propiedades propuestas teóricamente se estudiaron empíricamente. Además, parece haber una combinación de teoría y empirismo. Sin embargo, solo hay una confirmación empírica del efecto de un tercio de las propiedades propuestas teóricamente. concluyeron que estos hallazgos requieren más investigación empírica para evaluar las creencias asociadas con las técnicas de elicitación.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Ingeniería de Software

En palabras del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (1990), este término hace referencia a una especialización de la Ingeniería que se avoca a los lineamientos de objetivos y limitaciones que se deben evidenciar en los sistemas de software. Además, se encarga también de la vinculación existente entre estos componentes, con la finalidad de fijar características más concretas, así como lo expresa Parnas (2011).

Asimismo, Boehm (1983) señala que la Ingeniería de Requerimientos es la encargada para realizar especificaciones sólidas y precisas, las cuales contribuirán como base para establecer acuerdos en donde las partes involucradas muestren consenso; y, además de ello, se detallan los propósitos que desarrollara el sistema.

Por otro lado, para Sommerville (2016), la ingeniería del software debe ser comprendida como aquella parte de la ingeniería que abarca la producción del software desde el trayecto inicial de las especificaciones del sistema, hasta la conservación del mismo, posterior a su utilización.

En ese orden de ideas, el estándar ISO/IEC/IEEE 12207 (2017) indica que la Ingeniería de software, consiste en un trabajo ordenado y estructurado que evidencia el desarrollo de un largo proceso, el cual implica el análisis de un determinado problema, el registro en formatos de los resultados, los cuales deberán presentar la validez del conocimiento obtenido.

1.3.2. Componentes de la Ingeniería de software

Garlan & Shaw (1994) entienden que en el proceso de desarrollo de esta disciplina se emplea la unión de métodos, herramientas y actores, con la finalidad de concluir en un modelo, el mismo que evidenciará requerimientos finales del sistema analizado.

Además, en palabras de Pressman (2010), se podrían considerar componentes de la ingeniería de software a las herramientas, métodos, procesos y el enfoque

de calidad que son necesarios para desarrollar procesos reales bajo los estándares de calidad establecidos.



Figura 1. Componentes de la ingeniería de software tomados en cuenta para el desarrollo de procesos reales. Fuente: (Pressman, 2010)

Aunado a lo antes referido, se presentan dos concepciones relevantes, siendo las siguientes:

a. Disciplina de Ingeniería: Los ingenieros se encargan de que el proceso presente resultados positivos. Para ello, se aplican teorías, métodos y todo tipo de herramientas necesarias y prioritarias como alternativa de solución frente a un conflicto (Sommerville, 2016).

b. Todos los aspectos de la producción del software: Hace referencia a la administración que se utilice en el proyecto, así como, a la ejecución de teorías, métodos y herramientas que contribuyan en la producción del software (Sommerville, 2016).

1.3.3. Calidad de Software

En palabras de Meyer (1994) la calidad del software, se expresa mediante el cumplimiento de ciertos aspectos durante el proceso y en el producto final, dichos aspectos generaran un menor coste y una eficiencia considerablemente mayor en el proyecto de ingeniería.

Además, señala que la mayor importancia de calidad del software debe recaer en los aspectos externos de calidad como lo son la robustez, reutilización, escalabilidad, compatibilidad y eficiencia, ya que estos factores son lo que el usuario finalmente percibe.

Del mismo modo, para Somerville (2011), el software de calidad debe contar atributos que lo califiquen como tal, los cuales se pueden visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Atributos de calidad del software.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
MANTENIMIENTO	El software debe escribirse de tal forma que pueda evolucionar para satisfacer las necesidades cambiantes de los clientes.
CONFIABILIDAD Y SEGURIDAD	Incluye un rango de características que abarcan fiabilidad, seguridad y protección. El software confiable debe evitar el daño físico y económico en caso de falla del sistema.
EFICIENCIA	El software no tiene que desperdiciar los recursos del sistema, como la memoria y los ciclos del procesador, por lo tanto, la eficiencia incluye capacidad de respuesta, tiempo de procesamiento, utilización de memoria, etc.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
ACEPTABILIDAD	El software debe ser aceptable al tipo de usuarios para quienes se diseña, necesita ser comprensible, utilizable y compatible con otros sistemas que ellos usan.

Nota: Se detallan los más resaltantes y los que obligatoriamente deben ser tomados en cuenta para el desarrollo de proyectos de software de calidad. Atributos tomados en base a lo sostenido. Tomado de (Sommerville, 2011)

1.3.4. El proceso del software

Es entendido como la unión de tareas o actividades realizadas por Ingenieros de Software, las cuales culminan en la elaboración de un determinado producto (Pressman, 2010).

Asimismo, para Somerville (2016), durante la ejecución de un proyecto de software, se registran cuatro actividades principales, siendo las siguientes:

a. Requerimientos del software: Se define el propósito del software y las limitaciones de su operación.

b. Desarrollo del software propiamente dicho: Se implementa el software, de tal manera que cumpla con las características determinadas y precisas que han sido requeridas o solicitadas.

c. Validación del software: Se valida o verifica el software para asegurar que los requerimientos establecidos por el cliente se hayan cubierto en su totalidad.

d. Mantenimiento del software: El software se actualiza y se modifica con el fin de abordar las nuevas exigencias de los clientes.

1.3.5. Ingeniería de Requerimientos

Esta disciplina permite a los analistas de software comprender y esclarecer la problemática del proyecto, con la finalidad de buscar la mejor alternativa de solución para el mismo. Para ello, es necesario incluir todas las tareas que permitan determinar la influencia del proyecto de software a desarrollar sobre el core del negocio, cuáles son realmente las necesidades del cliente y cómo se relacionaran los usuarios con el software (Arias, 2005).

Siendo ello así, Sommerville (2011) precisa que en la IR es donde se realiza la definición de requerimientos concreta y necesaria del software, la cual contribuye en optimizar la comunicación de las necesidades del sistema del cliente conjuntamente con el desarrollador del mismo.

Por otro lado, siguiendo con esta línea de ideas, en la presente investigación, se consideró relevante conocer los tipos de requerimientos en un sistema, de la literatura utilizada, se documentó 2 tipos de requerimientos: los requerimientos funcionales y los no funcionales, los cuales se explicaron a continuación.

1.3.6. Requerimientos Funcionales

Este tipo de requerimientos hacen referencia a las funciones que debe realizar el sistema, como debe responder a ciertas acciones y que comportamiento debe adoptar en el flujo dinámico de información, así lo sostiene Pressman (2010). Estos aspectos están enfocados en dos puntos de vista, se tiene requerimientos funcionales desde la óptica del usuario, que reflejan las necesidades de los clientes que interactuarán en el proyecto, y, además, está el punto de vista del sistema, que refleja necesidades más específicas como comportamiento de los controles del sistema.

1.3.7. Requerimientos No Funcionales

Según Somerville (2011), son aquellos que no guardan relación directa con el comportamiento que debe tener el sistema, es decir, no implica funcionamiento de los controles ni comportamientos funcionales en ciertos escenarios, sino que se relacionan con características de calidad o estándares de desarrollo de software.

Por ejemplo, se consideran requerimientos funcionales a las especificaciones que se hace respecto a la fiabilidad, al tiempo de carga o de respuesta, al consumo de recursos en los dispositivos o a los estándares de calidad que debe cumplir un sistema.

No obstante, los requerimientos no funcionales obedecen a necesidades de los usuarios, generalmente relacionadas con políticas organizacionales, restricciones de presupuesto o medidas de compatibilidad con software y hardware existente.

1.3.8. Procesos de la ingeniería de requerimientos

Según Sommerville (2011) el objetivo primordial de esta fase durante el desarrollo de un proyecto, es diseñar y conservar una declaración formal de requerimientos finales del software. Este proceso abarca cuatro fases, siendo las siguientes:

a. Análisis de viabilidad: Verifica si el proyecto resulta de utilidad para los fines del negocio

b. Captura y Análisis de requerimientos. Recopila y analiza los requerimientos del proyecto

b. Especificación de requerimientos: Determina la lista de requerimientos finales del proyecto.

c. Validación: Es la verificación sobre los requerimientos, con el fin de que se evidencie el cumplimiento de lo especificado por el cliente.

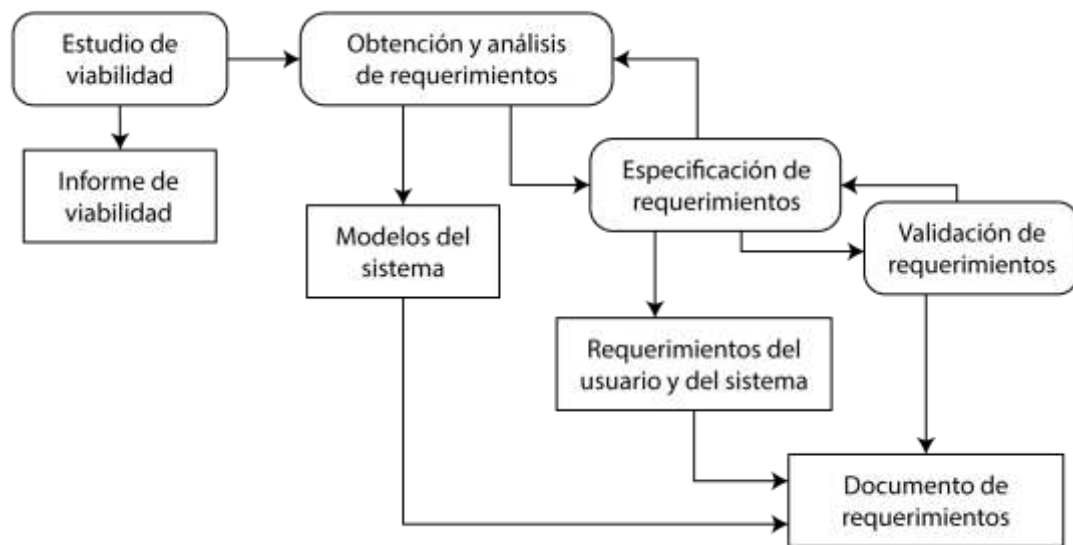


Figura 2. Proceso de ingeniería de requerimientos. Explicación del flujo de los procesos, desde el estudio de viabilidad hasta la especificación del documento final de requerimientos. Fuente: (Sommerville, 2011)

El proceso de ingeniería de requerimientos que se tomó en cuenta en esta investigación está basado en la teoría de Pressman (2010). Para ello se dio vital importancia al dominio del problema del negocio, considerándose los siguientes aspectos: Comprender el contexto de la problemática y Determinar de una manera formal el problema.

Estos aspectos a su vez, nos permitirán sintetizar el proceso en fases para obtener las necesidades del usuario y solucionar el problema, estas fases se mencionan a continuación:

- a. Elicitación de requerimientos**
- b. Especificación de requerimientos**
- c. Validación de requerimientos**

Además, en palabras de Loisa (2014), dentro de la IR existen cuatro fases necesarias para completar el proceso, las cuales se revisten de relevancia porque permitirán desarrollar el proyecto planteado y obtener una lista final de requerimientos que cubran las necesidades de los clientes.

Según Arias (Arias, 2005) estas fases son: extracción, análisis, especificación y validación, entendiendo lo siguiente:

a. Extracción: Con esta etapa se inician las actividades relacionadas con la captura de los requerimientos. Para ello es necesario que los analistas trabajen conjuntamente con el cliente con el objetivo que se logre identificar el problema que se resolverá con el sistema. En consecuencia, es relevante que esta etapa se torne efectiva, porque el sistema que se desarrollará está estrechamente vinculado con las necesidades del cliente.

b. Análisis: Esta etapa permite enfocarnos en nuevos problemas con los requerimientos del sistema identificados con la etapa previa. Para ello, se leen los requerimientos, se buscan concepciones, se investiga en sentido amplio y se transfiere el conocimiento con las partes involucradas en el equipo. Para luego discutir todo este trabajo con el cliente.

c. Especificación: Esta etapa se encarga de registrar requerimientos consensuados con el cliente, en un nivel bueno que implica detalles específicos pues se ha trabajado conjuntamente con el cliente. En consecuencia, esta etapa es entendida y realizada como el análisis de técnicas, estándares, documentación de requerimientos a fin de obtener el más apropiado para cumplir con las expectativas del cliente.

d. Validación: Es la última etapa de la ingeniería de requerimientos. La finalidad primordial es confirmar los requerimientos, en otras palabras, examinar y comprobar todas las necesidades expresadas por el cliente y declaradas en el documento de especificación, con el fin de garantizar que el sistema que se va a desarrollar es aceptable. Para ello, es necesario verificar que los requerimientos sean firmes, sólidos y completos. En consecuencia, el Proceso de Ingeniería de requerimientos es aquel grupo ordenado y sistematizado de tareas a través del cual se define, analiza, y verifica el documento de especificación de requerimiento solicitado por el cliente.

1.3.9. Elicitación de Requerimientos

Gil (2002), explica que el objetivo de la elicitación de requerimientos es adquirir información fundamental de un determinado problema, los cuales son necesarios para realizar una especificación formal del software.

Asimismo, se entiende como la fase por la que atraviesan los requerimientos en la realización del software, toda vez que, se basa en la averiguación del estudio de estos requerimientos, mediante técnicas y métodos recomendados.

Sin embargo, cabe recalcar que, al iniciar un proyecto de esta magnitud, el analista no conoce y si lo hace es en un rango inferior respecto al problema que debe resolver. En consecuencia, con la elicitación de requerimientos, se adquirirá todo el conocimiento posible, el cual debe ser relevante y necesario, a fin de dominar el problema y cumplir con las expectativas del cliente.

En ese orden de ideas, Cardona & Castaño (2015), definen a esta etapa como la aprehensión de requisitos y la finalidad de acopiar las tareas y actividades a desarrollar. A su vez, es relevante destacar el papel que realizan los stakeholders, quienes son los más interesados en que el proyecto se desarrolle con éxito; así como también, se evidencie la consistencia del trabajo en equipo entre el desarrollador y el cliente. Y, cabe precisar que también es importante la comunicación adecuada que se presenta entre los usuarios del proyecto y los ingenieros de software, lo cual refleja la base en esta rama de la Ingeniería.

1.3.10. Técnicas de Elicitación de Requerimientos

Para realizar adecuadamente la elicitación de requerimientos para el desarrollo de un proyecto, el primer paso que se debe tomar en cuenta, según Gómez (2011), es conocer el dominio del problema al que se está enfrentando, luego de ello, identificar a los stakeholders que participan en cada paso del proyecto con sus respectivas funciones y roles. Para que este acercamiento al dominio del problema sea certero, es necesario aplicar técnicas de elicitación de requerimientos individuales o combinadas, de acuerdo al contexto.

Entonces, Siguiendo las ideas expuestas por Cueva & Sucunuta (2014), se puede decir, que, técnicas de elicitación de requerimientos, son procedimientos sistematizados y ordenados que se aplican en un dominio del problema dado, con la participación de los stakeholders, con el fin de obtener las necesidades de los usuarios y proporcionar los requerimientos formales que representen dichas necesidades.

Para esta investigación, se consideró importante estudiar algunas técnicas de elicitación de requerimientos:

1.3.10.1. Entrevista

Según Cueva & Sucunuta (2014), esta técnica permite a un grupo de personas interactuar verbalmente entre sí de una forma técnica y sencilla, consiste en una conversación organizada y sistemática entre un entrevistador y un entrevistado que, mediante interrogantes previamente preparadas, facilita la obtención de información útil que posee el entrevistado.

Así mismo, el objetivo principal de una entrevista, en la opinión de Loucopoulos (1995) está resumido en 2 puntos principales:

- a. Capturar información de los stakeholders para entender sus necesidades.
- b. Identificar redundancias en los requerimientos del proyecto y pulir dichos requerimientos, de tal manera que, cubran las necesidades que los usuarios presentan.

Además, de acuerdo a lo expuesto por Oliveros & Antonely (2015), existen 2 clases de entrevistas:

1. Entrevistas estructuradas: Son aquellas en las cuales se preparan con antelación un conjunto de interrogantes que apuntan a un aspecto determinado del proyecto que el entrevistado conoce muy bien. Las preguntas bien pueden ser cerradas o pueden encerrar una respuesta de opinión abierta.

2. Entrevistas no estructuradas: En este tipo de entrevistas, ambas partes participan de una especie de conversatorio sin preguntas predefinidas, la discusión apunta hacia la obtención de información del entrevistado, pero la naturaleza de esta es totalmente abierta.

1.3.10.2. Prototipos

En palabras de Gómez (2011), los prototipos se aplican para mostrar una versión ejecutable, minimizada y previa del proyecto de forma gráfica y esquemática, con el objetivo de visualizar el posible flujo del software. De esta manera los usuarios podrán verificar si el prototipo cubre sus necesidades o si necesita ajustes o cambios.

Generalmente son usados, cuando los usuarios no poseen el conocimiento o las habilidades para manifestar sus necesidades a los analistas.

Sin embargo, según Gil (2002), los prototipos permiten refinar las necesidades de los usuarios en una serie iterativa de esquemas o diseños que reflejan los ajustes sucesivos al sistema, dicho refinamiento permite obtener una idea clara y una lista definida de los requerimientos solicitados por el usuario.

1.3.10.3. Brainstorming

Según Gil (2002), es una técnica grupal que consiste en reuniones participativas y abiertas en donde se generan ideas creativas de todo tipo respecto al desarrollo de un proyecto de software. Se busca con esta técnica desarrollar las habilidades blandas de analistas y usuarios, además de llegar a un consenso sobre las necesidades que requiere el proyecto. Para esto, el grupo generalmente está formado aproximadamente por 10 personas, una de ellas dirige la reunión en el papel de moderador de tiempos y orden. Los demás participantes expresan sus ideas en base al conocimiento que cada uno tiene sobre el proyecto. De esta manera, se obtienen las necesidades directamente de los usuarios y ayuda a reducir o minimizar los cambios en fases posteriores del proyecto.

1.3.10.4. Modelo de casos de uso

Es un procedimiento efectivo de obtención de requerimientos que se expresa mediante diagramas llamados diagramas de caso de uso, así lo señala Somerville (2011), además manifiesta que, sirve para identificar a los sujetos involucrados en el proyecto como usuarios y a las interacciones que hay entre ellos, esta última se rotula con un nombre descriptivo que indique claramente la acción que se está llevando a cabo entre los usuarios o actores del sistema. Todos los casos de uso del proyecto conforman finalmente los requisitos del sistema.

En este sentido, Stevens & Pooley (2006), exponen que los actores, además de personas, también pueden estar constituidos por otros sistemas que interactuarán con el sistema actual. Además, sostienen que la mayor importancia del modelo de casos de uso recae sobre las interacciones, esto debido a que cada interacción identificada representa un caso de uso y cada caso de uso, finalmente, representa un requerimiento funcional del sistema. De esta manera, esta técnica permite a los analistas identificar con rapidez los requerimientos del proyecto.

1.3.11. Clasificación de las Técnicas de elicitación

Según Gómez (2011), Las técnicas existentes para la elicitación de requerimientos son variadas, y cada una tiene un procedimiento para su planificación y elaboración, además de una manera diferente de aplicarse en la realidad. Es decir, las características del proyecto como complejidad, tamaño, cantidad de analistas, dominio del problema, etc. así como las características de los stakeholders, su conocimiento del dominio del problema, su personalidad, su facilidad de expresión y su actitud para colaborar y participar en el proyecto, son factores determinantes en la utilización de ciertas técnicas de elicitación de requerimientos en el proyecto.

Por esta razón, la clasificación de estas técnicas, que realizan la mayoría de autores, se basa en el contexto del proyecto y las características de los involucrados.

En este orden de ideas, Oliveros & Antonelly (2015) recopilan las técnicas de elicitación existentes y las clasifican en categorías de acuerdo a su naturaleza, además Tiwari & Rathore (2017) también consideran la misma clasificación por categorías para las técnicas de elicitación. Estas categorías, indican el propósito para el cual está diseñado la técnica. En la tabla siguiente se muestra la identificación de todas las técnicas de elicitación de requerimientos agrupadas por categorías.

Tabla 3.

Identificación de las técnicas de elicitación de requerimientos agrupadas por categorías.

CATEGORÍA	TÉCNICA DE ELICITACIÓN
TÉCNICAS TRADICIONALES	Encuesta, Entrevistas, Análisis de Documentos
TÉCNICAS GRUPALES O DE COLABORACIÓN	Brainstorming, Focus Group, RAD/JAD, Workshop, story boards.
TÉCNICAS ORIENTADAS POR MODELOS	Prototipos, métodos basados en objetivos, métodos basados en escenarios, modelos de casos de uso
TÉCNICAS COGNITIVAS	Laddering, Cart Sorting, Repository grids, análisis de protocolos
TÉCNICAS CONTEXTUALES	Métodos etnográficos, Análisis sociales, observación.

Nota: Las categorías tomadas para esta clasificación están basadas en la naturaleza de las técnicas y de los instrumentos que utilizan cada una de ellas. Tomado de (Oliveros & Antonelli, 2015)

Así mismo, según Serna (2012), estas técnicas se clasifican de acuerdo a los escenarios en los cuáles se utilizan, estos escenarios quedan determinados por el contexto del proyecto y por las distintas situaciones que se generan a lo largo

de la ejecución de un proyecto de software, a estos escenarios el autor denomina situaciones de mediación. Para mejor visualización, estas técnicas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Técnicas de elicitación de requerimientos según las situaciones de mediación

SITUACIÓN	TÉCNICA
MEDIACIÓN CONVERSACIONAL	Entrevistas Workshops, Focus Group, Brainstorming
MEDIACIÓN OBSERVACIONAL	Observación, estudios etnográficos, análisis sociales Análisis de protocolos
MEDIACIÓN ANALÍTICA	Reusar Requisitos, Análisis de Documentos Laddering, Cards sorting, Repository grid Escenarios, prototipos, Sesiones JAD/RAD Modelos de Casos de Uso, Encuesta contextual
MEDIACIÓN SINTÉTICA	

Nota: Las situaciones de mediación se establecen en base a situaciones que se presentan al largo del ciclo de vida del proyecto, es decir, se refiere al contexto del proyecto. Tomado de (Serna, 2012)

Por otro lado, en esta investigación se consideró importante conocer aspectos relacionados a los proyectos de desarrollo de software, especialmente la gestión y complejidad de los proyectos. A continuación, se hace una explicación concisa.

1.3.12. Proyecto de desarrollo de software

En palabras de (2010), se habla de un proyecto de software, cuando se hace referencia al proceso de gestión para el diseño y desarrollo de un Producto de Software. Este proceso conlleva una secuencia de tareas y actividades que se enlazan y dependen unas de otras. Un factor importante en la gestión de un proyecto de desarrollo de software es la estimación (de tiempo, de recursos y de costos). Así mismo, Tiwari & Rathore (2017) sostienen que, de la estimación depende el flujo del proyecto y la finalización exitosa del mismo. Sin embargo, no se puede estimar un proyecto si no se tiene claro su complejidad. A medida que la complejidad aumenta, varía rápidamente la interdependencia entre varios elementos del Software. Es por eso que es determinante en la eficiencia de este proceso, el conocer la magnitud y complejidad del proyecto.

A continuación, se explicó brevemente las consideraciones a tener en cuenta para establecer la complejidad de un proyecto.

1.3.13. Complejidad de los proyectos de software

Según Tiwari & Rathore (2017) , los proyectos de desarrollo de software se clasifican de acuerdo a atributos como al número de requerimientos, y complejidad del proyecto. Cada atributo posee un rango de valores o características definidas, en la siguiente tabla se puede visualizar la especificación de la complejidad de los proyectos de software.

Tabla 5.

Complejidad de los proyectos de software

	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
NÚMERO DE REQUERIMIENTOS	<100	100 – 1000	>1000

Nota: Cada categoría de clasificación de complejidad de un proyecto está basada en la cantidad de requerimientos que han sido definidos. Tomado de (Tiwari & Rathore, 2017)

1.3.14. Método Delphi

Según Reguant & Torrado (2016), el método Delphi es un procedimiento o técnica versátil que toma la experiencia y conocimientos de un grupo de personas, que participan como expertos, para establecer la valoración o juicio de una situación o hecho determinados, brindando objetividad y confiabilidad a los resultados obtenidos.

Además, en palabras de Mercado, Puerta, & Pérez (2017), este método permite establecer un consenso a través de varias iteraciones de opiniones o puntos de vista de los expertos, eliminando el sesgo de basarse solo en una opinión. De esta manera, resulta más eficiente en la elaboración de acuerdos.

En la presente investigación, se ha utilizado el método Delphi para juicio de expertos para lograr establecer las combinaciones objeto de evaluación.

Sin embargo, para poder aplicar correctamente este método fue necesario conocer detalladamente sus características, Reguant & Torrado (2016), sostienen que el método Delphi presenta las siguientes características.

a. Proceso iterativo: Los expertos emiten su juicio en más de una ocasión.

b. Proceso Anónimo: Los expertos no se conocen el uno al otro, para no proveer de subjetividad a los juicios que puedan emitir.

c. Feedback controlado: Se gestionan las respuestas de todos los participantes, y se les envía en cada iteración adicional manteniendo el anonimato de los otros expertos.

d. Respuesta consensuada: Finalmente mediante un proceso estadístico, se obtiene un resultado único producto de los juicios de los expertos durante todas las iteraciones.

1.3.15. Scrum

Según la guía oficial de Scrum, escrita por Schwaber & Sutherland (2017) este es un marco para la gestión de proyectos y que permite llevar los procesos de una manera ágil, flexible, adaptativa e iterativa.

Permite, además, la gestión y entrega rápida de versiones del producto provistas de total funcionalidad, las cuales pueden mejorarse a través de un proceso iterativo. Todo este proceso está administrado por roles, cada uno de los cuales tiene una función determinada para lograr concluir el producto final, disminuyendo los riesgos y mejorando la calidad.

1.3.15.1. Ciclo de vida de Scrum

Según Schwaber & Sutherland (2017), el ciclo de vida de Scrum, empieza con la concepción del producto y la captura de las necesidades del cliente las que serán plasmadas en una lista de requerimientos formales. Esta especificación de requerimientos del producto conforma lo que se conoce como el Product Backlog. Del Product Backlog, se priorizan y se ordenan los requerimientos para generar los Sprint Backlog, que son los contendrán los tiempos estimados de desarrollo de cada requerimiento que los conforman. Luego está el Daily Scrum, que consiste en un seguimiento diario del producto a través de reuniones rápidas y productivas de todo el equipo para informar y sincronizar el avance. Al finalizar el desarrollo de un Sprint Backlog se hace una revisión del mismo, lo que se conoce como Sprint Review, finalmente el ciclo culmina con una revisión retrospectiva del producto: Sprint Retrospective, a través de la cual se observan los errores y los riesgos del Sprint, para minimizarlos y entrar en un círculo de mejora continua.

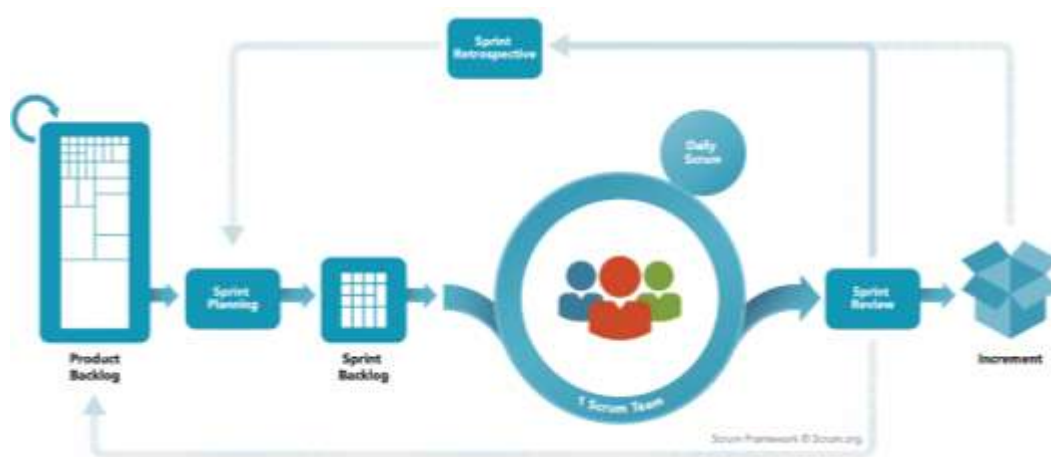


Figura 3. Ciclo de vida de Scrum. Se describe el flujo cíclico y el feedback que se da entre los diferentes artefactos de Scrum, desde la definición del Product Backlog hasta el Spring Restrospective. Fuente: (Schwaber & Sutherland, 2017)

1.3.15.2. Roles de Scrum

Así mismo, sigue explicando Schwaber & Sutherland (2017) que existen 3 roles que siempre están presentes en todas las fases de la gestión de un proyecto y que son indispensables para generar el producto esperado.

a. Product Owner

Es el responsable de interactuar con los stakeholders, así como de establecer y actualizar el product backlog a lo largo del proyecto.

b. Scrum Master

Es en el encargado de que Scrum sea utilizado adecuadamente, de gestionar los riesgos y de administrar los roles de todo el proyecto asignando tareas a cada uno de ellos.

c. Equipo de desarrolladores

Son los encargados de desarrollar y entregar el producto especificado y de cumplir con las tareas que les han sido asignadas.

1.3.15.3. Artefactos de Scrum

Además, la guía oficial de Scrum de Schwaber & Sutherland (2017), pone de manifiesto los artefactos de la metodología Scrum, entre los cuales tenemos:

a. Product Backlog: Constituye la lista de requerimientos del proyecto, priorizados y actualizados regularmente.

b. Sprint Backlog: Representa un subconjunto del Product Backlog con estimaciones de tiempo y priorización para cada requerimiento. Además, constituye una versión parcial y funcional del producto final.

c. Release: Se genera al culminar la implementación de un Sprint, es un incremento funcional del producto.

1.3.16. Extreme Programming

Según la documentación brindada por el sitio oficial de Extreme Programming – XP de Beck (1999), este es una metodología de desarrollo ágil que se basa en la comunicación del equipo de desarrollo, la reutilización de código fuente y la mejora constante de los procesos para producir software eficiente y de calidad. XP se rige por unos pilares a los cuales se les denomina Valores, y que permiten el óptimo desarrollo de la metodología. A continuación, se explican brevemente:

1.3.16.1. Valores de XP

Extreme Programming, se basa en ciertos canones o valores para su implementación eficiente, tal como lo manifiesta la documentación oficial de XP de Beck (1999):

a. Simplicidad: Se orienta a las necesidades del usuario, más no a realizar un software con todas las funcionalidades. Se trata de presentar un producto no complejo que cubra las expectativas del usuario.

b. Comunicación: Comunicación directa entre los desarrolladores y analistas para establecer un mejor flujo del trabajo. Además, debe existir sincronización entre los avances de cada uno.

c. Comentarios de retroalimentación: A través de observaciones puntuales sobre el trabajo de los desarrolladores, así como de versiones previas del producto que ayudan a establecer una mejora constante.

d. Respeto: Respeto y consideración por el trabajo del equipo.

e. Coraje: Actuar con coraje y valor para tomar decisiones y emprenderlas, además de dejar atrás soluciones que no iban por buen camino.

1.3.16.2. Ciclo de vida de XP

Extreme Programming Beck (1999), en su página oficial, muestra el ciclo de vida de XP, el cual inicia definiendo las historias de usuario, que no son más

que los futuros requerimientos del software. Luego el equipo de desarrollo realiza una estimación de tiempo para cada historia de usuario y asigna una prioridad de acuerdo a lo requerido por el usuario.

Posteriormente, el equipo elabora un plan de lanzamiento periódico trimestral, el cual representa una versión rápida del producto final. Dentro de cada lanzamiento trimestral se llevan a cabo las revisiones semanales, en las que se evalúan si ya se han logrado los requisitos solicitados por el usuario o si el proyecto debe continuar aportando valor en otra iteración, es decir XP repite su ciclo hasta que el proyecto sea culminado dentro del tiempo estipulado. En la siguiente figura se puede visualizar el ciclo de vida de la metodología XP.

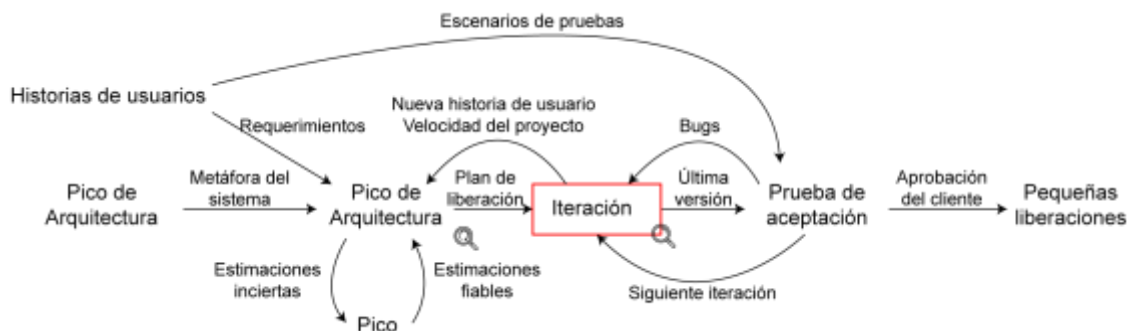


Figura 4. Ciclo de vida de XP. Se describe el flujo de procesos de desarrollo iterativo, haciendo énfasis en los puntos de iteración durante todo el proceso. Fuente: (Beck, 1999).

1.3.16.3. Roles de XP

XP tiene una definición simple de roles. Bajo su óptica casi todos los miembros del equipo son desarrolladores multifuncionales, así según XP (2013) existen los siguientes roles:

Entrenador: Responsable de guiar al equipo en el cumplimiento de sus funciones dentro de la metodología. Es el que conoce y gestiona la correcta aplicación y flujo de XP.

Equipo de desarrolladores: Son los que llevan a cabo la definición de historias de usuario, el desarrollo del producto, las pruebas y lanzamientos y la entrega final del mismo.

Ciente: Es el que proporciona la información para la funcionalidad del producto, además aprueba la calidad y alcance del mismo. En XP se considera al cliente como parte del equipo.

1.4. Formulación del Problema.

Teniendo en cuenta la problemática anteriormente expuesta, se hace necesario conocer cuáles son las técnicas de elicitación de requerimientos que van a permitir establecer una adecuada comunicación con los usuarios, para optimizar el recojo final de requerimientos y minimizar los cambios en pequeños proyectos de desarrollo de software. Así, en este trabajo de investigación se formuló la pregunta:

¿Qué combinación de técnicas de elicitación de requerimientos permite reducir los cambios en los requerimientos de proyectos de desarrollo de software?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

La relevancia que encierra esta investigación, radica en los efectos contundentes que tiene la elicitación de requerimientos en todo el proceso del software, y más aún en los recursos de los stakeholders, a este respecto, Somerville (2011) explica que, la elicitación de requerimientos se puede considerar como la fase más importante y crítica en el desarrollo de un proyecto de software, ya que si esta fase se ejecuta incorrectamente causará un incremento en los costos del proyecto, lo cual genera pérdidas para las organizaciones involucradas. De igual manera, Sharma & Pandey (2014) indican que, la mayor parte de los problemas en el proyecto se origina en la primera fase, es decir, en la elicitación de requerimientos, debido a que se omiten necesidades importantes del cliente lo cual puede ser causante del fracaso de un proyecto, por lo tanto, de pérdidas para los stakeholders.

Así mismo, Boehm (1983), determinan el costo aproximado que involucra corregir un error en el software, de acuerdo a la fase del proyecto en la que es detectado. De esta manera, se entiende que mientras más tarde se detecte el error, más costoso será corregirlo, es decir, los errores detectados en fases tempranas como la captura y análisis de requerimientos serán los que generen

menos costos y los detectados en fases tardías como el testing o mantenimiento serán los que más costos generen, como se visualiza en la siguiente figura, en la cual el costo está expresado en cantidades proporcionales para cada fase, más no necesariamente esas cantidades representan unidades monetarias.

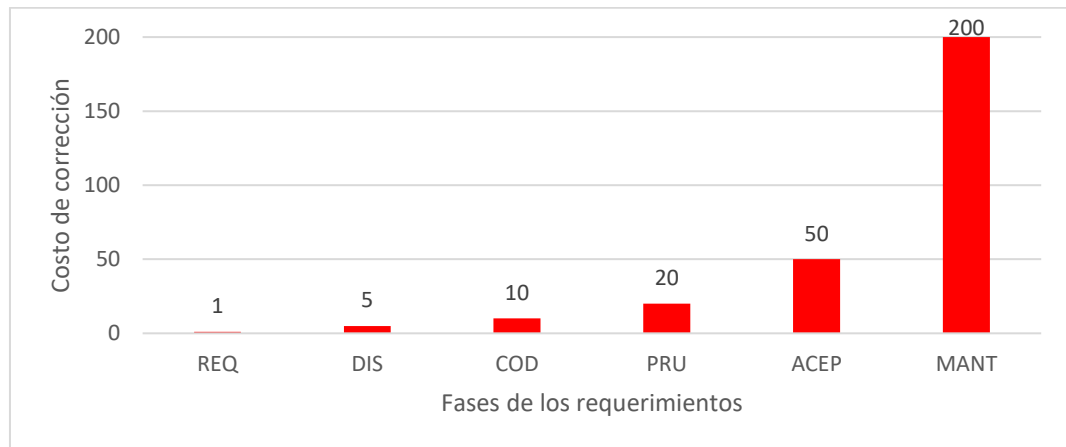


Figura 5. Costo de la corrección de errores de acuerdo a la fase en la que se presentan. Se detalla el costo de manera ascendente, pasando por las fases de Requerimientos, Diseño, Codificación, Pruebas, Aceptación y Mantenimiento. Donde el costo mínimo corresponde a la corrección de errores en la fase de requerimientos y el costo máximo en la fase de mantenimiento. Fuente: (Boehm, 1983)

De acuerdo a este gráfico, se puede recalcar la importancia de realizar esta investigación, debido a la necesidad imperativa de estudiar y analizar detenidamente el proceso de elicitación de requerimientos y de llevar a cabo una elicitación eficiente, para culminar en un proyecto exitoso.

En este mismo orden de ideas, el informe CHAOS 2015 de Standish Group (2015) documentó las tasas o pesos de los factores que llevan a los proyectos de software al éxito, así, manifiesta que entre los principales factores se encuentra la capacidad de los usuarios para involucrarse en el proyecto, es decir la medida en que los usuarios participan en las decisiones, en la elicitación y definición de requisitos y necesidades. A este factor el informe le asigna un 15% de importancia sobre el éxito en un proyecto. Así mismo, indicó que el 10% de peso está centrado en el factor: La capacitación de los Analistas, es decir, las habilidades técnicas y la experiencia para realizar el proyecto, desde la

elicitación de requerimientos hasta la puesta en marcha, es un factor de peso para los resultados. En la tabla a continuación se puede visualizar este reporte:

Tabla 6.

Factores de éxito en proyectos de software

FACTOR DE ÉXITO	INFLUENCIA
Patrocinio Ejecutivo	15 %
Madurez Emocional	15 %
Involucramiento del Usuario	15 %
Optimización	15 %
Recursos Humanos Calificados	10 %
Arquitectura estándar	8 %
Procesos ágiles	7 %
Ejecución normal	6 %
Experiencia en Gestión de proyectos	5 %
Objetivos comerciales claros	4 %

Nota: Se describe por cada factor el porcentaje de influencia que tiene sobre el éxito del proyecto. Tomado de (Standish Group, 2015)

Estas estadísticas muestran la importancia de realizar este estudio, ya que, al determinar la eficacia de las combinaciones de técnicas de elicitación de los requerimientos sobre los cambios de pequeños proyectos de desarrollo de software, se sabrá cuál combinación de técnicas se debe usar en el contexto de un proyecto determinado para disminuir la tasa de fracaso del mismo, y con ello evitar los tiempos y gastos fuera del presupuesto.

1.6. Hipótesis.

La combinación 1 de técnicas de elicitación de requerimientos compuesta por “Entrevista, Brainstorming y Prototipos”, permite reducir los cambios significativamente en los requerimientos de proyectos de desarrollo de software.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

Evaluar las combinaciones de Técnicas de Elicitación de Requerimientos para determinar su desempeño en la reducción de cambios en los requerimientos de un proyecto de desarrollo de software

1.7.2. Objetivos específicos.

- a) Identificar las técnicas de elicitación de requerimientos existentes.
- b) Establecer combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos para la evaluación.
- c) Realizar un proyecto de desarrollo de software donde se apliquen las combinaciones de técnicas de elicitación seleccionadas.
- d) Establecer el desempeño en tiempo y costo, de las combinaciones de técnicas seleccionadas.
- e) Evaluar la calidad de los requerimientos en base a la satisfacción del cliente.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación.

Esta investigación corresponde al tipo Tecnológica aplicada, debido a que el producto final de la investigación es una aplicación tecnológica que se elaboró para poder lograr los objetivos planteados, así mismo, se considera aplicada porque toma como referencia el conocimiento, metodologías y procedimientos que se plantearon en otras investigaciones y las aplica en el marco y contexto de la presente investigación.

Además, esta investigación tiene un diseño Cuasi Experimental, por lo mismo que, el grupo de muestra ha sido determinada por conveniencia por el investigador.

2.2. Población y muestra.

2.2.1. Población

Se consideró 10 combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos mejor valoradas mediante la técnica de juicio de expertos.

Combinación 1: Entrevista, Sesiones JAD, Casos de Uso

Combinación 2: Entrevista, Brainstorming, Prototipos

Combinación 3: Observación, Workshop, Escenarios

Combinación 4: Análisis de Documentos, Focus Group, Story Board

Combinación 5: Encuesta, Análisis de Documentos, Prototipos

Combinación 6: Workshop, Análisis de Documentos, Escenarios

Combinación 7: Focus Group, Repertory Grids, Modelos De Caso De Uso

Combinación 8: Entrevista, Observación, Escenarios

Combinación 9: Análisis de Documentos, Story Board, Sesiones JAD

Combinación 10: Workshop, Story Board, Prototipos

2.2.2. Muestra

La muestra quedó determinada por las 2 combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos más valoradas mediante juicio de expertos.

Combinación 1: Entrevista, Brainstorming, Prototipos

Combinación 2: Entrevista, JAD/RAD, Casos de Uso

2.3. Variables, Operacionalización.

2.3.1. Variables Independientes

Combinación de técnicas de elicitación de requerimientos.

2.3.2. Variables Dependientes

Cambios en los requerimientos de los pequeños proyectos de software

2.3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 7.

Operacionalización de las Variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	TÉCNICAS
Combinación de técnicas de elicitación de requerimientos	Priorización de las combinaciones	Valoración	Puntuación de cada combinación de técnicas de elicitación, en base a la calificación que los expertos han asignado a las técnicas.	Valor numérico	Observación Análisis
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	TÉCNICAS
Cambios en los requerimientos de los pequeños proyectos de software	Eficacia en cuanto a los cambios de los requerimientos	Tiempo	Tiempo total que tarda en realizarse el proyecto.	Horas (h)	Observación
		Costo	Costo para realizar el proyecto	Nuevos Soles (S/.)	Análisis
		Satisfacción del usuario	Grado de aceptación del proyecto por parte del usuario	Porcentaje (%)	Experimentación

Nota: Se muestra dimensiones, indicadores y la unidad de medida de estos últimos. Todos ellos necesarios para realizar la evaluación de las combinaciones de técnicas de elicitación establecidas. Fuente: Elaboración propia

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

A lo largo de este trabajo, se utilizaron algunas técnicas y se elaboraron instrumentos para poder realizar la recolección de datos, a continuación, se explica detalladamente:

a. Observación

Se llevó a cabo mediante el estudio o seguimiento visual de la manera en que se desempeñan las combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos en un proyecto real, es decir, la observación de la eficacia de las combinaciones evaluadas. Así mismo, se aplicó esta técnica para poder realizar la elicitación de los requerimientos del proyecto seleccionado, observando y documentando el flujo de los procesos y el papel que desempeñan los stakeholders.

b. Análisis

Se realizó análisis para recolectar la información específica y necesaria de documentos, libros, artículos científicos, revistas, etc. con el fin de conocer los procedimientos y metodologías detalladas de la manera en que se aplican las técnicas de elicitación de requerimientos en los pequeños proyectos de desarrollo de software. Sin embargo, también sirvió para conocer y aplicar el método Delphi para la valoración de las combinaciones de las técnicas de elicitación mediante juicio de expertos.

c. Experimentación

La investigación tiene objetivo resolver un problema real, para ello, se empezó por discriminar las combinaciones de las técnicas de elicitación de requerimientos mediante juicio de expertos, para luego, aplicar las 2 combinaciones con mayor valoración en un proyecto real de desarrollo de software, es decir, un módulo del proyecto se implementó con la primera combinación de técnicas seleccionada, y la segunda parte del proyecto se desarrolló con la segunda combinación de técnicas. Al finalizar este experimento, se tomaron medidas de las métricas tiempo, costo y calidad basado en los cambios de los requerimientos del proyecto aplicado. De esta manera, se verificó la hipótesis que se había planteado.

Así mismo, se utilizaron instrumentos para la recolección de datos. Uno de ellos es el procedimiento para seleccionar las combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos utilizando a su vez, la técnica de juicio de expertos, el cual está fundamentado y validado por el método Delphi para juicio de expertos. Este instrumento se muestra en el Anexo 1

También se utilizaron guías de observación para el registro de los datos obtenidos del experimento o propuesta de investigación, estas guías fueron elaboradas en base a las métricas e indicadores de tiempo, costo y calidad, establecidos previamente (Ver en el Anexo 2).

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

a. Análisis Documental

El procedimiento seguido para realizar el análisis documental de datos fue el siguiente:

a.1. Recopilar y analizar las características y procedimiento de cada una de las técnicas de elicitación de requerimientos, es decir, como es el proceso de implementación de la técnica y como se debe aplicar en los pequeños proyectos de desarrollo de software.

a.2. Recopilar y analizar la documentación y el contexto del proyecto, para determinar las necesidades y el alcance del mismo, esto se realizó con las combinaciones de las técnicas establecidas.

a.3. Recopilar y analizar las métricas e indicadores para evaluación: tiempo, costo y calidad de cada una de las combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos seleccionada en la investigación.

b. Observación

Se observó y documentó el procedimiento de cada combinación de técnicas de elicitación, así como los resultados obtenidos al aplicar estas combinaciones en la elicitación de los requerimientos de un pequeño proyecto de desarrollo de software. La observación se llevó a cabo de la siguiente manera:

b.1. Registrar el tiempo que se tarda en realizar el proyecto, generado por los cambios en los requerimientos.

b.2. Registrar el costo del proyecto desarrollado, el cual se calcula por el tiempo total.

b.3. Registrar la calidad del proyecto en base a la satisfacción del usuario

2.6. Criterios éticos.

En este trabajo de investigación, se emplearon criterios éticos personales y de ingeniería, que llevaron a la investigación por una vía lícita y objetiva. Estos criterios se mencionan a continuación.

a. Criterio de la Confidencialidad

Los datos de carácter personal que fueron necesarios para el desarrollo del presente trabajo, constituyen información anónima, es decir, no compromete de ninguna manera la seguridad ni el bienestar de estas personas. Además, estos datos se obtuvieron con procedimientos válidos, lícitos y profesionales, así como lo sostiene la Ley N° 29733: Ley de protección de datos personales, que en su IV capítulo “Obligaciones del titular y del encargado del banco de datos personales”. Aunado a esto, esta ley, dicta que no los datos personales no deben ser usados con fines diferentes a los fines de la investigación. Por último, establece que en el momento en los datos hayan cumplido su papel en la investigación, estos se eliminarán de todos los registros en los que pudieron haber estado.

b. Criterio de Confirmabilidad

Los resultados que se obtuvieron luego de realizar el experimento de esta investigación, demuestran objetividad y fiabilidad, toda vez que, los procedimientos y datos empleados para obtenerlos estuvieron exentos de la influencia subjetiva del investigador, así lo establece el Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú, el cual en su tercer capítulo “Faltas Contra la Ética Profesional y Sanciones” expresa que, los profesionales de la ingeniería, solo deben redactar documentos o emitir declaraciones verbales cuando los

datos que quieren transmitir estén totalmente confirmados, analizados a la luz del conocimiento objetivo y estén exentos de falsedad.

2.7. Criterios de Rigor Científico.

a. Consistencia

Los datos y toda la información que se recogió durante el proyecto y el desarrollo de la investigación son consistentes y coherentes con el contexto, además, para el levantamiento, análisis y procesamiento de los datos se emplea el método científico y procedimientos formales ingenieriles para proveer a los resultados de consistencia y formalidad.

b. Validez

Los datos obtenidos luego de aplicar cada combinación seleccionada de técnicas de elicitación en la investigación, fueron correctamente evaluados y analizados para obtener resultados y conclusiones que permitan la confirmación o contradicción de la hipótesis.

c. Fiabilidad

Los métodos y técnicas empleadas para el registro de los datos y procesamiento de los mismos, además de los procedimientos que se siguieron para medir cuantitativamente los indicadores que verificarán la eficacia de las combinaciones de las técnicas de elicitación de requerimientos en el proyecto seleccionado, proporcionaron valores cercanamente iguales en escenarios también iguales o con similares condiciones.

d. Objetividad

La información obtenida tras las pruebas con las combinaciones seleccionadas de técnicas de elicitación, y los resultados concretos producto del procesamiento de dicha información, están desvinculados de cualquier influencia subjetiva del investigador.

3. RESULTADOS.

3.1. Resultados en Tablas y Figuras.

1. Respecto al Tiempo:

La tabla siguiente resume los resultados obtenidos para este indicador en ambas combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos evaluadas, se toma en cuenta para ello, el número de requerimientos generados con las combinaciones.

a. Tiempo en la elicitación inicial de requerimientos

Tabla 8.

Resultados respecto al tiempo de la fase de elicitación

COMBINACIONES	TIEMPO (H)	NÚMERO DE REQUERIMIENTOS
Combinación 1: Entrevista, Brainstorming, Prototipos.	20 h	10
Combinación 2: Entrevista, Sesiones JAAD/RAD, Casos de uso	18 h	12

Nota: Se detalla el tiempo que tomó realizar la elicitación de requerimientos con cada combinación de técnicas utilizada, así como el número de requerimientos que es logró definir con cada combinación. Fuente: Elaboración propia

b. Tiempo generado por los cambios

Tabla 9.

Tiempo generado por los cambios en cada combinación

COMBINACIONES	CAMBIOS REQUERIDOS	TIEMPO EN LA FASE ELICITACIÓN (H)	TIEMPO ESTIMADO EN LA FASE DE DESARROLLO(H)	TIEMPO TOTAL ADICIONAL GENERADO POR LOS CAMBIOS
Combinación 1: Entrevista, Brainstorming, Prototipos.	1	2h	3h	5h
Combinación 2: Entrevista, Sesiones JAAD/RAD, Casos de uso	0	0	0	0

Nota: Se detalla el número de cambios en los requerimientos del sistema que se generó con cada combinación, así como el tiempo que tomó volver a elicitar y desarrollar esos cambios. Fuente: Elaboración propia

c. Tiempo total generado con cada combinación de técnicas

Tabla 10.

Tiempo total generado con cada combinación de técnicas

COMBINACIONES	TIEMPO INICIAL (H)	TIEMPO GENERADO POR LOS CAMBIOS (H)	TIEMPO TOTAL GENERADO CON LA COMBINACIÓN 1 (H)
combinación 1: entrevista, brainstorming, prototipos.	20 h	5h	25h
Combinación 2: Entrevista, Sesiones JAD/RAD y Casos de uso.	18h	0h	18h

Nota: Especificación del tiempo total empleado, es decir, el tiempo de la elicitación de requerimientos, así como el generado por los cambios. Fuente: Elaboración propia

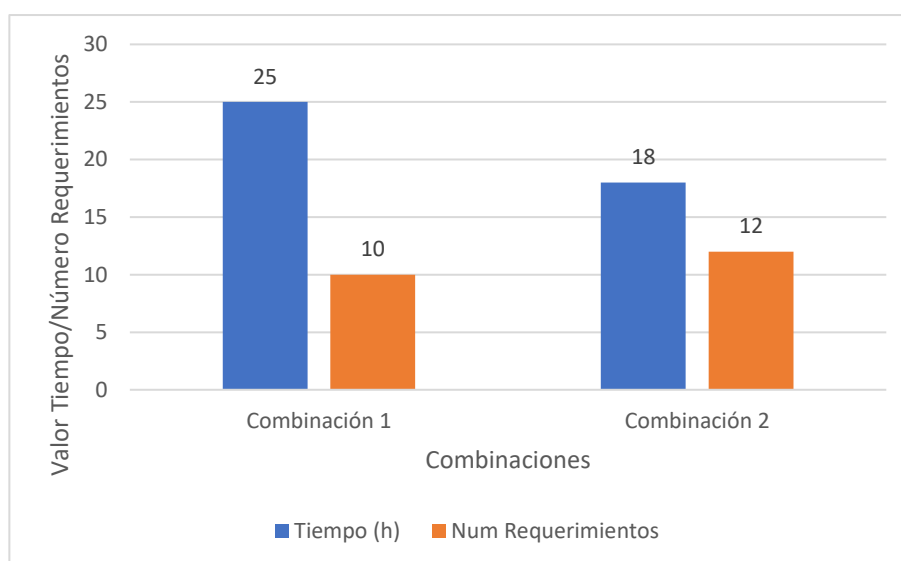


Figura 6. Tiempo empleado con cada combinación de técnicas. Teniendo en cuenta el número de requerimientos obtenidos respectivamente. Fuente: Elaboración Propia

2. Respecto al Costo:

Los resultados obtenidos luego de la evaluación de costo, se hizo en base a las horas empleadas con cada combinación de técnicas de elicitación de requerimientos, en la siguiente tabla se resume.

Tabla 11.

Resultados obtenidos respecto al costo.

COMBINACIONES	TIEMPO (H)	COSTO X H. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Combinación 1: Entrevista, Brainstorming, Prototipos	25 h	25	625 soles
Combinación 2: Entrevista, Sesiones JAAD/RAD, Casos de uso	18 h	25	450 soles

Nota: Se toma como referencia el tiempo total generado, y se calcula el costo que tomó realizar la elicitación de requerimientos con cada combinación de técnicas utilizada. Fuente: Elaboración propia

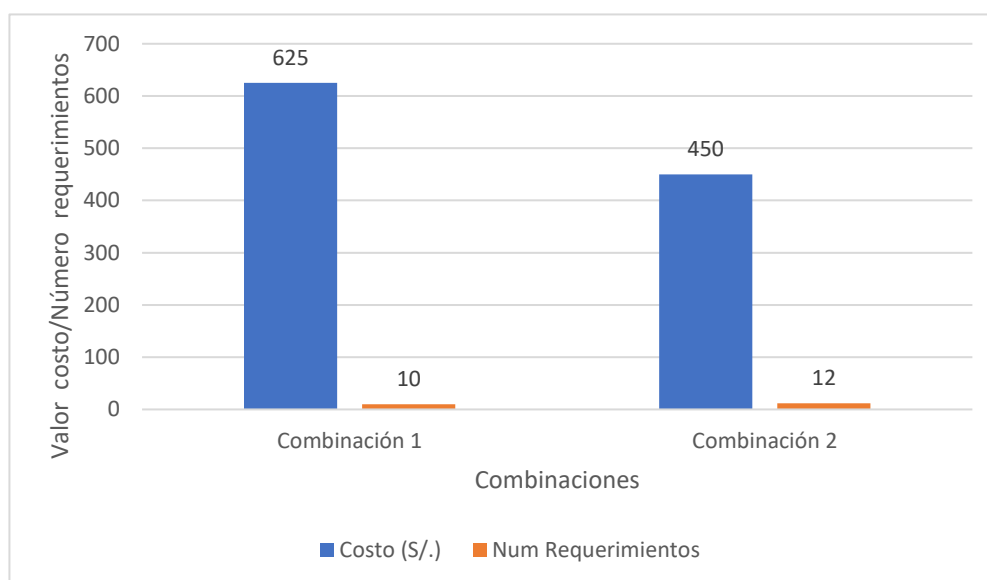


Figura 7. Costo generado con cada combinación de técnicas. Teniendo en cuenta el número de requerimientos obtenidos respectivamente y los cambios generados en el proyecto. Fuente: Elaboración propia

3. Respeto a la satisfacción del usuario:

Los resultados de la satisfacción de los usuarios de cada módulo del sistema desarrollado considerando cada de requerimientos generados con las combinaciones y el cumplimiento del mismo en el sistema desarrollado.

Tabla 12.

Resultados obtenidos de la satisfacción del usuario.

	NÚMERO DE REQUERIMIENTOS QUE CUMPLEN LAS EXPECTATIVAS DE LOS USUARIOS	NÚMERO DE REQUERIMIENTOS QUE NO CUMPLEN LAS EXPECTATIVAS DE LOS USUARIOS	NÚMERO TOTAL DE REQUERIMIENTOS DESARROLLADOS CON LA COMBINACIÓN
Combinación 1: Entrevista, Brainstorming y prototipos	9	1	10
Combinación 2: Entrevista, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso.	12	0	12

Nota: Se toma como base la satisfacción del usuario respecto a los módulos del sistema desarrollados con cada combinación de técnicas de elicitación. Se contabilizan las respuestas de la encuesta de satisfacción para obtener el cumplimiento de los requerimientos. Fuente: Elaboración propia

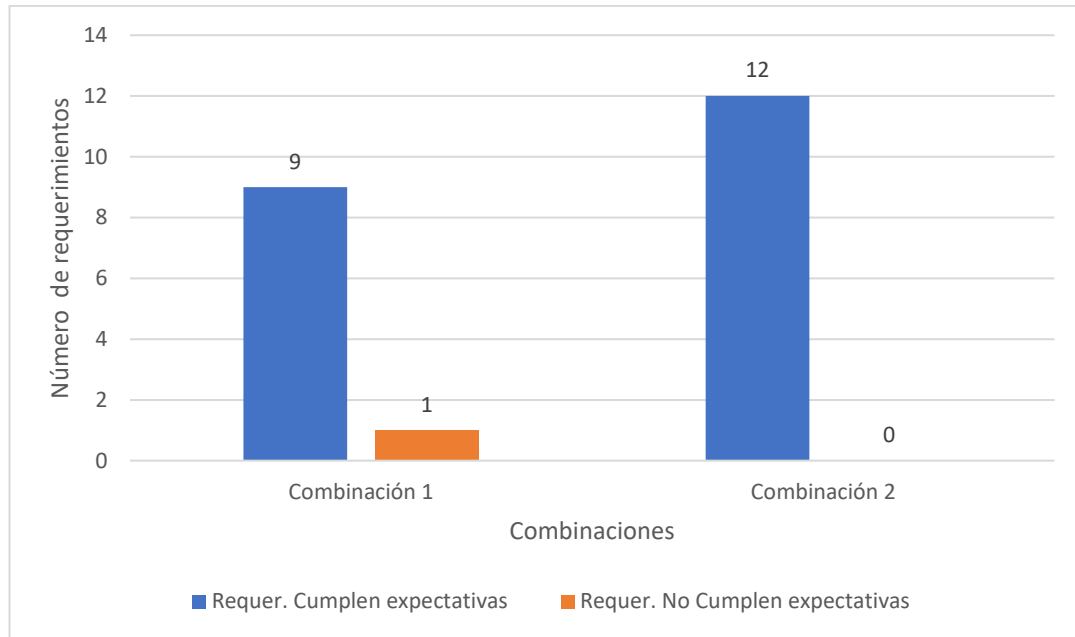


Figura 8. Satisfacción del usuario frente a los módulos del sistema desarrollado, teniendo en cuenta si el sistema cumple o no con los requerimientos. Fuente: Elaboración propia

3.2. Discusión de resultados.

Como ya se ha podido evidenciar en los resultados de la investigación, la combinación 2 de técnicas de elicitación de requerimientos, demostró mejor eficacia en el proyecto de software desarrollado, en esta sección se detalló la discusión y explicación de los resultados obtenidos. Sin embargo, antes de ello, para tener una mejor comprensión y alcance de los resultados, es que se realizó un contraste con los objetivos y resultados logrados en otras investigaciones, las cuales abordaron la misma problemática, aunque cabe mencionar que las investigaciones reportadas en esta sección solo resuelven el problema parcialmente y en algunos casos de una manera teórica.

a. Discusión con otras propuestas

La primera investigación que se tomó en cuenta para la discusión fue la realizada por Tiwari & Rathore (2017), en donde se califica a las técnicas de elicitación de requerimientos con una matriz de atributos, estableciendo puntajes individuales para cada técnica evaluada, pero no se elaboraron combinaciones de dichas técnicas, en cambio en la presente investigación se realizó la valoración de las técnicas individuales mediante juicio de expertos y

posteriormente se establecieron combinaciones de las técnicas más valoradas. Además, la investigación de Tiwari & Rathore verificó teóricamente su matriz en 3 proyectos reales, calificando las técnicas más adecuadas según los atributos de cada una, siendo las técnicas individuales más valoradas en los proyectos: Entrevistas, Focus Group, Workshops, Observación, Prototipos, Encuestas y análisis Documental; mientras que, en el presente trabajo se realizó una investigación empírica para determinar la eficacia de las combinaciones de técnicas establecidas, por lo cual, se realizó un proyecto de desarrollo de software aplicando las combinaciones de técnicas, producto de esta experimentación se obtuvo que la combinación más eficaz fue la de las técnicas de Entrevista, Brainstorming y Prototipos.

Así mismo, la investigación de Hussain & Sumari (2016) desarrolló una propuesta más cercana a la desarrollada en la presente investigación, de esta manera, evaluó la efectividad de la combinación de técnicas de elicitación de requerimientos Entrevista y JAD comparándola con la utilización de técnicas aisladas. Mientras que, en la presente investigación se evaluaron 2 combinaciones de técnicas de elicitación: Combinación1: Entrevista, Brainstorming y Prototipos y la Combinación 2: Entrevista, JAD/RAD y Casos de Uso. Además, en la investigación de Hussain & Sumari (2016) se realizó un experimento empírico a través de un sistema llamado WERT, el cual permite aplicar la combinación referida en el desarrollo de un sistema de gestión para una institución educativa, el sistema WERT permitió además el flujo de la información durante todo el proceso de elicitación de requerimientos; mientras que, en la presente investigación, se llevó a cabo la evaluación mediante la implementación de un proyecto de desarrollo de software para Gestión de Notas y Asistencias de una Institución Educativa, aplicando una combinación en cada módulo del sistema, para obtener resultados por separado de cada combinación. Los resultados de la investigación referida, reportan que los cambios en los requisitos disminuyeron en 9.3%, el tiempo de culminación de proyecto, se optimizó en 7.3% y el costo del proyecto se redujo significativamente respecto a la utilización de técnicas aisladas de elicitación de requerimientos; mientras en el presente trabajo se reportó que la combinación

2 de técnicas de elicitación presenta mayor eficacia en la disminución de cambios en los requerimientos ya que genera un tiempo de 18 horas, un costo de 450 soles y una calidad en base a la satisfacción del usuario del 100%, frente a la combinación 1 de técnicas que presenta un tiempo total de 25 horas, un costo de 625 soles y una calidad del 90%.

b. Discusión de los Resultados de la presente investigación

A continuación, se elaboró una explicación y discusión de los resultados que se obtuvieron tras el desarrollo de la propuesta, se creyó conveniente analizar cada indicador por separado, para una mejor inmersión y comprensión de la investigación.

En cuanto al tiempo que tomó realizar la fase de elicitación de requerimientos la combinación 1 conformada por las técnicas de Entrevista, Brainstorming y Prototipos empleó 20 horas para generar 10 requerimientos del módulo de asistencias, mientras que la combinación 2 conformada por las técnicas Entrevista, JAD/RAD y Casos de Uso empleó 18 horas para generar 12 requerimientos. Esto, debido a que con la combinación 1 de técnicas se tomó más tiempo para que los usuarios y analistas sintetizaran las necesidades del proyecto en requerimientos del sistema, hubo más conversaciones y cambios internos en las reuniones e instrumentos utilizados, generando así un mayor tiempo para elicitación. En cambio, en la combinación 2, las necesidades quedaron mejor expuestas y comprendidas, por lo tanto, el tiempo en la fase de elicitación de requerimientos es más eficaz respecto a la combinación 1.

Sin embargo, luego de haber desarrollado el módulo de asistencia, se generó un cambio en los requerimientos, el cual generó un tiempo adicional de 5h. En confrontación con la combinación 2 de técnicas de elicitación que no luego de desarrollar el módulo de notas no generó ningún cambio, por lo mismo, ningún tiempo adicional.

En síntesis, en cuanto al tiempo, la combinación 2 de técnicas de elicitación empleó un total de 18 horas para elicitación y cambios en el proyecto, mientras

que la combinación 1 de técnicas empleó un total de 25 horas para la elicitación y cambios en el proyecto. Entonces, podemos decir, que la combinación 2 de técnicas de elicitación es significativamente más eficaz que la combinación 1 en cuanto al indicador de tiempo del proyecto.

En cuanto al indicador de costos, se tiene que con la combinación 1 de técnicas de elicitación se generó un costo total de 625 soles, mientras que con la combinación 2 de técnicas de elicitación se generó un costo total de 450 soles. Lo cual demostró que la combinación 2 de técnicas de elicitación es significativamente más eficaz en cuanto al costo del proyecto respecto a la combinación 1.

En cuanto a la satisfacción del usuario, luego de desarrollar el sistema y aplicar la encuesta de satisfacción, se tuvo que, con la combinación 1 de técnicas de elicitación se obtuvo 9 requerimientos desarrollados que satisficieron a los usuarios y 1 requerimiento que no lo hizo, por lo tanto, generó 1 cambio en sistema. Sin embargo, en contraste con la combinación 2, donde los usuarios expresaron satisfacción por los 12 requerimientos desarrollados, sin generar cambio alguno.

Para obtener un valor porcentual de calidad respecto a la satisfacción del usuario se utilizó la siguiente fórmula:

$$X = \frac{A}{B} (100)\%$$

Donde:

X= Porcentaje de calidad en base a la satisfacción del usuario

A= Cantidad de requerimientos que cumplen las expectativas del usuario

B= Cantidad total de requerimientos.

De la fórmula, se obtiene:

Combinación 1: X= 90%

Combinación 2: X= 100%

Entonces, se puede decir que la combinación 2 de técnicas de elicitación presenta una calidad del 100% respecto a la satisfacción del usuario y que es significativamente más eficaz que la combinación 1 de técnicas que presenta una calidad del 90% respecto a la satisfacción del usuario.

3.3. Aporte práctico.

La propuesta de esta investigación, inició con la documentación e identificación de las técnicas de elicitación de requerimientos existentes, así como de las características de los pequeños proyectos de desarrollo de software. Luego, para establecer las combinaciones de las técnicas de elicitación de requerimientos, se utilizó juicio de expertos, mediante el método Delphi, el cual requirió la elaboración de un instrumento que contenía las técnicas de elicitación, las características de los pequeños proyectos de desarrollo de software y una matriz para asignar valoraciones a las técnicas frente a cada característica documentada, este instrumento, fue entregado a 3 especialistas en la materia para la valoración solicitada.

Consecuentemente se obtuvieron las puntuaciones de las técnicas y se realizaron combinaciones con las que obtuvieron mayor valoración, se seleccionaron 2 combinaciones para ser evaluadas.

Posteriormente, se implementó un proyecto de desarrollo de software, con el fin de aplicar cada combinación de técnicas de elicitación de requerimientos seleccionada.

Finalmente se determinó cuantitativamente el desempeño de las combinaciones de las técnicas seleccionadas, evidenciado en el tiempo y costo del proyecto; además, se evaluó la calidad de los requerimientos en base a la satisfacción del cliente.

En la figura siguiente, se visualiza el flujograma de la propuesta de investigación. Luego, se explicó y documentó detalladamente la secuencia seguida en esta propuesta.

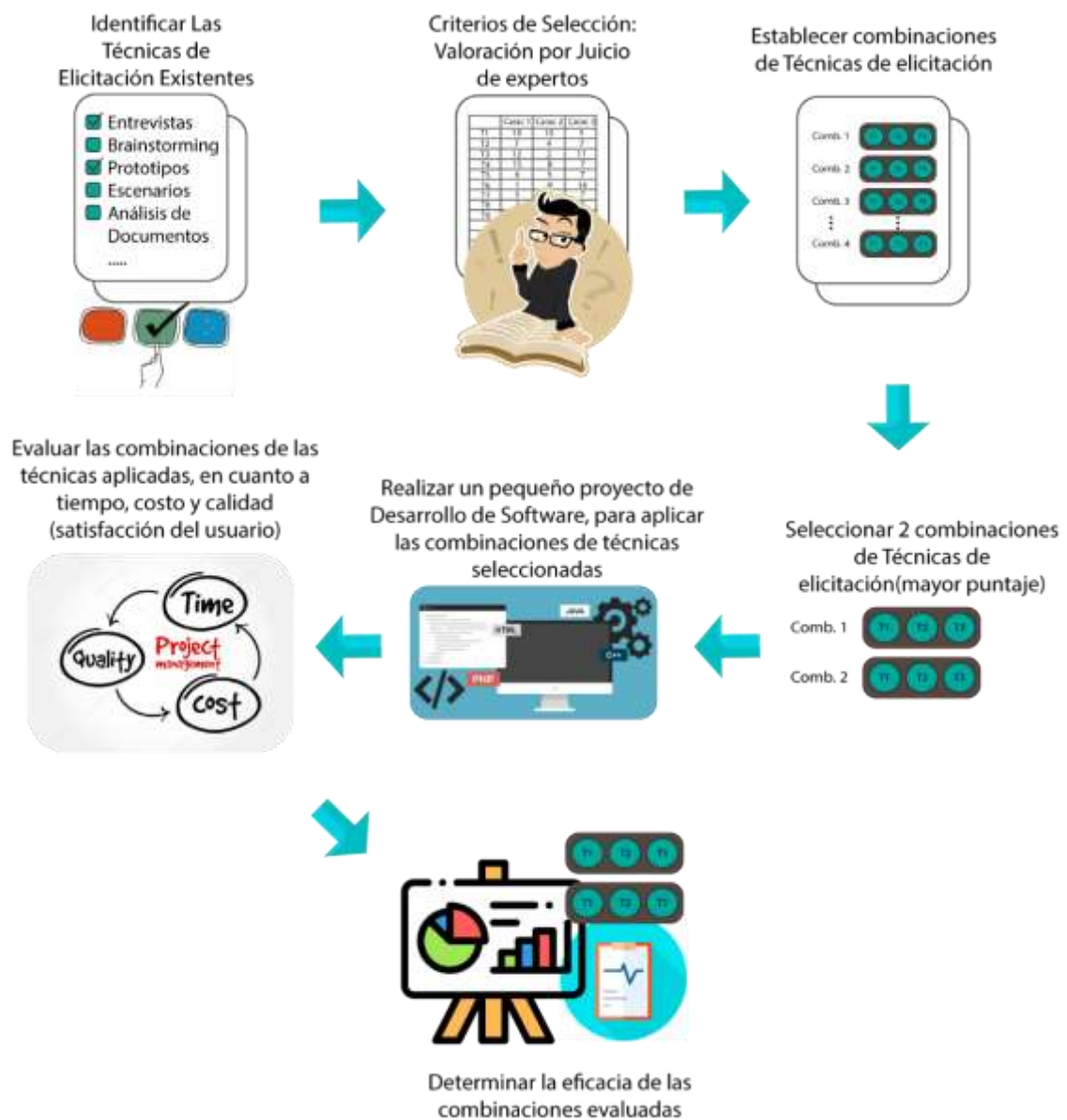


Figura 9. Flujo del proceso que se sigue en la presente investigación. Se detalla paso a paso la realización de la propuesta de investigación, empezando en la identificación de las técnicas de elicitación existentes hasta llegar a la evaluación de las combinaciones de técnicas de elicitación establecidas. Fuente: Elaboración propia

Como ya se ha documentado previamente en esta investigación, las técnicas existentes para la elicitación de requerimientos son variadas, y cada una tiene un procedimiento para su planificación y elaboración, además de una manera diferente de aplicarse en la realidad. Por ello, en el marco teórico referenciamos a varios autores, entre ellos a Oliveros & Antonelly (2015), y a Tiwari & Rathore

(2017), que hacen una recopilación de las técnicas de elicitación de requerimientos y las clasifican en categorías de acuerdo a su naturaleza. Así mismo, también se consideró la investigación realizada por Serna (2012), que estipula los escenarios o situaciones de mediación en los que se utilizan las técnicas de elicitación de requerimientos. En este orden de ideas, como primer paso de este trabajo de investigación, se identificaron y documentaron las técnicas de elicitación de requerimientos, haciendo una descripción breve de cada una de ellas, como se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 13.

Listado de las técnicas de elicitación de requerimientos.

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	AÑO	AUTOR
ENTREVISTA	Se utiliza para acceder a información que el usuario posee y que brinda verbalmente. Para ello, se necesita fluidez en la expresión, además de habilidades de empatía con el entrevistado.	2005	Tuffley, Angela
ENCUESTA	Permite acceder al conocimiento de un conjunto de personas mediante la aplicación de cuestionarios, este conocimiento posteriormente podrá ser procesado estadísticamente.	2003	Green, Stewart
WORKSHOP	Consiste en talleres grupales donde colaboran usuarios y analistas para expresar las necesidades del proyecto y generar requisitos del sistema. Necesita de un guía de sesión que generalmente es el analista que más conoce del proyecto.	2010	K.Pohl
FOCUS GROUP	Esta técnica es como una entrevista grupal, planificada y elaborada para plantear problemas y preguntas respecto al core del proyecto, de esta manera se obtiene información relevante para elaborar los requerimientos, además se pueden establecer varios grupos para aplicar la técnica.	2005	Gottesdiener E.
BRAINSTORMING	Pone de manifiesto diversos puntos de vista, perspectivas e ideas de un conjunto de stakeholders reunidos con la presencia de un experto moderador, para elaborar un panorama global de la problemática del proyecto.	2005	Tuffley, Angela

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	AÑO	AUTOR
ANÁLISIS DE PROTOCOLOS	Para aplicar esta técnica, se les solicita a los usuarios que realicen sus funciones normales cotidianas y que mientras lo hacen hablen en voz alta, con el objetivo de obtener un registro del protocolo que el usuario sigue y la manera en que se relaciona con los sistemas y procesos, de esta manera se pueden sintetizar las necesidades del proyecto.	2015	Masooma ,Yousuf & M. Asger
ANÁLISIS DE DOCUMENTOS	Consiste en la revisión y análisis de la documentación relevante de la organización, con el objetivo de poder obtener un flujo de los procesos y los requisitos para el proyecto.	2015	Masooma ,Yousuf & M. Asger
LADDERING	Esta técnica se asemeja a una entrevista grupal, en la que un moderador dirige un conjunto de preguntas a los participantes que tienen dominio del negocio, estas preguntas están organizadas de forma jerárquica para que faciliten la obtención de los requerimientos	2015	Masooma ,Yousuf & M. Asger
CARTS SORTING	Es una técnica grupal en donde se les proporciona unas tarjetas rotuladas con diferentes problemas a los participantes, estos tienen que ubicar las tarjetas en las respectivas entidades de acuerdo a los rótulos, de esta manera se van estableciendo los requerimientos del software	2015	Masooma ,Yousuf & M. Asger

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	AÑO	AUTOR
STORY BOARDS	Esta técnica consiste en expresar las ideas de cada miembro del equipo en un pizarrón visible, mediante gráficos o ilustraciones que simulen las acciones del sistema y de los stakeholders	2003	Davis, Alan
REPOSITORY GRID	Mediante esta técnica se elabora una matriz donde se presenta características del dominio del problema, los participantes deben asignar valoraciones y atributos a cada elemento de la matriz, así, se hace una discriminación y organizaciones de las necesidades de los usuarios.	2015	Masooma ,Yousuf & M. Asger
ESCENARIOS	Permiten mostrar gráficamente al usuario las posibles situaciones del proyecto y las acciones que se generan en cada situación, de esta manera, el usuario interactúa con simulaciones del sistema.	1998	Somerville, Ian

PROTOTIPOS	Es una técnica muy útil en proyectos complejos, debido a que permite esquematizar el flujo y el comportamiento del sistema. Además, permite la corrección inmediata de los componentes	2003	Davis, Alan
SESIONES JAD/RAD	Reúne a un conjunto de involucrados y a través de participaciones dinámicas se puede sintetizar iterativamente todo el proceso de desarrollo del sistema, desde la obtención de requerimientos hasta las pruebas y puesta en marcha.	1997	Maner, Walter

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	AÑO	AUTOR
MODELOS DE CASO DE USO	A través de modelos gráficos y estandarizados, se muestra las relaciones entre los distintos stakeholders y los componentes del sistema. Además, se traducen como requerimientos funcionales del proyecto.	1994	Rumbaugh, James
MÉTODOS BASADOS EN OBJETIVOS	Permiten establecer los requerimientos a partir de los objetivos del proyecto, de tal manera que cada requisito lleve a cumplir uno o más objetivos. Para esto se plantean los objetivos como requerimientos de alto nivel.	1999	Sawyer y Kontoya

Nota: Para cada técnica se muestra, una breve descripción, el año y el autor tomado como referencia en esta investigación.

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se documentaron las características de los pequeños proyectos de desarrollo de software, ya que es en este contexto en el que se van a evaluar las técnicas de elicitación. Para ello se tomaron como referencia 3 investigaciones. La primera realizada por Albornoz, Bastian & Failla (2002), la cual especifica los problemas de los pequeños proyectos de software, y los separa en los siguientes bloques: resistencia al cambio, inapropiada definición de requerimientos y obsolescencia e incompatibilidad del hardware y software. La segunda referencia es la identificación de riesgos en la elicitación de requerimientos en los proyectos de software, hecha por McConnell (1997), por último, se tomó la investigación de Soto y Gonzales (2010) que identificó algunos problemas y riesgos del proceso de elicitación.

En síntesis, se elaboró una tabla con la identificación de las características y problemas de los pequeños proyectos de software, la cual se muestra a continuación:

Tabla 14.

Características y Problemas de los pequeños proyectos de software.

ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS Y/O PROBLEMAS
Usuarios	Falta de Participación y Compromiso Temor del uso de la Tecnología Estancamiento en el trabajo Tradicional Coordinación inadecuada Falta de Conocimiento y Experiencia técnicos No saben exactamente lo que quieren
Analistas	Falta de comprensión del alcance del proyecto Falta de Conocimiento del Core del negocio
Contexto del Proyecto	Proyectos de mediana complejidad Fuente de los requisitos: Seres Humanos

Nota: Realizado bajo el enfoque o punto de vista de los usuarios, analistas y el contexto del proyecto. Tomado de (Soto y Gonzales, 2010)

Teniendo identificadas las técnicas referidas y las características de los pequeños proyectos de software, se procedió a elaborar un instrumento para determinar las combinaciones más adecuadas de las técnicas de acuerdo a las características identificadas. Estas combinaciones fueron establecidas utilizando juicio de expertos y este proceso fue validado con el método DELPHI, como se muestra en el anexo 3.

Para establecer las combinaciones de técnicas a evaluar, se utilizó juicio de expertos, para ello se elaboró un instrumento para ser entregado a los especialistas seleccionados para el estudio.

Así, el instrumento consiste en un formato que tiene como objetivo establecer cuáles son las técnicas que se adecúan más a cada característica o problema de los pequeños proyectos de desarrollo de software, entonces, se les proporcionó una tabla con las técnicas de elicitación de requerimientos, otra tabla con las características de los pequeños proyectos de software y una matriz que cruza estas dos tablas y en la que los expertos asignaron una valoración para cada técnica.

Según Alarcón & Gonzales (2011) para establecer la valoración de las técnicas de elicitación, se tomó en cuenta la evaluación que brinda la norma ISO/IEC 15504, la cual establece 4 niveles de evaluación y sus respectivas escalas porcentuales, y se hizo una adaptación en la definición de los niveles de evaluación según el contexto de esta investigación, tal como se puede evidenciar en la tabla siguiente:

Tabla 15.

Niveles de Evaluación que establece ISO/IEC 15504

NIVELES DE EVALUACIÓN	DEFINICIÓN	ESCALA PORCENTUAL
No conseguido	Hay poco o ningún logro de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto.	0-15% logrado
Conseguido Parcialmente	Existe algún logro de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto. Algunos aspectos para el logro pueden ser impredecibles.	15-50% logrado
Conseguido en Gran Parte	Existen un logro significativo de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto. Pueden existir algunas debilidades relacionadas con la técnica en el proceso de evaluación.	50-85% logrado
Conseguido Totalmente	Hay un logro completo y sistemático de la técnica definida sobre la característica valuada del proyecto. No existen debilidades significativas relacionadas con esta técnica en el proceso de evaluación.	85-100% logrado

Nota: Se realiza una definición de los niveles de evaluación y se establece una escala porcentual para cada nivel. Tomada de (Alarcón & Gonzales, 2011).

Una vez establecidos los niveles de evaluación de ISO/IEC para las técnicas de elicitación de requerimientos, entonces, se asignaron valores numéricos a cada nivel de evaluación definido, estos valores se muestran a continuación:

Tabla 16.

Escala de valoración de las técnicas de elicitación de acuerdo a los niveles de evaluación que ofrece ISO/IEC 15504

ESCALA DE VALORACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ELICITACIÓN	NIVELES DE EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ELICITACIÓN
0	No Conseguido
1	Conseguido Parcialmente
3	Conseguido en Gran Parte
5	Conseguido Totalmente

Nota: Se asigna una escala de valores para cada nivel de evaluación. Realizado de acuerdo a la norma ISO/IEC 15504. Tomada de (Alarcón & Gonzales, 2011).

Finalmente, se elaboró la matriz en la cual se cruzan las técnicas de elicitación de requerimientos y las características en pequeños proyectos de desarrollo de software, donde los expertos especificaron las valoraciones para cada técnica según la escala previamente establecida. Todo este procedimiento se resumió en el Instrumento de Combinación de Técnicas de Elicitación de Requerimientos que fue entregado a los expertos seleccionados para evaluar las técnicas y que se puede visualizar en el Anexo 3.

Durante todo el proceso de juicio de expertos, la interacción con los expertos se realizó mediante correo electrónico. Así, para seguir las pautas del método Delphi, se registraron los resultados de cada iteración, es decir, de cada respuesta recibida por los expertos se registraron las técnicas con las

valoraciones más altas, estas iteraciones se pueden visualizar en el Anexo 5.

En la primera iteración, el experto 1 calificó con valores relativamente bajos a la mayoría de las técnicas, a diferencia de los expertos 2 y 3 que si asignaron valores significativamente más elevados. Dado que, el rango de valoración estuvo comprendido entre 0 y 5, al finalizar esta iteración, las técnicas con mayor valoración fueron las siguientes:

Tabla 17.

Valoración media de las técnicas de elicitación

TÉCNICAS	EXPERTO 1		EXPERTO 2	EXPERTO 3	VALORACIÓN MEDIA TOTAL
	Valoración Media	Comentario	Valoración Media	Valoración Media	
Entrevista	1	Dependerá del contenido y la complejidad del instrumento de la técnica	3.4	3.4	2.6
Brainstorming	1		2.8	3.4	2.4
Prototipos	3.8		3.8	2.7	3.4
Sesiones JAD/RAD	4		3.6	3	3.5

TÉCNICAS	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	VALORACIÓN MEDIA TOTAL
Modelos de Caso de Uso	5	4.4	3.4	4.3

Nota: Estos valores fueron tomados luego de pasar por la primera iteración de juicio de los expertos. Se documentó el comentario del primer experto para la técnica de entrevista porque no se alinea a los propósitos de la investigación. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el experto 1 asigna una puntuación promedio de 1 a la técnica de entrevista, además adjunta un comentario indicando que esta técnica dependerá de la calidad del instrumento que se utilice, lo cual resulta lógico y entendible, sin embargo, si se consideraría esta razón como un factor que afecte la valoración de la técnica en cada una de las características de los pequeños proyectos, tendría que aplicarse a todas las técnicas ya que todas ellas necesitan de instrumentos para su aplicación y la calidad de dichos instrumentos afectan directamente a los resultados. Entonces, la valoración de la técnica número de entrevista, para los objetivos de esta investigación, no puede verse afectada por este factor que señala el experto 1, de otra manera resultaría en una valoración no equitativa de las técnicas de elicitación.

Sin embargo, se tomó la media de las valoraciones hechas por los 3 expertos para las técnicas de Entrevistas, Brainstorming, Prototipos, Sesiones JAD/RAD y Modelos de casos de uso, dando como resultado los valores que se visualizan en la tabla anteriormente mostrada.

Para la segunda iteración, se les remitió nuevamente el instrumento por correo electrónico a cada experto y se les adjuntó las valoraciones hechas por los 2 otros expertos para las tomen como referencia para elaborar la nueva calificación.

En este sentido, al finalizar la segunda iteración, los expertos mantuvieron las valoraciones que habían realizado sobre las técnicas de elicitación de requerimientos. En síntesis, las técnicas mejor valoradas luego de la segunda iteración son las mismas que de la primera iteración.

Para mayor referencia se adjuntan los documentos y los correos electrónicos remitidos a los expertos, así como las respuestas que estos devolvieron, todo esto se puede visualizar en el Anexo 5

En consecuencia, de las técnicas con mayor valoración se elaboraron 2 combinaciones para ser evaluadas en esta investigación. Las combinaciones quedaron determinadas de la siguiente manera

Tabla 18.

Combinaciones de las técnicas con mayor valoración mediante juicio de expertos.

COMBINACIONES	T1	T2	T3
Combinación 01	Entrevista	Brainstorming	Prototipos
Combinación 02	Entrevista	Sesiones JAD/RAD	Casos de Uso

Nota: Se tomaron combinaciones conformadas por 3 técnicas cada una. La técnica de entrevista fue tomada en ambas combinaciones por ser la más usada en los pequeños proyectos. Fuente: Elaboración propia

Luego de haber establecido las dos combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos para ser evaluadas, se implementó un proyecto de desarrollo de software en el que se aplicaron las combinaciones de las técnicas. A continuación, se explica detalladamente como se llevó a cabo este paso de la investigación.

Con la finalidad de aplicar las combinaciones de técnicas seleccionadas, se realizó el proyecto: Desarrollo de un Sistema Web para mejorar la Gestión de Notas y Asistencias de la Institución Educativa Emanuel.

La institución educativa Emanuel, se encuentra en el centro poblado Pampa Grande que pertenece al distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo. Cuenta con los niveles de inicial y primaria, y hay 5 profesores en cada nivel. Esta institución viene realizando toda la gestión documentaria y todos sus procesos, como gestión de notas, asistencias, matrículas, etc., de manera manual, manejando formatos y archivos físicos. Esta forma de llevar a cabo sus procesos ha generado muchos errores que se traducen en ineficiencia y demora por parte de la institución, es por ello, que esta requiere de la implementación de sistema web que automatice los procesos de notas y asistencias que mejore el flujo de los procesos.

Para cubrir las necesidades de la Institución educativa Emanuel se realizó el proyecto Desarrollo de un Sistema Web para la Gestión de Notas y Asistencias de la Institución Educativa Emanuel, el cuál es un pequeño proyecto de desarrollo de software porque sus procesos son relativamente pequeños y de baja complejidad. Es así, que, se desarrollaron 2 módulos bien diferenciados:

- a. El primer módulo es el de Gestión de Asistencias.
- b. El segundo módulo es el de Gestión de Notas.

En este orden de ideas, para realizar la elicitación de requerimientos del proyecto, se aplicaron las combinaciones de técnicas de elicitación seleccionadas en esta investigación, para que en el contexto de este proyecto sean evaluadas de acuerdo a los resultados que arrojen. A continuación, se explica de qué manera se desarrolló este proceso.

Se han establecido 2 combinaciones de elicitación de requerimientos, además, el proyecto consta de 2 módulos a desarrollar. En consecuencia, se ha creído conveniente en esta investigación desarrollar 1 módulo con cada combinación de técnicas de elicitación de requerimientos, como se ilustra a continuación.

Tabla 19.

Módulos del sistema asociados a las combinaciones de técnicas que se utilizaron para su desarrollo.

	COMBINACIÓN 1: ENTREVISTAS, BRAINSTORMING Y PROTOTIPOS	COMBINACIÓN 2: ENTREVISTAS, SESIONES JAD/RAD Y CASOS DE USO
Módulo 1: Gestión de Asistencias	X	
Módulo 2: Gestión de Notas		X

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver cada combinación de técnicas de elicitación de requerimientos se utilizará tanto para realizar el proceso de elicitación, así como para desarrollar todo el módulo correspondiente.

Desarrollando el proyecto de esta forma, se logra obtener resultados distintos de cada combinación de técnicas de elicitación, dichos resultados pueden ser comparables cuantitativamente al finalizar el proyecto, por lo tanto, se pudo determinar la eficacia de cada combinación de técnicas en este pequeño proyecto de desarrollo de software seleccionado.

Como ya se detalló en el punto anterior, para realizar el proceso de elicitación de requerimientos del módulo de gestión de asistencias, se utilizó la combinación 01 de técnicas: Entrevistas, Brainstorming y Prototipos.

A continuación, se explica cómo se llevó a cabo la elaboración de instrumentos para cada técnica, además de explicar la manera en que se aplicaron las mismas.

La metodología seguida para realizar la técnica de entrevista está dada por la siguiente secuencia de actividades:

Tabla 20.

Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de la entrevista

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Identificar el propósito de la entrevista	La entrevista se realiza con la finalidad de obtener información necesaria sobre la problemática que presenta la institución educativa respecto a la gestión de asistencias de los alumnos. Así mismo, se pretende conocer las necesidades de los involucrados para poder traducirlos en requerimientos
Identificar los stakeholders que se van a entrevistar	Para obtener información precisa y objetiva para el desarrollo del módulo de asistencias, se consideró entrevistar a: Director: Sr. Ericsson Percy Córdova Vásquez Profesores: Plana Docente (5)
Elaborar y preparar la entrevista	La entrevista se elaboró con 10 preguntas abiertas, cada una de las cuáles estuvo orientada a conocer las necesidades de los stakeholders respecto al módulo de asistencias. En el anexo 6.
Realizar la Entrevista	Se entrevistó a los involucrados seleccionados, en las instalaciones de la institución educativa Emanuel.
Documentar los resultados	Los resultados fueron documentados y analizados por el investigador.

Nota: Se describen cada uno de los pasos que implicó el proceso de la entrevista. Fuente: Elaboración propia

La metodología seguida para realizar la técnica de Brainstorming está dada por la siguiente secuencia de actividades:

Tabla 21.

Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de la brainstorming

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Identificar el propósito del brainstorming	La sesión de brainstorming se realizó para generar ideas diversas y conocer diferentes puntos de vista de la problemática y de los objetivos del proyecto, respecto a la gestión de asistencias de los alumnos, se espera poder traducir estas opiniones en requerimientos del sistema web para la institución educativa.
Identificar los stakeholders que van a participar de la sesión de brainstorming	Se consideró a los involucrados que tenían más conocimiento respecto al proyecto, además de los usuarios directos del sistema que van a interactuar con el módulo de asistencias: Director: Sr. Ericsson Percy Córdova Vásquez Profesores: Plana Docente (5)
Preparar el Brainstorming	Para que la sesión fuera productiva, se establecieron algunas reglas para la participación provechosa de todos. Además, se elaboró un formato donde se anotaron los puntos clave a abordar, y las ideas que se generaron se iban alineando. La lista de reglas y el formato se puede visualizar en el anexo 7 Por último se eligió un ambiente adecuado dentro de la institución para realizar el brainstorming.
Generación del brainstorming	Se realizó la sesión de brainstorming en las instalaciones de la institución educativa Emanuel.
Consolidar y documentar los resultados	Los resultados fueron documentados y analizados por el investigador.

Fuente: Elaboración propia

La metodología seguida para realizar la técnica de prototipos está dada por la siguiente secuencia de actividades:

Tabla 22.

Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de prototipos

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Identificar el propósito de los prototipos	Los prototipos se elaboraron con el objetivo de ilustrar gráficamente el sistema, y simular el flujo del funcionamiento del módulo de asistencias, de esta manera los usuarios pueden despejar sus dudas, hacer sugerencias o correcciones para obtener los requerimientos finales del módulo de asistencias.
Identificar los stakeholders con los cuales revisarán los prototipos	Se consideró a los usuarios directos del sistema, específicamente los que estaban en contacto directo con el módulo de asistencias: Director: Sr. Ericsson Percy Córdova Vásquez Profesores: Plana Docente (5)
Establecer el alcance de los prototipos	Los prototipos simulan el logeo al sistema principal, y toda la gestión del módulo de asistencias realizada por el profesor.
Diseñar y Elaborar los prototipos	Los prototipos se elaboraron, teniendo en cuenta las funciones del módulo de asistencias, se empeló para ello el software Balsamiq Mockup. Los prototipos elaborados se pueden ver en el anexo 8
Evaluación del prototipo	Se realizó una sesión de evaluación de los prototipos, en la que participaron analistas y usuarios del sistema. Se registraron las sugerencias y dudas de los usuarios.

Consolidar y documentar los resultados Los resultados fueron documentados y analizados por el investigador.

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber aplicado la primera combinación de técnicas: entrevista, brainstorming y prototipos para realizar la elicitación de requerimientos del módulo de asistencias, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 23.

Requerimientos del módulo de Gestión de Asistencias

Nomenclatura	Requerimiento
R1 - Asistencias	Ingresar al sistema
R2 - Asistencias	Visualizar datos del año escolar (nombre del año, apertura y clausura)
R3 - Asistencias	Visualizar los niveles del año escolar que le pertenecen al docente
R4 - Asistencias	Visualizar los bimestres y sus unidades respectivos al año escolar
R5 - Asistencias	Visualizar los cursos por nivel, grado y sección
R6- Asistencias	Implementar una acción para registrar asistencia por curso en la lista de alumnos asignados a un docente
R7 - Asistencias	listar alumnos por cursos para asignar las asistencias
R8 - Asistencias	Registrar la asistencia de un alumno en un curso, considerar los valores: Asistencia, Tardanza, Falta y Falta Justificada
R9 - Asistencias	Modificar la asistencia de un alumno con respecto a la fecha.
R10 - Asistencias	Visualizar una ventana emergente para confirmar el registro correcto de la asistencia

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, se llevó a cabo el desarrollo del siguiente módulo: módulo de notas, empezando con la elicitación de requerimientos hasta la implementación del sistema, a continuación, se explica todo este proceso.

Para realizar el proceso de elicitación de requerimientos del módulo de gestión de notas, se utilizó la combinación 02 de técnicas: Entrevistas, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso.

En las siguientes líneas, se explica cómo se procedió para la elaboración de instrumentos para cada técnica, además de detallar la manera en que se aplicaron las mismas.

La metodología seguida para realizar la técnica de entrevista es la misma que se aplicó en el módulo de asistencias, de este modo, para este módulo de notas, se procedió de la siguiente manera:

Tabla 24.

Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de la entrevista

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Identificar el propósito de la entrevista	La entrevista se realiza con la finalidad de obtener información necesaria sobre la problemática que presenta la institución educativa respecto a la gestión de notas de los alumnos. Así mismo, se pretende conocer las necesidades de los involucrados para poder traducirlos en requerimientos
Identificar los stakeholders que se van a entrevistar	Para obtener información precisa y objetiva para el desarrollo del módulo gestión de notas, se consideró entrevistar a: Director: Sr. Ericsson Percy Córdova Vásquez Profesores: Plana Docente (5)

Elaborar y preparar la entrevista

La entrevista se elaboró con 10 preguntas abiertas, cada una de las cuáles estuvo orientada a conocer las necesidades de los stakeholders respecto al módulo de gestión de notas. En el anexo 6 se puede visualizar la entrevista elaborada.

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Realizar la Entrevista	Se entrevistó a los involucrados seleccionados, en las instalaciones de la institución educativa Emanuel.
Documentar los resultados	Los resultados fueron documentados y analizados por el investigador.

Fuente: Elaboración propia

La metodología seguida para realizar la técnica JAD/RAD está dada por la siguiente secuencia de actividades:

Tabla 25.

Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de la Sesiones JAD/RAD

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Identificar el propósito de la sesión JAD/RAD	La sesión JAD/RAD se realizó con el fin de capturar las necesidades y posteriormente obtener los requisitos para la elaboración del sistema web solicitado, específicamente del módulo de gestión de notas de los alumnos. Para esto los participantes expondrán sus ideas con gráficos y esquemas.

Identificar los stakeholders que van a participar de la sesión de JAD/RAD

Participaron de estas sesiones los usuarios que manipularán el módulo de gestión de notas de los alumnos, así como el analista desarrollador en el papel de jefe de JAD/RAD.

Director: Sr. Ericsson Percy Córdova Vásquez

Profesores:

ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN

Adaptar la técnica JAD/RAD para el contexto del proyecto

La adaptación de la técnica requirió de entrevistas previas con los participantes para identificar los aportes que podían ofrecer, así, se elaboraron tópicos para ser seguidos durante las sesiones, y al igual que en el brainstorming, se utilizó en un formato de presentación de ideas para que estas estuvieran visibles para todos los participantes, además por cada idea los participantes debían realizar una ilustración simulando el aspecto y funcionalidad del módulo. Estos instrumentos se pueden observar en el anexo 9

Realización de las sesiones JAD/RAD

Se realizó la sesión JAD/RAD en las instalaciones de la institución educativa Emanuel.

Validar y documentar los resultados

Los resultados fueron documentados y analizados por el investigador.

Fuente: Elaboración propia

La metodología seguida para realizar la técnica de Casos de Uso está dada por la siguiente secuencia de actividades:

Tabla 26.

Procedimiento seguido para la elaboración y aplicación de casos de uso

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Identificar el propósito de los casos de uso	Los casos de uso se elaboraron para facilitar la comprensión de la interacción entre actores y sus funciones dentro del sistema, específicamente en el módulo de gestión de notas.
Identificar con los actores que van a interactuar en el sistema - modulo gestión de notas	Se consideró a los usuarios directos del sistema, específicamente los que estaban en contacto directo con el módulo de asistencias: Director: Sr. Ericsson Percy Córdova Vásquez Profesores: Plana Docente (5)

Establecer la jerarquía y funciones de los actores identificados.	Para la elaboración de los casos de uso, se necesita que los actores estén bien diferenciados mediante jerarquías y especificación de sus funciones, tal como se muestra en el anexo 10
Diseñar y Elaborar los casos de uso	Los casos de uso se elaboraron, teniendo en cuenta las funciones del módulo de gestión de notas, se empleó para ello la notación UML para elaborar diagramas de casos de uso, los cuales se pueden ver en el anexo 10
Evaluación de los casos de uso	Se realizó una sesión de evaluación de los casos de uso, en la que participaron analistas y actores del sistema. Se registraron las sugerencias y dudas de los usuarios.
Consolidar y documentar los resultados	Los resultados fueron documentados y analizados por el investigador.

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber aplicado la primera combinación de técnicas: entrevista, sesiones JAD/RAD y casos de uso para realizar la elicitación de requerimientos del módulo de gestión de notas, se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 27.

Requerimientos del módulo de Gestión de Notas

NOMENCLATURA	REQUERIMIENTO
R1 - Notas	Ingresar al sistema

R2 - Notas	Visualizar datos del año escolar (nombre del año, apertura y clausura)
R3 - Notas	Visualizar los niveles del año escolar que le pertenecen al docente
R4 - Notas	Visualizar los bimestres y sus unidades respectivos al año escolar
R5 - Notas	Visualizar los cursos por nivel, grado y sección
R6 - Notas	Visualizar los sub cursos que les pertenecen a los cursos que se le asignaron al docente
R7 - Notas	Implementar una acción para registrar notas por curso en la lista de alumnos asignados a un docente
R8 - Notas	Considerar las pestañas: Notas, Criterios de evaluación, asistencia y puntualidad y Recomendaciones dentro de las notas de un curso
R9 - Notas	Ingresar las notas por cada sub curso y por cada bimestre, teniendo en cuenta que las notas tendrán un rango de fechas para ser ingresadas dentro de la pestaña notas de un curso

NOMENCLATURA

REQUERIMIENTO

R10 - Notas	Ingresar notas por cada criterio establecido y por cada bimestre en la pestaña criterios de evaluación
R11 - Notas	Permitir al docente en la pestaña Asistencia y Puntualidad visualizar la cantidad de asistencia, tardanza o inasistencia que tiene el alumno asignándole una calificación final

R12- Notas Permitir al docente en la pestaña Recomendaciones, ingresar alguna observación sobre el desempeño del alumno por cada bimestre

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se han aplicado las 2 combinaciones de técnicas para obtener los requerimientos de cada módulo del sistema, entonces se adaptó la metodología Scrum para la gestión de los requerimientos del proyecto, dado que Scrum es un marco de desarrollo ágil, permitió gestionar de manera adecuada los tiempos de cada requerimiento obtenido con las técnicas. A continuación, se explica esta cuestión.

Para los fines de la investigación, se requiere controlar los tiempos y costos que conlleva cada requerimiento especificado, así, se realizó un Product Backlog de Scrum, que resume los requerimientos del sistema

Tabla 28.

Product Backlog de los requerimientos

TAREA ID	HISTORIA	PRIORIDAD
H001	Ingresar al sistema	1
H002	Visualizar datos del año escolar (nombre del año, apertura y clausura)	1
H003	Visualizar los niveles del año escolar que le pertenecen al docente	1
H004	Visualizar los bimestres y sus unidades respectivos al año escolar	1
H005	Visualizar los cursos por nivel, grado y sección	1
H006	Implementar una acción para registrar asistencia por curso en la lista de alumnos asignados a un docente	2
H007	listar alumnos por cursos para asignar las asistencias	2

H008	Registrar la asistencia de un alumno en un curso, considerar los valores: Asistencia, Tardanza, Falta y Falta Justificada	2
H009	Modificar la asistencia de un alumno con respecto a la fecha.	2
H010	Visualizar una ventana emergente para confirmar el registro correcto de la asistencia	2
H111	Visualizar los sub cursos que les pertenecen a los cursos que se le asignaron al docente	3
H012	Implementar una acción para registrar notas por curso en la lista de alumnos asignados a un docente	3
H013	Considerar las pestañas: Notas, Criterios de evaluación, asistencia y puntualidad y Recomendaciones dentro de las notas de un curso	3
H014	Ingresar las notas por cada sub curso y por cada bimestre, teniendo en cuenta que las notas tendrán un rango de fechas para ser ingresadas dentro de la pestaña notas de un curso	3
H015	Ingresar notas por cada criterio establecido y por cada bimestre en la pestaña criterios de evaluación	3
H016	Permitir al docente en la pestaña Asistencia y Puntualidad visualizar la cantidad de asistencia, tardanza o inasistencia que tiene el alumno asignándole una calificación final	3

TAREA ID	HISTORIA	PRIORIDAD
H017	Permitir al docente en la pestaña Recomendaciones, ingresar recomendaciones por cada bimestre	3

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber elaborado el Product Backlog, y asignar las prioridades a cada requerimiento especificado, se elaboró 3 Spring Backlog, cada uno de los cuales presenta actividades (requerimientos) priorizadas de acuerdo a la urgencia o necesidad de ser completadas, además se ha realizado una

estimación de tiempo para cada actividad o requerimiento de los Sprign Backlog

Tabla 29.

Spring Backlog 01 elaborado a partir de la priorización asignada a los requerimientos

ID	Historia ID	Historia	Prioridad	Estimación
	H001	Ingresar al sistema	1	3h
	H002	Visualizar datos del año escolar (nombre del año, apertura y clausura)	1	3h
SB01	H003	Visualizar los niveles del año escolar que le pertenecen al docente	1	3h
	H004	Visualizar los bimestres y sus unidades respectivos al año escolar	1	3h
	H005	Visualizar los cursos por nivel, grado y sección	1	4h

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30.

Spring Backlog 02 elaborado a partir de la priorización asignada a los requerimientos

ID	Historia ID	Historia	Prioridad	Estimación
SB02	H006	Implementar una acción para registrar asistencia por curso en	2	3h

		la lista de alumnos asignados a un docente		
H007		listar alumnos por cursos para asignar las asistencias	2	3h
H008		Registrar la asistencia de un alumno en un curso, considerar los valores: Asistencia, Tardanza, Falta y Falta Justificada	2	3h
H009		Modificar la asistencia de un alumno con respecto a la fecha.	2	1h
H010		Visualizar una ventana emergente para confirmar el registro correcto de la asistencia	2	2h

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31.

Spring Backlog 03 elaborado a partir de la priorización asignada a los requerimientos

ID	Historia ID	Historia	Prioridad	Estimación
SB03	H011	Visualizar los sub cursos que les pertenecen a los cursos que se le asignaron al docente	3	2h

H012	Implementar una acción para registrar notas por curso en la lista de alumnos asignados a un docente	3	2h
H013	Considerar las pestañas: Notas, Criterios de evaluación, asistencia y puntualidad y Recomendaciones dentro de las notas de un curso	3	2h
H014	Ingresar las notas por cada sub curso y por cada bimestre, teniendo en cuenta que las notas tendrán un rango de fechas para ser ingresadas dentro de la pestaña notas de un curso	3	3h
H015	Ingresar notas por cada criterio establecido y por cada bimestre en la pestaña criterios de evaluación	3	3h
H016	Permitir al docente en la pestaña Asistencia y Puntualidad visualizar la cantidad de asistencia, tardanza o inasistencia que tiene el alumno asignándole una calificación final.	3	2h
H017	Permitir al docente en la pestaña Recomendaciones, ingresar recomendaciones por cada bimestre	3	2h

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, cuando ya se tuvieron establecidos los Spring Backlog, y las estimaciones finales de tiempo estaban dadas, entonces se empezó a desarrollar el sistema con los dos módulos establecidos. Para el desarrollo del sistema se aplicó la metodología Extreme Programming (XP), la cual hizo posible una coordinación y desarrollo eficientes, a continuación, se explica la manera cómo se aplicó esta metodología en el desarrollo del proyecto.

Para los fines de la investigación, se requiere desarrollar el sistema adecuadamente para cumplir con los tiempos estimados previamente por cada requerimiento, así se realizó primero una planificación y cronograma para esta fase del proyecto.

Aquí se especificaron los roles según XP y se asignó a una persona para que represente dicho rol.

Tabla 32.

Asignación de roles para el desarrollo del sistema según XP

ROL SEGÚN XP	PERSONA	CARGO	DESCRIPCIÓN
Cliente	Ericsson Percy Córdova Vásquez	Director de la I.E. Emanuel	Verifica y aprueba la definición y priorización de los requerimientos (historias de usuario)
Entrenador	Jhosselin Salcedo Vásquez	Jefe de Proyecto	Responsable del normal desarrollo y entrega del Proyecto
Equipo de desarrolladores	Jhosselin Salcedo Vásquez	Programador	Implementa el código y elabora todo el sistema
Encargado del seguimiento	Jhosselin Salcedo Vásquez	Analista	Lleva a cabo el seguimiento durante todo el proyecto.

Nota: Se especifica la persona encargada y se hace una descripción de las funciones del responsable. Fuente: Elaboración propia

Se establecieron 3 iteraciones para el desarrollo del sistema, cada iteración corresponde a un Spring Backlog generado con la metodología Scrum en la primera parte del proyecto. De esta manera, para la estimación de tiempos se tomó la estimación hecha en los Spring. Cada Spring de Scrum pasa a ser una Iteración de XP, y para la estimación de velocidad del proyecto se establecieron una rutina de trabajo diario que se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 33.

Estimación de tiempo y velocidad del desarrollo del sistema.

ITEM	ITERACIÓN 1 – SB01	ITERACIÓN 2 – SB02	ITERACIÓN 3 – SB03
Horas	16	12	16
Horas / día	4	4	4
Días	4	3	4
Historias usuario (requerimientos)	5	5	7

Nota: Se especifica las horas trabajadas por día por cada iteración. Fuente: Elaboración propia

El orden seguido para el desarrollo fue tomado según la priorización de las historias de usuarios (requerimientos). Es decir, las iteraciones se desarrollaron secuencialmente, primero Iteración 1, luego Iteración 2 y por último Iteración 3. A continuación, se muestra el cronograma de actividades de desarrollo del sistema, donde cada actividad es un requerimiento o historia de usuario con su estimación de tiempo respectiva.

	Task Name	Duration	Start	Finish	T	F	S	S
1	Desarrollo de un sistema web para la Gestión de Notas y Asistencias de la Institución Educativa Emanuel	44 hrs?	Mon 04/11/19	Thu 14/11/19				
2	Iteración 1 - SB01 - Mantenimiento y Aspectos Generales	16 hrs?	Mon 04/11/19	Thu 07/11/19				
3	Ingresar al sistema	3 hrs	Mon 04/11/19	Mon 04/11/19				
4	Visualizar datos del año escolar (nombre del año, apertura y clausura)	3 hrs?	Mon 04/11/19	Tue 05/11/19				
5	Visualizar los niveles del año escolar que le pertenecen al docente	3 hrs	Tue 05/11/19	Wed 06/11/19				
6	Visualizar los Bimestres y sus unidades respectivas del año escolar	3 hrs?	Wed 06/11/19	Wed 06/11/19				
7	Visualizar los cursos por grado nivel, grado y sección	4 hrs	Thu 07/11/19	Thu 07/11/19				
8	Iteración 2 - SB02 - Módulo de Gestión de Asistencias	12 hrs?	Fri 08/11/19	Sun 10/11/19				
9	Implementar una acción para registrar asistencia por curso en la lista de alumnos asignados a un docente	3 hrs	Fri 08/11/19	Fri 08/11/19				
10	Listar alumnos por curso para asignar las asistencias	3 hrs?	Fri 08/11/19	Sat 09/11/19				
11	Registrar la asistencia de un alumno en un curso, considerar los valores: Asistencia, Tardanza, Falta y Falta Justificada	3 hrs	Sat 09/11/19	Sun 10/11/19				
12	Modificar la asistencia de un alumno con respecto a la fecha	1 hr	Sun 10/11/19	Sun 10/11/19				
13	Visualizar una ventana emergente para confirmar el registro correcto de la asistencia	2 hrs	Sun 10/11/19	Sun 10/11/19				

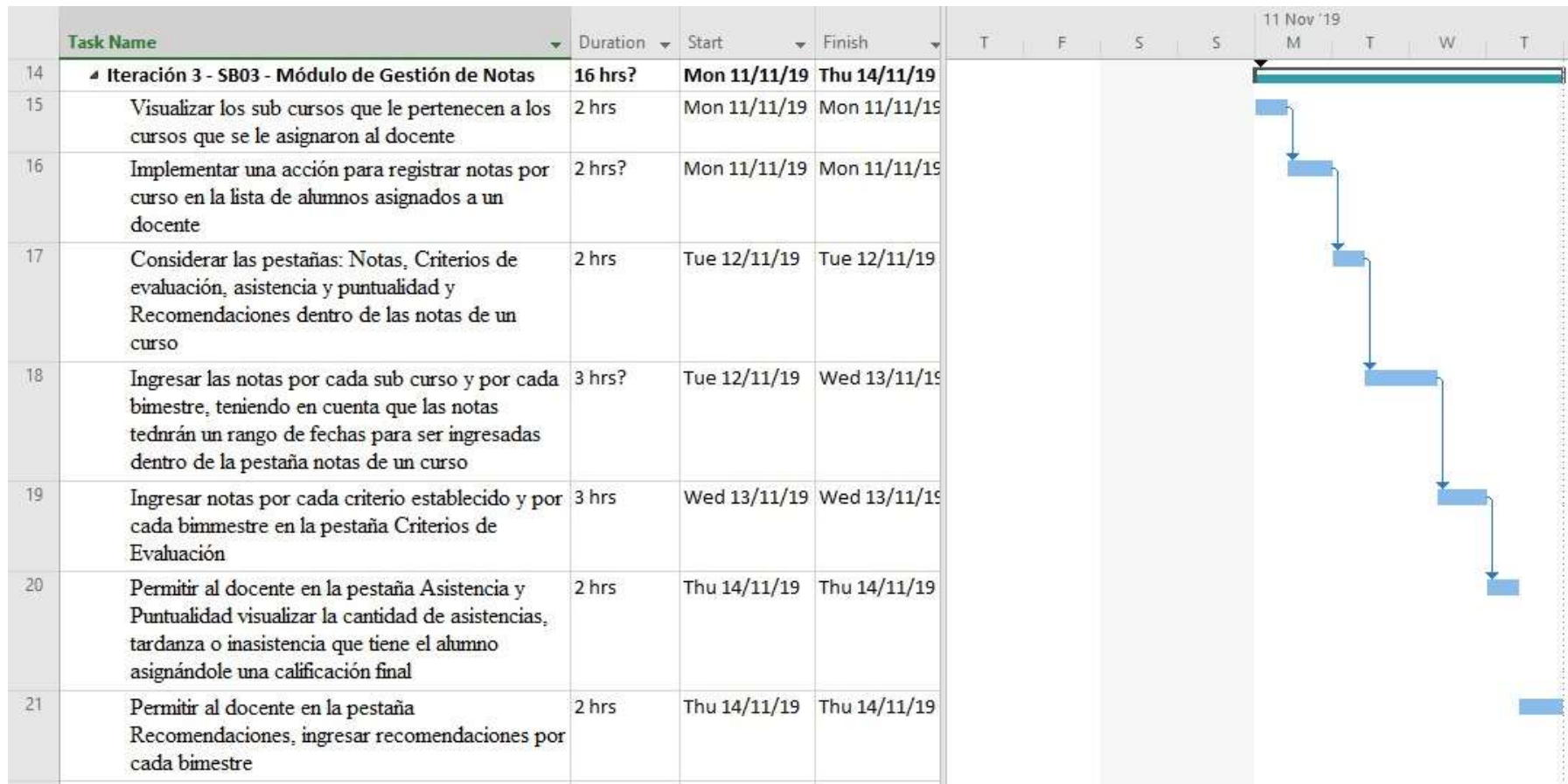


Figura 10: Cronograma de actividades de desarrollo del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el sistema web se desarrolló cumpliendo los tiempos estimados en los requerimientos según el cronograma, y a continuación se muestran las capturas de las principales pantallas del sistema.



PANEL DE CONTROL

Ingrese su Usuario

Ingrese su Clave

INGRESAR

Figura 11. Panel de inicio de sesión para acceder al sistema. Fuente: Elaboración propia

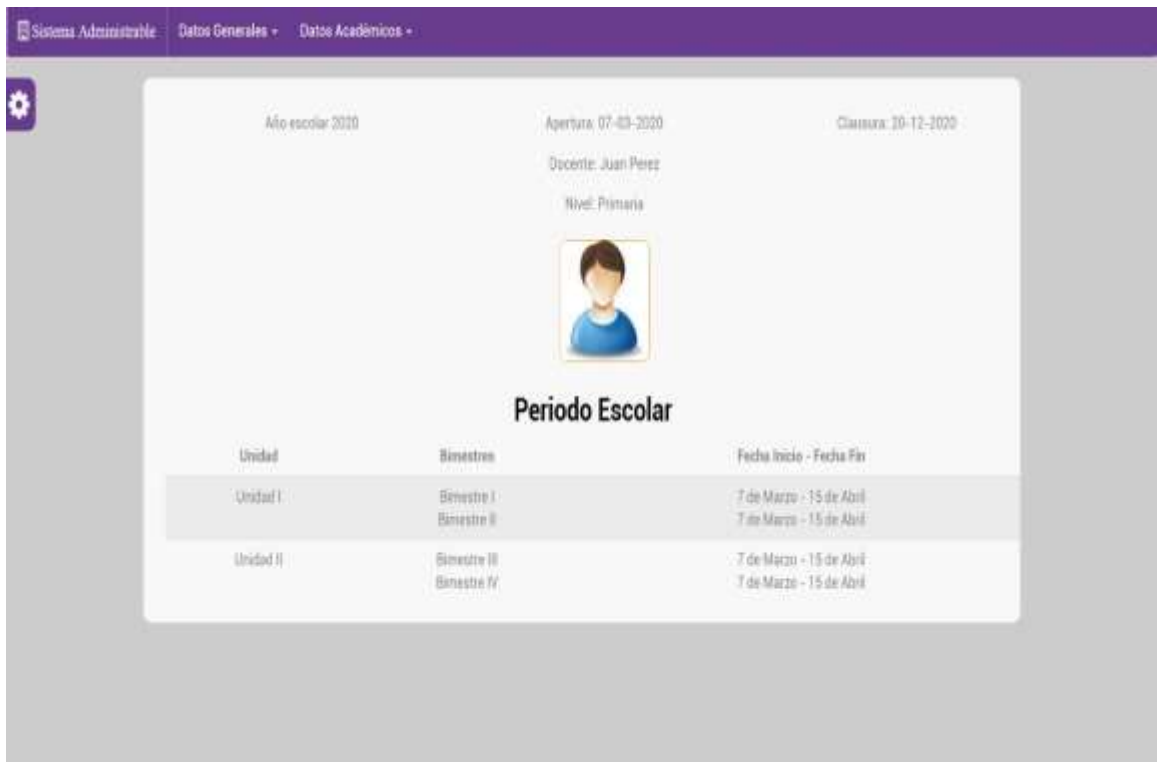


Figura 12. Panel con los datos personales del usuario que accedió al sistema. Fuente: Elaboración propia

The screenshot shows a table titled "Listado de Cursos Asignados - Juan Perez" with the following data:

NOMBRE	NIVEL	GRADO	SECCIÓN	ACCIÓN
CIENCIA Y AMBIENTE	INICIAL	3 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]
CIENCIA Y AMBIENTE	INICIAL	4 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]
CIENCIA Y AMBIENTE	INICIAL	5 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]
COMUNICACIÓN INTEGRAL	INICIAL	3 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]
COMUNICACIÓN INTEGRAL	INICIAL	4 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]
COMUNICACIÓN INTEGRAL	INICIAL	5 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]
LOGICO MATEMATICA	INICIAL	3 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]
LOGICO MATEMATICA	INICIAL	4 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]
LOGICO MATEMATICA	INICIAL	5 AÑOS	SECCIÓN U	[?] [?]

Figura 13. Panel de listado de cursos asignados del usuario que accedió al sistema. Fuente: Elaboración propia

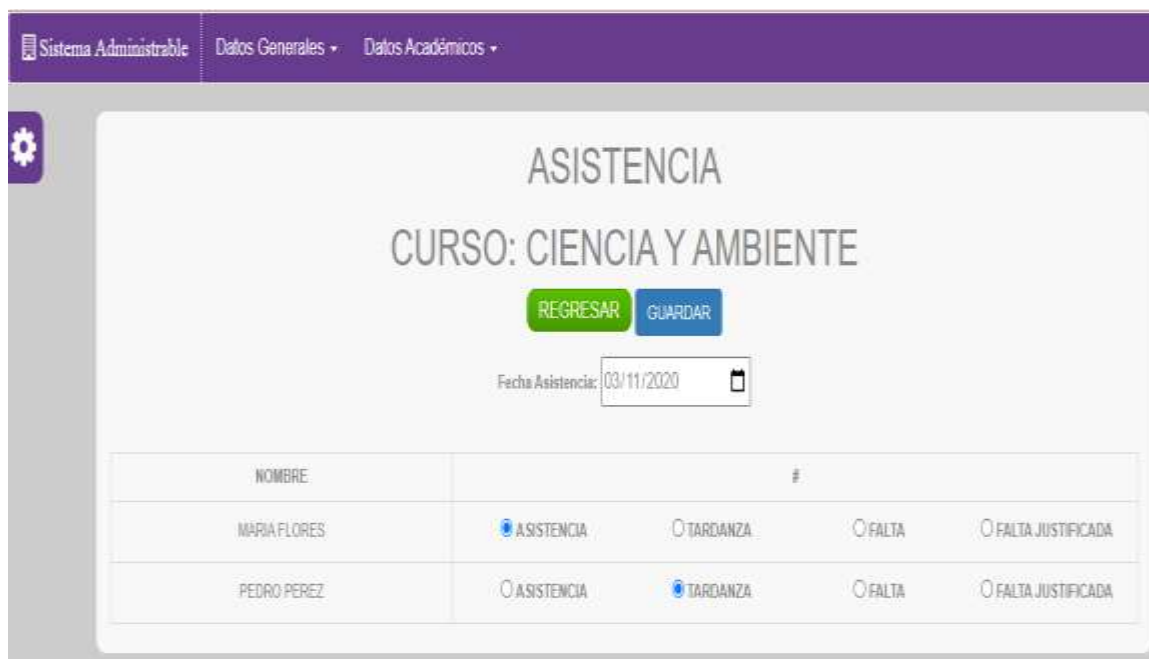


Figura 14. Panel de registro de asistencias por curso. Fuente: Elaboración propia

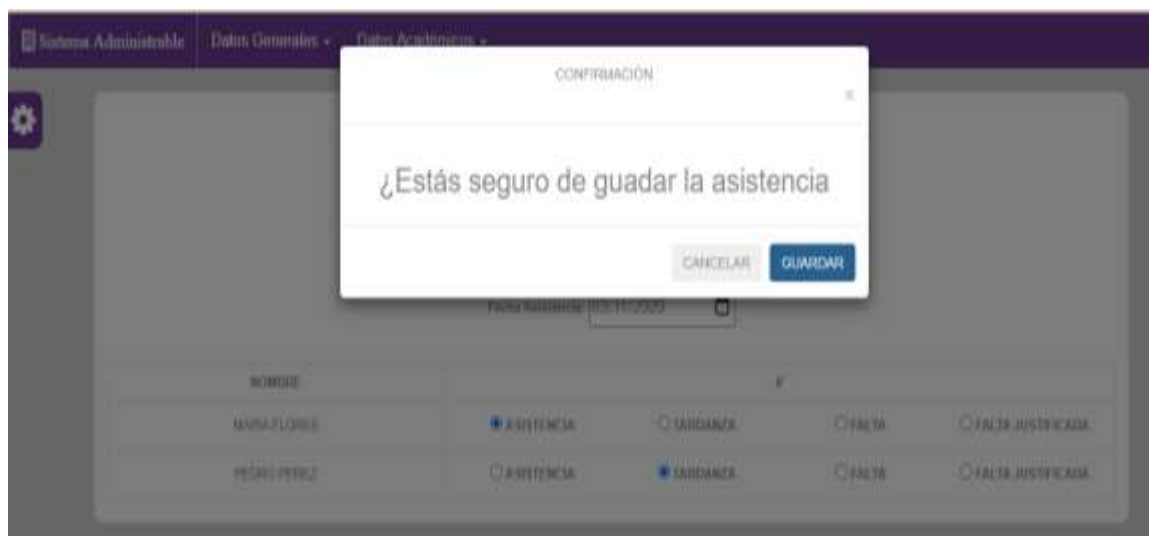


Figura 15. Alerta del sistema para confirmar o cancelar el registro de la asistencia. Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Panel para la asignación de notas de los alumnos. Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Panel de registro de notas por bimestres. Fuente: Elaboración propia

Luego de haber implementado el sistema, se midieron los indicadores establecidos de tiempo y costo para cada combinación de técnicas de elicitación empleadas en el desarrollo del sistema, a continuación, se explica con más detalle.

Evaluaciones de tiempo de cada combinación de técnicas de elicitación
 Para las estimaciones de tiempo que conllevó cada combinación de técnicas de elicitación, se sumaron diferentes estimaciones parciales consideradas en la etapa de elicitación de requerimientos del proyecto.

Por otro lado, para calcular el costo relacionado a cada combinación de técnicas de elicitación, se tomó un costo estimado de S/.25.00 (25 nuevos soles) por hora, para todas las fases del desarrollo del proyecto, de esta manera las evaluaciones de tiempo y costo para cada combinación quedaron determinadas en las siguientes tablas

Combinación 1 de técnicas de elicitación de requerimientos: Entrevista, Brainstorming y prototipos. Se realizó la evaluación del tiempo y costos iniciales aplicando la combinación de técnicas mencionadas anteriormente y está representada en la siguiente tabla:

Tabla 34.

Evaluación de tiempo y costo para los requerimientos iniciales del sistema obtenidos con la combinación 01 de técnicas de elicitación de requerimientos

ÍTEM	ENTREVISTA	BRAINSTORMING	PROTOTIPOS
Tiempo de preparación y elaboración de los instrumentos	1h	1h	3h
Número de Sesiones	1	2	1
Tiempo por sesión	2h	2.30 h	2h
Tiempo de los análisis post sesión	2h	2h	2h
Tiempo total por técnica	5h	8h	7h
Tiempo total por combinación		20h	
Costo X hora		S/. 25.00	
Costo total de la elicitación de requerimientos con la combinación 1 de técnicas		S/. 500.00 soles	

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se evaluó el tiempo y costos adicionales generado por los cambios aplicando la combinación 01 de técnicas de elicitación, esto está representado en la siguiente tabla:

Tabla 35.

Evaluación de tiempo y costo para los requerimientos iniciales del sistema obtenidos con la combinación 01 de técnicas de elicitación de requerimientos

CAMBIOS REQUERIDOS	TIEMPO EN LA FASE ELICITACIÓN (H)	TIEMPO ESTIMADO EN LA FASE DE DESARROLLO (H)	TIEMPO TOTAL ADICIONAL GENERADO POR LOS CAMBIOS	COSTO X HORA (S/.)	COSTO TOTAL DEL CAMBIO
1	2h	3h	5h	S/.25	S/.125

Fuente: Elaboración propia

También se realizó el cálculo del tiempo y costo totales generado por esta combinación de técnicas, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 36.

Cálculo del tiempo y costo totales generado por la combinación de técnicas

TIEMPO INICIAL (H)	TIEMPO GENERADO POR LOS CAMBIOS (H)	TIEMPO TOTAL GENERADO CON LA COMBINACIÓN 01 (H)	COSTO X HORA (S/.)	COSTO TOTAL GENERADO POR LA COMBINACIÓN 01 (SOLES)
20 h	5h	25h	S/.25	S/.625

Fuente: Elaboración propia

Para la combinación 02 de técnicas de elicitación de requerimientos se realizó la evaluación del tiempo y costos totales las cuales se encuentran en la Tabla 37

Tabla 37.

Evaluación del tiempo y costo totales aplicando la combinación 02 de técnicas

	ENTREVISTA	SESIONES JAD/RAD	MODELOS DE CASOS DE USO
Tiempo de preparación y elaboración de los instrumentos (h)	1h	1h	2h
Número de Sesiones	1	2	1
Tiempo por sesión (h)	2h	2h	2h
Tiempo de los análisis post sesión	2h	2h	2h
Tiempo total por técnica	5h	7h	6h
Tiempo total por combinación		18h	
Costo X hora		S/. 25.00	
Costo total de la elicitación de requerimientos con la combinación 1 de técnicas		S/. 450.00 soles	

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se evaluó la calidad de los requerimientos, para ello, se cuestionó a los usuarios del sistema para comprobar si este cubría sus

necesidades expuestas en un principio, a continuación, se detalla esta fase final de evaluación.

Para cumplir con este objetivo, se elaboró una encuesta de 16 preguntas orientada a determinar la satisfacción del usuario de cada módulo frente al sistema implementado.

Las respuestas de los usuarios de cada módulo se organizaron en la siguiente tabla, que se traduce en la satisfacción de los usuarios respecto a cada requerimiento desarrollado con una de las combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos utilizadas:

Tabla 38.

Resultado de la encuesta aplicada para obtener la satisfacción del cliente respecto al sistema desarrollado

COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS.	PREGUNTAS RESPECTO A LA SATISFACCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS FRENTE AL SISTEMA DESARROLLADO.	USUARIOS DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE ASISTENCIAS	USUARIOS DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE NOTAS
Combinación 1: Entrevista, Brainstorming y prototipos	P1: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Logearse al sistema	SI	SI
Y	P2: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Visualizar datos del año escolar (nombre del año, apertura y clausura)	SI	SI
Combinación 2: Entrevista, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso	P3: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Visualizar los niveles del año escolar	SI	SI

COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS.	PREGUNTAS RESPECTO A LA SATISFACCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS FRENTE AL SISTEMA DESARROLLADO.	USUARIOS DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE ASISTENCIAS	USUARIOS DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE NOTAS
	P4: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Visualizar los Bimestres y sus unidades respectivas del año escolar	SI	SI
	P5: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Visualizar los cursos y subcursos por grado y por nivel	SI	SI
	P6: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Visualizar los cursos asignados a los docentes	SI	SI
Combinación 1: Entrevista, Brainstorming y prototipos	P7: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Visualizar los cursos asignados a un docente implementar una acción para registrar asistencia por curso	SI	-
	P8: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Dentro de la opción asistencia de un curso listar en un botón desplegable a todos los alumnos	NO	-

COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS.	PREGUNTAS RESPECTO A LA SATISFACCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS FRENTE AL SISTEMA DESARROLLADO.	USUARIOS DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE ASISTENCIAS	USUARIOS DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE NOTAS
	P9: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Registrar la asistencia de un alumno en un curso, considerar los valores: Asistencia, Tardanza, Falta y Falta Justificada	SI	-
	P10: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: La ventana de asistencia debe ser una ventana emergente	SI	-
Combinación 2: Entrevista, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso	P11: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: En la lista de cursos asignados a un docente implementar una acción para registrar notas por curso	-	SI
	P12: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Dentro de las notas de un curso considerar las pestañas: Notas, Criterios de evaluación, asistencia y puntualidad y Recomendaciones	-	SI

COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS.	PREGUNTAS RESPECTO A LA SATISFACCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS FRENTE AL SISTEMA DESARROLLADO.	USUARIOS DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE ASISTENCIAS	USUARIOS DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE NOTAS
	P13: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: Dentro de la pestaña notas de un curso, disponer de un botón desplegable para seleccionar a un alumno. Además, las notas se colocarán por cada subcurso y por cada bimestre	-	SI
	P14: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: En la pestaña Criterios de evaluación, se colocarán notas por cada criterio establecido y por cada bimestre	-	SI
	P15: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: En la pestaña Asistencia y Puntualidad, se asignará notas por asistencia, tardanza o inasistencia, teniendo en cuenta cada bimestre.	-	SI
	P16: El sistema desarrollado cumple con sus expectativas respecto al requerimiento: En la pestaña Recomendaciones, el docente podrá ingresar recomendaciones por cada bimestre	-	SI

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se contabilizaron las respuestas positivas y negativas, las cuales representan los requerimientos que han cubierto las expectativas de los usuarios, pero ahora se consideraron solo las combinaciones de las técnicas, ya que son estas las que se quieren evaluar. En la tabla siguiente se puede visualizar esta cuestión.

Tabla 39.

Resumen de respuesta de satisfacción del sistema

	NÚMERO DE REQUERIMIENTOS QUE CUMPLEN LAS EXPECTATIVAS DE LOS USUARIOS	NÚMERO DE REQUERIMIENTOS QUE NO CUMPLEN LAS EXPECTATIVAS DE LOS USUARIOS	NÚMERO TOTAL DE REQUERIMIENTOS DESARROLLADOS CON LA COMBINACIÓN
Combinación 1: Entrevista, Brainstorming y prototipos	9	1	10
Combinación 2: Entrevista, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso.	12	0	12

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados de la entrevista, demuestran que con la combinación 1, los usuarios no están satisfechos con uno de los requerimientos implementados. Este hecho generó una sesión de entrevista para elicitación del nuevo requerimiento, así mismo implicó una estimación de tiempo adicional para el desarrollo del cambio del requerimiento, en la siguiente tabla se muestra estas consideraciones.

Tabla 40.

Elicitación y estimación de tiempo de desarrollo del cambio de requerimiento

ACTIVIDADES GENERADAS POR LA INSATISFACCIÓN DEL CLIENTE	OBJETIVO	TIEMPO (H)	SESIONES
Entrevista	Elicitación y especificación del nuevo requerimiento tras el cambio	2h	1
Actividades generadas por la insatisfacción del cliente	Requerimiento original	Requerimiento cambiado	Tiempo adicional estimado para el desarrollo
Cambio del requerimiento	Requerimiento H008: Dentro de la opción asistencia de un curso, listar en un botón desplegable a todos los alumnos	H008 - Cambiado: Dentro de la opción asistencia de un curso, listar en un botón desplegable a todos los alumnos	3h

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

Se concluyó que los indicadores de tiempo, costo y calidad hacen referencia a la reducción de cambios en los proyectos de desarrollo de software, debido a que mientras mayor sea el número de cambios en los requerimientos, estos indicadores se verán afectados.

En este sentido, tras realizar la presente investigación se concluyó que la combinación 2 de técnicas de elicitación conformada por las técnicas de entrevistas, sesiones JAD/RAD y casos de uso, permite reducir significativamente los cambios en los pequeños proyectos de desarrollo de software, puesto que obtuvo una mejor estimación en tiempo, costo y calidad en base a la satisfacción del usuario, con lo cual se rechaza la hipótesis planteada en esta investigación.

a) Tras la revisión exhaustiva de la literatura se elaboró una tabla que contiene una lista de 18 técnicas de elicitación de requerimientos existentes con una breve descripción, autor y año del cual se tomó como referencia para la documentación de cada técnica.

b) Para establecer las combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos, primero, se utilizó un proceso de valoración mediante juicio de expertos, los expertos valoraron las técnicas y se documentaron las que tenían mejor puntuación, para validar este proceso se empleó el método Delphi, el cual requiere de dos iteraciones de valoración. Luego se establecieron las combinaciones con las técnicas que obtuvieron mejor valoración tras el juicio de expertos, quedando como combinación 1 las técnicas: Entrevista., Brainstorming y Prototipos y como combinación 2 las técnicas: Entrevista, Sesiones JAD/RAD y Casos de uso.

c) Se implementó un pequeño proyecto de desarrollo de software: Desarrollo del Sistema Web para gestión de Asistencias y gestión de Notas de la institución educativa Emanuel del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, en la provincia de Chiclayo. Se llevó a cabo el módulo de

gestión de asistencias con la combinación 1 de técnicas de elicitación: Entrevista, Brainstorming y Prototipos y el módulo de gestión de notas se llevó a cabo con la combinación 2 de técnicas de elicitación: Entrevistas, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso.

d) Se determinó el desempeño de tiempo generado por la utilización de cada combinación de técnicas de elicitación, midiendo los tiempos parciales de cada actividad que implicaron las técnicas, además de los tiempos generados por los cambios en los requerimientos en el sistema desarrollado. Reportando para la combinación 1 de técnicas un tiempo total de 25 horas para 10 requerimientos generados en todo el proceso del proyecto, mientras que para la combinación 2 de técnicas se reportó un tiempo total de 18 horas para 12 requerimientos generados en todo el proceso del proyecto. Así mismo el costo generado por la aplicación de la combinación 1 de técnicas fue de 625 soles, frente a los 450 soles de costo que generó la aplicación de la combinación 2 de técnicas de elicitación. Se concluyó que la combinación 2 de técnicas de elicitación conformada por las técnicas de Entrevistas, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso es significativamente más eficaz en cuanto al tiempo y costo que conlleva elicitar y gestionar los cambios de los requerimientos en el pequeño proyecto de software desarrollado.

e) Se evaluó la calidad de los requerimientos obtenidos con cada combinación de técnicas de elicitación, mediante la aplicación de una encuesta de satisfacción del usuario. Se documentó que los requerimientos desarrollados con la primera combinación de técnicas se obtuvo una satisfacción del 90% de los usuarios, generando 1 cambio en 1 requerimiento y a la vez adicionando más tiempo adicional en el proyecto, en cambio, para la combinación 2 de técnicas se reportó una satisfacción del 100% ya que todos los requerimientos desarrollados satisficieron las expectativas del usuario.

4.2. Recomendaciones.

Se concluyó que los indicadores de tiempo, costo y calidad hacen referencia a la reducción de cambios en los proyectos de desarrollo de software, debido a que mientras mayor sea el número de cambios en los requerimientos, estos indicadores se verán afectados.

En este sentido, tras realizar la presente investigación se concluyó que la combinación 2 de técnicas de elicitación conformada por las técnicas de entrevistas, sesiones JAD/RAD y casos de uso, permite reducir significativamente los cambios en los pequeños proyectos de desarrollo de software, puesto que obtuvo una mejor estimación en tiempo, costo y calidad en base a la satisfacción del usuario, con lo cual se rechaza la hipótesis planteada en esta investigación.

a) Tras la revisión exhaustiva de la literatura se elaboró una tabla que contiene una lista de 18 técnicas de elicitación de requerimientos existentes con una breve descripción, autor y año del cual se tomó como referencia para la documentación de cada técnica.

b) Para establecer las combinaciones de técnicas de elicitación de requerimientos, primero, se utilizó un proceso de valoración mediante juicio de expertos, los expertos valoraron las técnicas y se documentaron las que tenían mejor puntuación, para validar este proceso se empleó el método Delphi, el cual requiere de dos iteraciones de valoración. Luego se establecieron las combinaciones con las técnicas que obtuvieron mejor valoración tras el juicio de expertos, quedando como combinación 1 las técnicas: Entrevista., Brainstorming y Prototipos y como combinación 2 las técnicas: Entrevista, Sesiones JAD/RAD y Casos de uso.

c) Se implementó un pequeño proyecto de desarrollo de software: Desarrollo del Sistema Web para gestión de Asistencias y gestión de Notas de la institución educativa Emanuel del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, en la provincia de Chiclayo. Se llevó a cabo el módulo de gestión de asistencias con la combinación 1 de técnicas de elicitación:

Entrevista, Brainstorming y Prototipos y el módulo de gestión de notas se llevó a cabo con la combinación 2 de técnicas de elicitación: Entrevistas, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso.

d) Se determinó el desempeño de tiempo generado por la utilización de cada combinación de técnicas de elicitación, midiendo los tiempos parciales de cada actividad que implicaron las técnicas, además de los tiempos generados por los cambios en los requerimientos en el sistema desarrollado. Reportando para la combinación 1 de técnicas un tiempo total de 25 horas para 10 requerimientos generados en todo el proceso del proyecto, mientras que para la combinación 2 de técnicas se reportó un tiempo total de 18 horas para 12 requerimientos generados en todo el proceso del proyecto. Así mismo el costo generado por la aplicación de la combinación 1 de técnicas fue de 625 soles, frente a los 450 soles de costo que generó la aplicación de la combinación 2 de técnicas de elicitación. Se concluyó que la combinación 2 de técnicas de elicitación conformada por las técnicas de Entrevistas, Sesiones JAD/RAD y Casos de Uso es significativamente más eficaz en cuanto al tiempo y costo que conlleva elicitar y gestionar los cambios de los requerimientos en el pequeño proyecto de software desarrollado.

e) Se evaluó la calidad de los requerimientos obtenidos con cada combinación de técnicas de elicitación, mediante la aplicación de una encuesta de satisfacción del usuario. Se documentó que los requerimientos desarrollados con la primera combinación de técnicas se obtuvo una satisfacción del 90% de los usuarios, generando 1 cambio en 1 requerimiento y a la vez adicionando más tiempo adicional en el proyecto, en cambio, para la combinación 2 de técnicas se reportó una satisfacción del 100% ya que todos los requerimientos desarrollados satisficieron las expectativas del usuario.

REFERENCIAS.

- Alarcón, A., & Gonzales, J. (2011). *Guía para pymes desarrolladoras ISO / IEC 15504*. (34), 285–313.
- Albornoz, P., Bastian, E., & Failla, F. (2002). *Tecnologías de la Información en la Pequeña y Mediana Empresa y el papel del Estado*.
- Aldave, A., Vara, J. M., Granada, D., & Marcos, E. (2019). Leveraging creativity in requirements elicitation within agile software development: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 157, 110396.
- Arias, M. (2005). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. *InterSedes*, 6(10).
- Bano, M., Zowghi, D., Ferrari, A., Spoletini, P., & Donati, B. (2019). Teaching requirements elicitation interviews: an empirical study of learning from mistakes. *Requirements Engineering*, 24(3), 259–289.
- Beck, K. (1999). Extreme programming. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 24(6), 1.
- Boehm, B. (1983). Software engineering economics. *Software Management, Seventh Edition*, 203–225.
- Cardona, F. A., & Castaño, J. W. (2015). Técnicas utilizadas para la toma y elicitación de requerimientos en la ingeniería del software (Vol. 151). UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- Carrizo, D., Dieste, O., & Juristo, N. (2017). Contextual attributes impacting the effectiveness of requirements elicitation Techniques: Mapping theoretical and empirical research. *Information and Software Technology*, 92, 194–221.
- Cueva, I. S., & Sucunuta, I. M. (2014). *Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica Sección Ingeniería del Software y Gestión de Tecnologías de la Información Ingeniería de Requisitos Autores: UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA*.

- Dar, H., Lali, M. I., Ashraf, H., Ramzan, M., Amjad, T., & Shahzad, B. (2018). A Systematic Study on Software Requirements Elicitation Techniques and its Challenges in Mobile Application Development. *IEEE Access*, 6, 63859–63867.
- Garlan, D., & Shaw, M. (1994). An Introduction to Software Architecture. *Physical Review B - Condensed Matter and Materials Physics*, 59(1), 468–473.
- Gil, G. D. (2002). Herramienta Para Implementar Lel Y Escenarios (Tils). [Http://Postgrado.Info.Unlp.Edu.Ar/Carreras/Magisters/Ingenieria_de_Software/Tesis/Gil_Gustavo.Pdf](http://Postgrado.Info.Unlp.Edu.Ar/Carreras/Magisters/Ingenieria_de_Software/Tesis/Gil_Gustavo.Pdf).
- Gómez, M. (2011). *Material Didáctico Notas Del Curso* (Primera ed). Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana, Cuajimalpa.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1990). IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. *Office*, 121990(1), 1.
- ISO/IEC/IEEE. (2017). ISO/IEC/IEEE 12207:2017. *Systems and Software Engineering*.
- Jayatilleke, S., & Lai, R. (2018). A systematic review of requirements change management. *Information and Software Technology*, 93, 163–185.
- Lim, T.-Y., Chua, F.-F., & Tajuddin, B. B. (2018). Elicitation Techniques for Internet of Things Applications Requirements. *Proceedings of the 2018 VII International Conference on Network, Communication and Computing - ICNCC 2018*, 182–188. New York, New York, USA: ACM Press.
- Loisa, H. E. (2014). *Reducción de la volatilidad de requerimientos en proyectos de desarrollo de Software*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN.
- Loucopoulos, P. (1995). System Requirements Engineering Process. *INCOSE International Symposium*, 6(1), 442–446.
- McConnell, E. (1997). *Desarrollo y Gestión de Proyectos informáticos* (Pimera Edi). España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
- Mercado, N., Puerta, E., & Pérez, H. (2017). *Aplicación del método Delphi para*

establecer un modelo conceptual de estimación de costos de software.

Meyer, B. (1994). Object-oriented software construction at ALS. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A*, 352(1–2), 379–382.

Oliveros, A., & Antonelli, R. L. (2015). Técnicas de elicitación de requerimientos. *XXI Congreso Argentino de Ciencias de La Computación (Junín, 2015)*.

Parnas, D. L. (2011). Software engineering: Multi-person development of multi-version programs. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6875 LNCS, 413–427.

Poth, A., & Riel, A. (2020). Quality Requirements Elicitation by Ideation of Product Quality Risks with Design Thinking. *2020 IEEE 28th International Requirements Engineering Conference (RE), 2020-Augus*, 238–249. IEEE.

Pressman, R. (2010). *Ingeniería Del Software I* (Tercera Ed). Mexico: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES.

Rafiq, U., Bajwa, S. S., Wang, X., & Lunesu, I. (2017). Requirements elicitation techniques applied in software startups. *Proceedings - 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2017*, 141–144.

Reguant, M., & Torrado, M. (2016). El método Delphi. *REIRE. Revista d'Innovación Recerca En Educació*, 9(9 (1)), 0–2.

Saeeda, H., Dong, J., Wang, Y., & Abid, M. A. (2020). A proposed framework for improved software requirements elicitation process in SCRUM: Implementation by a real-life Norway-based IT project. *Journal of Software: Evolution and Process*, 32(7), 1–24.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). The Scrum Guide: The Definitive The Rules of the Game. *Scrum.Org and ScrumInc*, (November), 19.

Serna, M. E. (2012). Analysis and selection to requirements elicitation techniques.

2012 7th Colombian Computing Congress (CCC), 1–7. IEEE.

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software* (9 edición). Mexico: Pearson Education, Inc.

Sommerville, I. (2016). Software engineering (10th edition). In *Pearson Education Limited*. Mexico.

Soto y Gonzales. (2010). *Problemática de los proyectos de software*.

Standish Group. (2014). The Standish Group Report CHAOS. *American Journal of Hypertension*, 14(11), A47.

Standish Group. (2015). *Chaos manifesto 2015*. The Standish Group International, Incorporated. Retrieved from <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>.

Stevens, P., & Pooley, R. (2006). *Using UML. Software Engineering with Objects and Components*.

Tiwari, S., & Rathore, S. S. (2017). *A Methodology for the Selection of Requirement Elicitation Techniques*.

ANEXOS

Anexo 1.Resolución de aprobación del proyecto de investigación	126
Anexo 2.Carta de aceptación de la institución para la recolección de datos.	127
Anexo 3.Instrumentos de recolección de datos, con su respectiva validación de los instrumentos.	128
Anexo 4. Instrumento para los expertos mediante el método Delphi.....	133
Anexo 5.Métricas de tiempo, costo y calidad	140
Anexo 6. Instrumento para determinar las combinaciones más adecuadas de las técnicas de acuerdo a las características identificadas	141
Anexo 7.Perfiles de los expertos- método Delphi.	144
Anexo 8. Envío de correos a los expertos	147
Anexo 9.Preguntas para realizar las entrevistas para los módulos de asistencia y notas.	150
Anexo 10.Reglas para la Sesión de Brainstorming.....	151
Anexo 11.Prototipos del sistema: módulo de asistencias.....	152
Anexo 12.Tópicos para la guía de las sesiones JAD/RAD.....	156
Anexo 13.Diagramas UML para el módulo de gestión de notas	157

Anexo 1. Resolución de aprobación del proyecto de investigación



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

RESOLUCIÓN N° 1858-2019/FIAU-USS

Chiclayo, 09 de diciembre de 2019

VISTO:

El Acta de Reunión N° S/N de fecha 09 de diciembre de 2019, del Comité Evaluador de la Escuela Académico-Profesional de **INGENIERÍA DE SISTEMAS**, donde se propone la aprobación de la modificación de título de la tesis presentada por el(los) tesista(s) **SALCEDO VÁSQUEZ JHOSELIN LARITZA**; y

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a la letra dice: *"La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas."*

Que, mediante Resolución de Facultad N° 0076-2019/FIAU-USS de fecha 04 de febrero de 2019 se aprobó el Proyecto de Tesis titulado **"EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS EN FÁBRICAS DE SOFTWARE"**, presentado por el(los) tesista(s) **SALCEDO VÁSQUEZ JHOSELIN LARITZA**;

Que, es necesario facilitar el adecuado desarrollo de las Tesis aprobadas con la finalidad de dar continuidad al proceso de investigación; y

Estando a lo expuesto, en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: APROBAR la modificación de título de la Tesis denominada: **"EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS EN FÁBRICAS DE SOFTWARE"**, por el siguiente: **"EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS PARA LOGRAR LA EFICACIA DE PEQUEÑOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE"**, presentada por el(los) tesista(s) **SALCEDO VÁSQUEZ JHOSELIN LARITZA**, de la Escuela Académico-Profesional de **INGENIERÍA DE SISTEMAS**.

ARTÍCULO 2°: MODIFICAR la Resolución de Asesor Especialista N° 0075-2019/FIAU-USS de fecha 04 de febrero de 2019 y Resolución de Aprobación de Proyecto N° 0076-2019/FIAU-USS de fecha 04 de febrero de 2019, en el extremo que dice: **"EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS EN FÁBRICAS DE SOFTWARE"**, por lo siguiente: **"EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS PARA LOGRAR LA EFICACIA DE PEQUEÑOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE"**.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE


Dr. Andrés Alberto Ruiz Gómez
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
ARQUITECTURA Y URBANISMO


UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
Mg. Luis Roberto Torres Colchado
D.E. ANGELO FACULTAD DE INGENIERÍA
ARQUITECTURA Y URBANISMO

ADMISIÓN E INFORMES
074 481610 - 074 481632
CAMPUS USS
Cz. CPOTI, Interoceano, Archivo
Km. 5, carretera a Pimentel
Chiclayo, Perú

www.uss.edu.pe

Anexo 2. Carta de aceptación de la institución para la recolección de datos.

MODELO DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Pampa Grande, Julio de 2020

Quien suscribe: Sr. Ericsson Percy Córdova Vásquez – I.E.P "Emanuel II"

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: Evaluación de técnicas de elicitación de requerimientos para lograr la eficacia de pequeños proyectos de desarrollo de software.

Por el presente, el que suscribe, señor Ericsson Percy Córdova Vásquez, representante legal de la empresa: I.E.P "Emanuel II", AUTORIZO al alumna: Jhosselin Laritza Salcedo Vasquez identificado con DNI N°72252497, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería de sistemas , y autor del trabajo de investigación denominado: Evaluación de técnicas de elicitación de requerimientos para lograr la eficacia de pequeños proyectos de desarrollo de software, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de pregrado, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



Ericsson Percy Córdova Vásquez
DNI: 41060962
Promotor


Giovanny Maribel Silva Villegas
DNI: 16749891
Representante Legal

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos, con su respectiva validación de los instrumentos.

Combinación de Técnicas de Elicitación de Requerimientos

Este instrumento sirve para establecer las combinaciones más adecuadas de las técnicas de elicitación de requerimientos en base a las características de los pequeños proyectos de desarrollo de software.

El procedimiento que se sigue para tal evaluación es el siguiente:

1. Se proporcionan dos tablas que contienen las técnicas de elicitación de requerimientos. Según las investigaciones que se documentaron, en la primera tabla se muestran las técnicas clasificadas por categorías, y en la segunda se muestran las técnicas especificadas por situaciones o contexto del proyecto.
2. Se proporciona un listado de las características de los pequeños proyectos de software en base a las cuales se calificarán las técnicas de elicitación de requerimientos.
3. Se proporciona una escala de valoración de las técnicas de elicitación de requerimientos. Para asignar la puntuación se debe calificar con 0, 1, 3 o 5, tomando en cuenta el logro de cada técnica en la característica evaluada.
4. Luego se mostrará un formato elaborado para la calificación de las técnicas de elicitación, en el cual se asignará una puntuación de cada técnica frente a cada característica, según la escala de valoración referida.

Todas las tablas que se han considerado, se muestran a continuación

Identificación de las técnicas de elicitación de requerimientos clasificadas por categorías:

CATEGORIAS DE LAS TÉCNICA DE ELICITACIÓN				
TÉCNICAS TRADICIONALES	TÉCNICAS GRUPALES O DE COLABORACIÓN	TÉCNICAS ORIENTADAS POR MODELOS	TÉCNICAS COGNITIVAS	TÉCNICAS CONTEXTUALES
Encuesta (a través de cuestionarios), Entrevistas, Análisis de Documentos	Brainstorming, Focus Group, Sesiones RAD/JAD, Workshop, Story Boarding	Prototipos, Métodos basados en Objetivos, Métodos basados en Escenarios, Modelos de casos de uso	Laddering, Cart Sorting, Renository Grid, Análisis de Protocolos	Métodos Etnográficos/Análisis sociales, CAJUSSEVALUATE

Técnicas de elicitación de requerimientos según las situaciones o contexto del proyecto

SITUACION DE LAS TÉCNICA DE ELICITACIÓN			
MEDIACIÓN CONVERSACIONAL	MEDIACIÓN OBSERVACIONAL	MEDIACIÓN ANALÍTICA	MEDIACIÓN SINTÉTICA
Workshops, Focus Group, Brainstorming	Observación, estudios etnográficos/análisis sociales, análisis de protocolos	Reusar Requisitos, Análisis de Documentos, Laddering, Cards Sorting, Repository Grid	Escenarios, Prototipos, Sesiones JAD/RAD, Encuesta Contextual, Modelos de Casos de Uso

Identificación de las características y problemas de los pequeños proyectos de software

ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS Y/O PROBLEMAS
Usuarios	Falta de Participación y Compromiso
	Temor del uso de la Tecnología
	Estancamiento en el trabajo Tradicional
	Coordinación inadecuada
	Falta de Conocimiento y Experiencia técnicos
Analistas	No saben exactamente lo que quieren
	Falta de comprensión del alcance del proyecto
	Falta de Conocimiento del Core del negocio
Contexto del Proyecto	Proyectos de mediana complejidad
	Fuente de los requisitos: Seres Humanos

Escala de valoración de las técnicas de elicitación de requerimientos.

ESCALA DE VALORACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ELICITACIÓN	NIVELES DE EVALUACIÓN	DEFINICIÓN	ESCALA PORCENTUAL
0	No conseguido	Hay poco o ningún logro de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto	0-15% logrado
1	Conseguido Parcialmente	Existe algún logro de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto. Algunos aspectos para el logro pueden ser impredecibles.	15-50% logrado
3	Conseguido en Gran Parte	Existen un logro significativo de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto. Pueden existir algunas debilidades relacionadas con la técnica en el proceso de evaluación	50-85% logrado
5	Conseguido Totalmente	Hay un logro completo y sistemático de la técnica definida sobre la característica valuada del proyecto. No existen debilidades significativas relacionadas con esta técnica en el proceso de evaluación	85-100% logrado

Formato elaborado para la valoración de las técnicas de elicitación de requerimientos con base a las características identificadas. Ingrese una valoración de 0, 1, 3 o 5 (tome en cuenta la tabla anterior) y un comentario (opcional) por cada técnica según su experiencia.

TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS, DE ACUERDO A LAS SITUACIONES DE MEDIACIÓN	CARACTERÍSTICAS DE LOS PEQUEÑOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE										COMENTARIO (Opcional)
	Usuarios					Analistas		Contexto del Proyecto			
	Falta de Participación y Compromiso	Temor del uso de la Tecnología	Estancamiento en el trabajo Tradicional	Coordinación inadecuada	Falta de Conocimiento y Experiencia técnicos	No saben exactamente lo que quieren	Falta de comprensión del alcance del proyecto	Falta de Conocimiento del Core del negocio	Proyectos de mediana complejidad	Fuente de los requisitos: Seres Humanos	
ENTREVISTA											
ENCUESTA											
WORKSHOP											
FOCUS GROUP											
BRAINSTORMING											
OBSERVACION											
ESTUDIOS ETNOGRÁFICOS/ ANÁLISIS SOCIAL											
ANÁLISIS DE DOCUMENTOS											
LADDERING											
CARTS SORTING											
STORY BOARD											
REPORTORY GRIDS											
ESCENARIOS											
PROTOTIPOS											
SESIONES JAR/RAD											
MODELOS DE CASO DE USO											

TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Bravo Ruiz Jaime Arturo.

Título y/o grado académico: Magister.

Institución: Universidad señor de Sipán

Nombre del instrumento – motivo de evaluación: Ficha de registro – establecer técnicas de elicitación más adecuadas

Título de investigación: Evaluación de técnicas de e licitación de requerimientos para lograr la eficacia de pequeños proyectos de desarrollo de software

Autor: Jhosselin Laritza Salcedo Vásquez

Fecha: 23/10/19

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 0-20%	REGULAR 21-50%	BUENO 51-70%	MUY BUENO 71-80%	EXCELENTE 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					100%
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.					100%
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance de la ciencia y tecnología.					100%
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					100%
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					100%
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					100%
COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					100%
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					100%
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					100%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						100%


 Firma del experto

Anexo 4. Instrumento para los expertos mediante el método Delphi

Combinación de Técnicas de Elicitación de Requerimientos

Este instrumento sirve para establecer las combinaciones más adecuadas de las técnicas de elicitación de requerimientos en base a las características de los pequeños proyectos de desarrollo de software.

El procedimiento que se sigue para tal evaluación es el siguiente:

1. Se proporcionan dos tablas que contienen las técnicas de elicitación de requerimientos. Según las investigaciones que se documentaron, en la primera tabla se muestran las técnicas clasificadas por categorías, y en la segunda se muestran las técnicas especificadas por situaciones o contexto del proyecto.
2. Se proporciona un listado de las características de los pequeños proyectos de software en base a las cuales se calificarán las técnicas de elicitación de requerimientos.
3. Se proporciona una escala de valoración de las técnicas de elicitación de requerimientos. Para asignar la puntuación se debe calificar con 0, 1, 3 o 5, tomando en cuenta el logro de cada técnica en la característica evaluada,
4. Luego se mostrará un formato elaborado para la calificación de las técnicas de elicitación, en el cual se asignará una puntuación de cada técnica frente a cada característica, según la escala de valoración referida.

Todas las tablas que se han considerado, se muestran a continuación

CATEGORIAS DE LAS TÉCNICA DE ELICITACIÓN				
TÉCNICAS TRADICIONALES	TÉCNICAS GRUPALES O DE COLABORACIÓN	TÉCNICAS ORIENTADAS POR MODELOS	TÉCNICAS COGNITIVAS	TÉCNICAS CONTEXTUALES
Encuesta (a través de cuestionarios), Entrevistas, Análisis de Documentos	Brainstorming, Focus Group, Sesiones RAD/JAD, Workshop, Story Boarding	Prototipos, Métodos basados en Objetivos, Métodos basados en Escenarios, Modelos de casos de uso	Laddering, Cart Sorting, Repository Grid, Análisis de Protocolos	Métodos Etnográficos/Análisis sociales, Observación.

Identificación de las técnicas de elicitación de requerimientos clasificadas por categorías.

Técnicas de elicitación de requerimientos según las situaciones o contexto del proyecto

SITUACION DE LAS TÉCNICA DE ELICITACIÓN			
MEDIACIÓN CONVERSACIONAL	MEDIACIÓN OBSERVACIONAL	MEDIACIÓN ANALÍTICA	MEDIACIÓN SINTÉTICA
Workshops, Focus Group, Brainstorming	Observación, estudios etnográficos/análisis sociales, análisis de protocolos	Reusar Requisitos, Análisis de Documentos, Laddering, Carts Sorting, Repository Grid	Escenarios Prototipos Sesiones JAD/RAD Encuesta Contextual Modelos de Casos de Uso

Identificación de las características y problemas de los pequeños proyectos de software

ENFOQUE	CARACTERÍSTICAS Y/O PROBLEMAS
Usuarios	Falta de Participación y Compromiso
	Temor del uso de la Tecnología
	Estancamiento en el trabajo Tradicional
	Coordinación inadecuada
	Falta de Conocimiento y Experiencia técnicos
	No saben exactamente lo que quieren
Analistas	Falta de comprensión del alcance del proyecto
	Falta de Conocimiento del Core del negocio
Contexto del Proyecto	Proyectos de mediana complejidad
	Fuente de los requisitos: Seres Humanos

Escala de valoración de las técnicas de elicitación de requerimientos.

ESCALA DE VALORACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ELICITACIÓN	NIVELES DE EVALUACIÓN	DEFINICIÓN	ESCALA PORCENTUAL
0	No conseguido	Hay poco o ningún logro de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto	0-15% logrado
1	Conseguido Parcialmente	Existe algún logro de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto. Algunos aspectos para el logro pueden ser impredecibles.	15-50% logrado
3	Conseguido en Gran Parte	Existen un logro significativo de la técnica definida en la característica evaluada del proyecto. Pueden existir algunas debilidades relacionadas con la técnica en el proceso de evaluación	50-85% logrado
5	Conseguido Totalmente	Hay un logro completo y sistemático de la técnica definida sobre la característica valuada del proyecto. No existen debilidades significativas relacionadas con esta técnica en el proceso de evaluación	85-100% logrado

Formato elaborado para la valoración de las técnicas de elicitación de requerimientos con base a las características identificadas. Ingrese una valoración de 0, 1, 3 o 5 (tome en cuenta la tabla anterior) y un comentario (opcional) por cada técnica según su experiencia.

CARÁCTERÍSTICAS DE LOS PEQUEÑOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE											
TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS, DE ACUERDO A LAS SITUACIONES DE MEDIACIÓN	Usuarios						Analistas		Contexto del Proyecto		COMENTARIO (Opcional)
	Falta de Participación y Compromiso	Temor del uso de la Tecnología	Estancamiento en el trabajo Tradicional	Coordinación inadecuada	Falta de Conocimiento y Experiencia técnicos	No saben exactamente lo que quieren	Falta de comprensión del alcance del proyecto	Falta de Conocimiento del Core del negocio	Proyectos de mediana complejidad	Fuente de los requisitos: Seres Humanos	
ENTREVISTA											
ENCUESTA											
WORKSHOP											
FOCUS GROUP											

BRAINSTORMING											
OBSERVACION											
ESTUDIOS ETNOGRÁFICOS/ ANÁLISIS SOCIAL											
ANÁLISIS DE DOCUMENTOS											
LADDERING											
CARTS SORTING											
STORY BOARD											
REPOSITOR Y GRIDS											
ESCENARIOS											

PROTOTIPOS											
SESIONES JAR/RAD											
MODELOS DE CASO DE USO											

Anexo 5. Métricas de tiempo, costo y calidad

Item	Entrevista	Brainstorming	Prototipos
Tiempo de preparación y elaboración de los instrumentos (h)			
Número de Sesiones			
Tiempo por sesión (h)			
Tiempo de los análisis post sesión			
Tiempo total por técnica			
Tiempo total por combinación			
Costo X hora			
Costo total de la elicitación de requerimientos con la combinación 1 de técnicas			

Anexo 6. Instrumento para determinar las combinaciones más adecuadas de las técnicas de acuerdo a las características identificadas

CARÁCTERÍSTICAS DE LOS PEQUEÑOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE											
TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS, DE ACUERDO A LAS SITUACIONES DE MEDIACIÓN	Usuarios						Analistas		Contexto del Proyecto		COMENTARIO (Opcional)
	Falta de Participación y Compromiso	Temor del uso de la Tecnología	Estancamiento en el trabajo Tradicional	Coordinación inadecuada	Falta de Conocimiento y Experiencia técnicos	No saben exactamente lo que quieren	Falta de comprensión del alcance del proyecto	Falta de Conocimiento del Core del negocio	Proyectos de mediana complejidad	Fuente de los requisitos: Seres Humanos	
ENTREVISTA											
ENCUESTA											
WORKSHOP											

FOCUS GROUP											
BRAINSTORMING											
OBSERVACION											
ESTUDIOS ETNOGRÁFICOS/ ANÁLISIS SOCIAL											
ANÁLISIS DE DOCUMENTOS											
LADDERING											
CARTS SORTING											

STORY BOARD											
REPOSITOR Y GRIDS											
ESCENARIOS											
PROTOTIPOS											
SESIONES JAR/RAD											
MODELOS DE CASO DE USO											

Anexo 7.Perfiles de los expertos- método Delphi.

EVALUADOR 01

	<p>MG. CHIRINOS MUNDACA CARLOS ALBERTO</p> <p>Ingeniero Informático y de Sistemas. Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Computación y Sistemas de la Universidad Privada Antenor Orrego. Maestro en Ciencias con Mención en Informática y Sistemas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. Estudios de Doctorado en Administración de la Educación (Universidad Cesar Vallejo); de Maestría en Ingeniería de Sistemas con Mención en Administración de Sistemas de Información (UNAM de México y UCV de Trujillo); de Maestría en Ingeniería de Sistemas con Mención en Sistemas de Información (Universidad Privada Antenor Orrego). Estudios de Segunda Especialidad en Ingeniería Web y Proyectos de Inversión (Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo); de Tecnologías de la Información y la Comunicación Aplicadas al Proceso de Enseñanza Aprendizaje (Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo). Especialización en Control Interno Para Tecnologías de Información COBIT por la Contraloría General de la República del Perú, Escuela Nacional de Control.</p> <p>EXPERIENCIA DOCENTE UNIVERSITARIA: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Universidad Tecnológica del Perú, Universidad de San Martín de Porres, Universidad Señor de Sipan, Universidad Particular de Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Universidad Alas Peruanas, Universidad Nuestra Señora de la Paz. Auditor y Perito (REPEJ) Poder Judicial, Ministerio Público - Fiscalía de la Nación.</p> <p>PUBLICACIONES: http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/188 http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/188</p>
--	---

EVALUADOR 02

	<p>ING. FUENTES ADRIANZÉN DENNY JOHN Informático y de Sistemas. Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Computación y Sistemas de la Universidad Privada Antenor Orrego. Docente Universitario Escuela Profesional de Ingeniería en Computación e Informática Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo</p> <p>EXPERIENCIA DOCENTE UNIVERSITARIA: Universidad de San Martín de Porres, Universidad César Vallejo, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Universidad Señor de Sipán, Universidad Alas Peruanas, Universidad Particular de Chiclayo</p> <p>EXPERIENCIA LABORAL: GLOBAL BUSINESS AMERICAN S.A.C. IMPORT & EXPORT SAN IGNACIO S.A.C. LUCKY CAR IMPORT SRLTDA C E O P BUSINESS COMP S.R.L. TURISMO ADRIANZEN S.R.LTDA.</p> <p>PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN: Plataformas Colaborativas para Apoyar la Labor Académica y de Investigación en docentes de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - 2018.</p> <p>Modelo de Gestión de Procesos para la Mejora del Desarrollo de Software ERP - PYMES en la Empresa Red Chiroque EIRL.</p>
--	--

EVALUADOR 03



MG. CACHAY MACO JUNIOR EUGENIO

Informático y de Sistemas.

Maestro en Ingeniería de Sistemas,
Especialidad: con Mención en Gerencia de
Tecnologías De La Información y Gestión
del Software

Profesional en Tecnologías de la
Información especializado en Auditorías de
Sistemas de la Información y Desarrollo de
Software. Investigaciones en Gobierno de
Tecnologías de la Información y Generación
de Valor a través de Inversiones en
proyectos de Tecnologías de la
Información.

EXPERIENCIA DOCENTE

UNIVERSITARIA:

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ
GALLO

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN S.A.C.

EXPERIENCIA LABORAL:

AUDIT AND CONTROL OF INFORMATION
SYSTEMS S.A.C.

SIEMPRESOFT E.I.R.L.

Anexo 8. Envío de correos a los expertos





PRIMERA ITERACION

EXPERTO 1



EXPERTO 2



EXPERTO 3



Anexo 9. Preguntas para realizar las entrevistas para los módulos de asistencia y notas.

ENTREVISTA PARA EL MÓDULO DE ASISTENCIAS

1. ¿Cuál es su participación en el proyecto?
2. ¿Por qué este proyecto es importante para usted?
3. ¿Cómo va a interactuar con el sistema?
4. ¿Qué desea que realice el sistema?
5. ¿Hábleme de la forma ideal de registrar la asistencia de los alumnos?
6. ¿Qué valores se tomarán en cuenta para el control de asistencias?
7. ¿Explique cómo desea acceder para hacer el registro de asistencias?
8. ¿Qué problemas puede crear el sistema?
9. ¿Qué problemas resuelve el sistema?
10. ¿Qué grado de precisión es requerido en el sistema?

ENTREVISTA PARA EL MÓDULO DE NOTAS

1. ¿Cuál es su participación en el proyecto?
2. ¿Por qué este proyecto es importante para usted?
3. ¿Cómo va a interactuar con el sistema?
4. ¿Qué desea que realice el sistema?
5. ¿Hábleme de la forma ideal de registrar las notas de los alumnos?
6. ¿Qué valores se tomarán en cuenta para el control de notas?
7. ¿Explique cómo desea acceder para hacer el registro de notas?
8. ¿Qué problemas puede crear el sistema?
9. ¿Qué problemas resuelve el sistema?
10. ¿Qué grado de precisión es requerido en el sistema?

Anexo 10.Reglas para la Sesión de Brainstorming

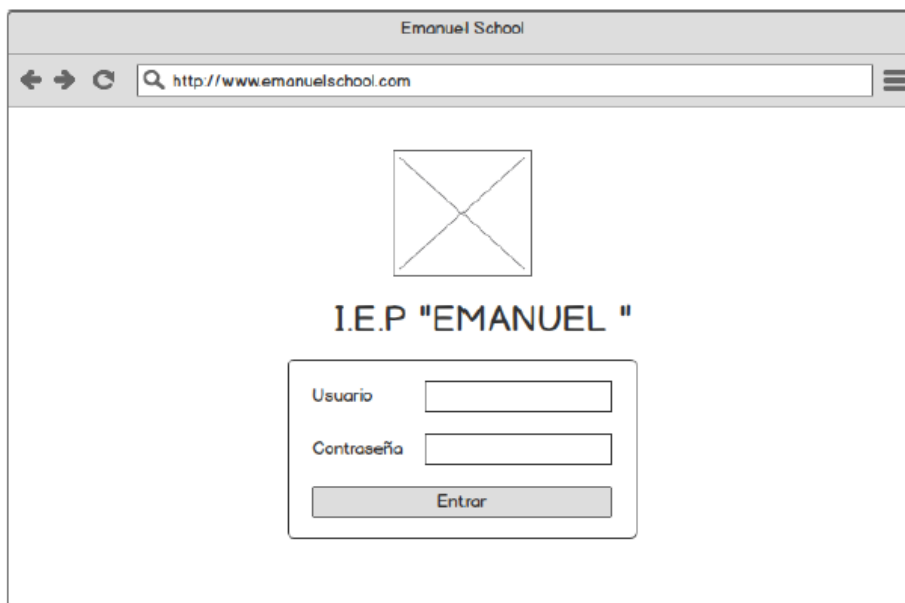
REGLAS:

1. Mantener el orden y la compostura profesional que se requiere durante la sesión.
2. No están permitidas las críticas no constructivas a las ideas de los participantes.
3. Se apoyan las ideas más acertadas, para estimular a los participantes a ser más creativos y generar nuevas soluciones.
4. Mientras más ideas se generen, habrá más certeza de las necesidades del sistema.
5. Todas las ideas deben estar visibles para todos los participantes, con el fin de poder mejorarlas o sugerir nuevas alternativas a partir de ellas.

Formato para la anotación de ideas generadas en la sesión de brainstorming

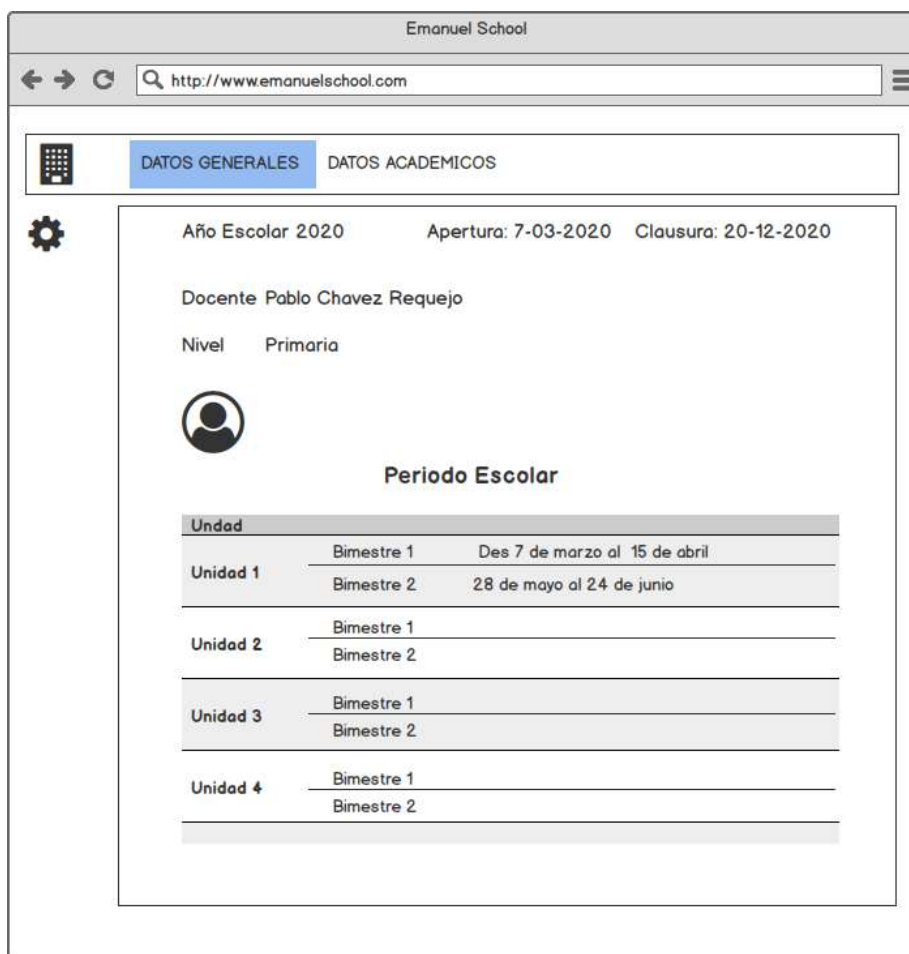
IDEA	DESCRIPCIÓN	URGENCIA	COMENTARIO	SÍNTESIS: REQUISITO ASOCIADO

Anexo 11. Prototipos del sistema: módulo de asistencias.



Prototipo de la interfaz de usuario para el ingreso al sistema. Muestra un navegador web con la URL <http://www.emanuelschool.com>. El contenido principal incluye un cuadro con una 'X' que representa un logo o imagen faltante, el título "I.E.P 'EMANUEL'", y un formulario de inicio de sesión con campos para "Usuario" y "Contraseña", y un botón "Entrar".

Prototipo web para el ingreso al sistema



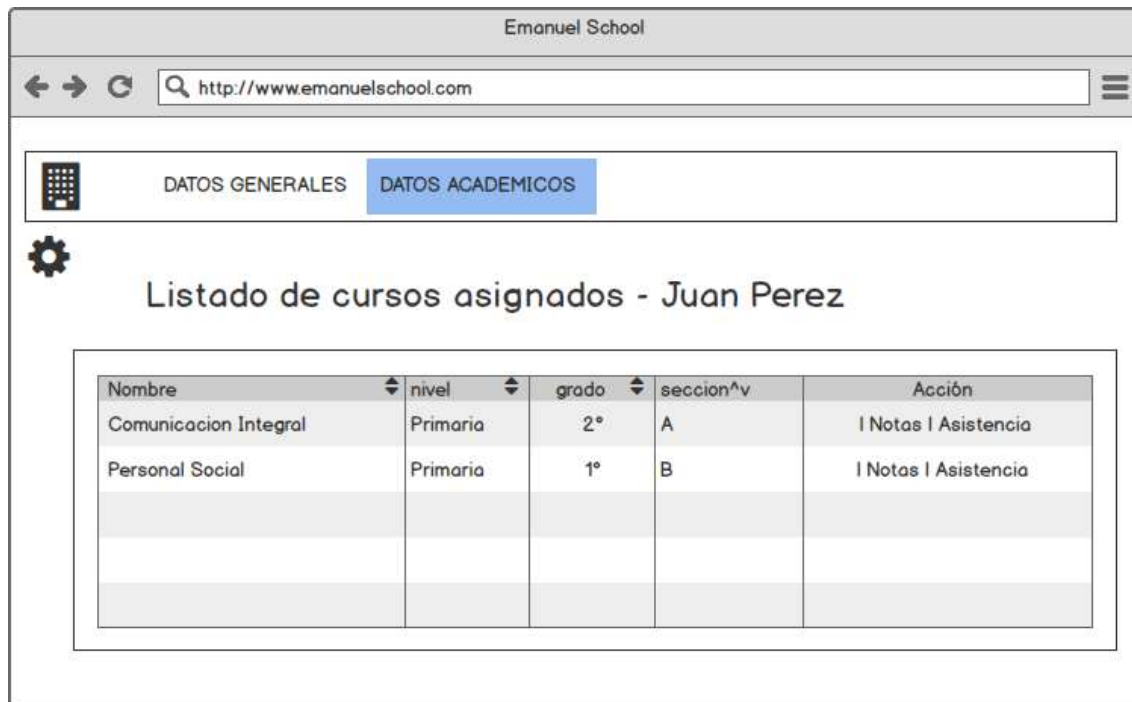
Prototipo de la interfaz de usuario que muestra los datos personales del usuario que ha accedido al sistema. El navegador muestra la URL <http://www.emanuelschool.com>. La interfaz tiene una barra de navegación con "DATOS GENERALES" (seleccionado) y "DATOS ACADEMICOS". Un icono de configuración está visible a la izquierda. Los datos mostrados son:

- Año Escolar 2020 Apertura: 7-03-2020 Clausura: 20-12-2020
- Docente Pablo Chavez Requejo
- Nivel Primaria

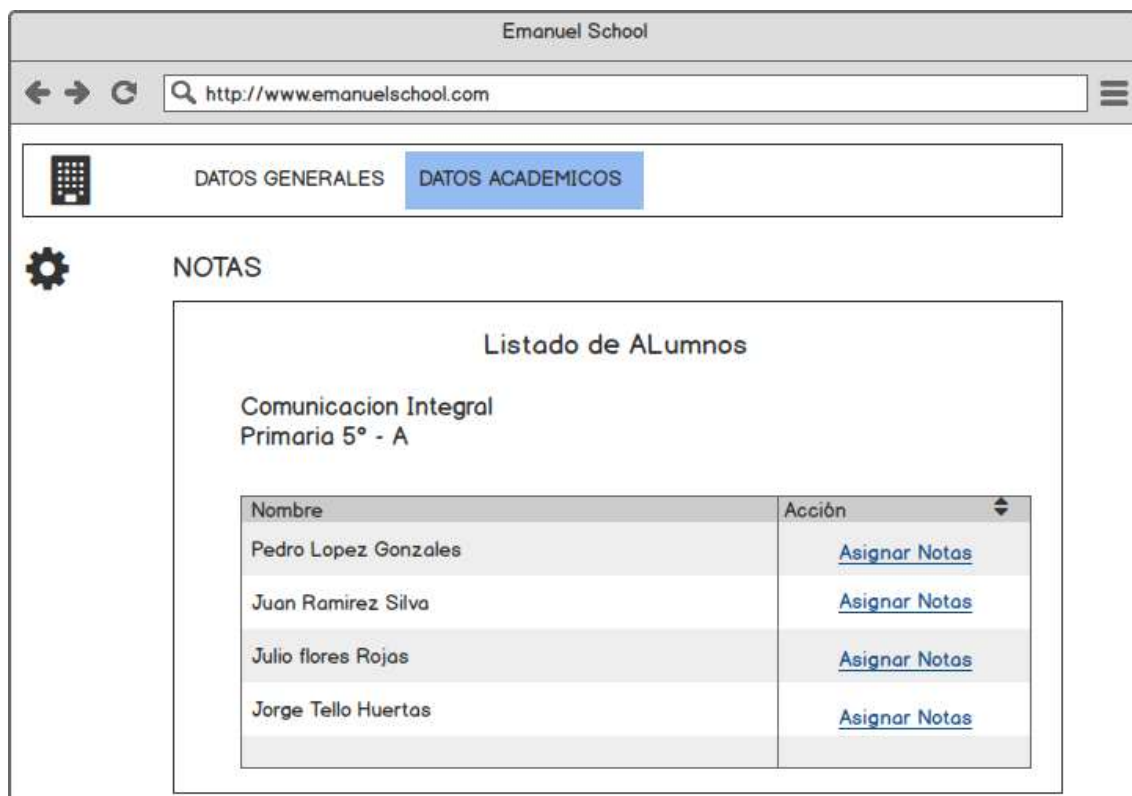
Debajo de un icono de usuario, se muestra el título "Periodo Escolar" y una tabla con los siguientes datos:

Unidad	Bimestre	Fecha
Unidad 1	Bimestre 1	Des 7 de marzo al 15 de abril
	Bimestre 2	28 de mayo al 24 de junio
Unidad 2	Bimestre 1	
	Bimestre 2	
Unidad 3	Bimestre 1	
	Bimestre 2	
Unidad 4	Bimestre 1	
	Bimestre 2	

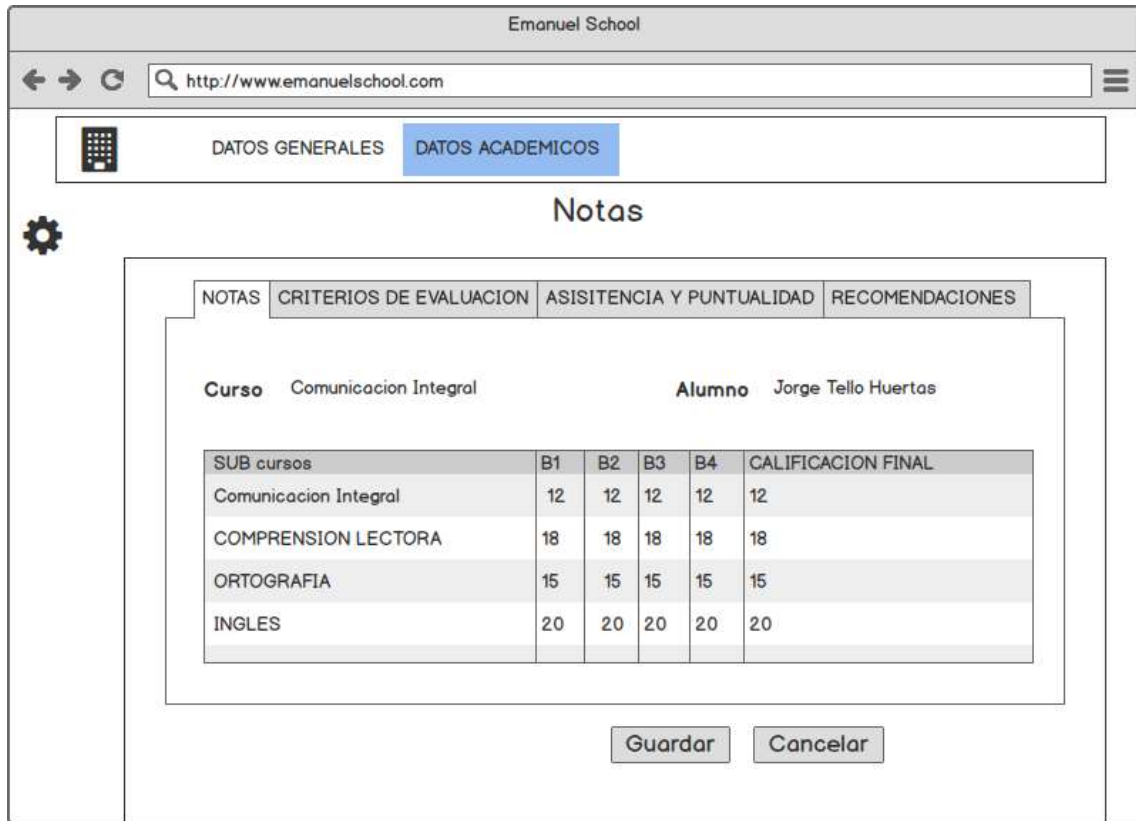
Prototipo web con los datos personales del usuario que accedió al sistema



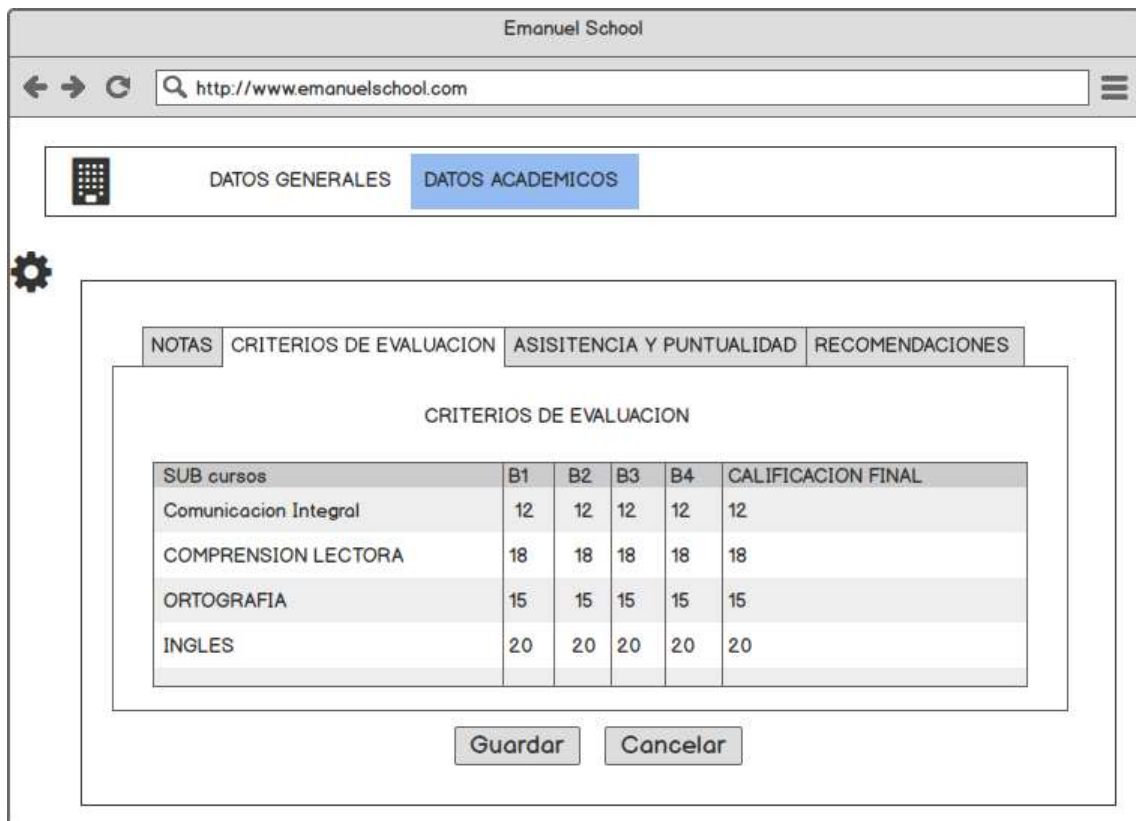
Prototipo web listado de cursos asignados al usuario que accedió al sistema



Prototipo web del listado de alumnos por cursos



Prototipo web para el registro de notas por bimestre



Prototipo web para el registro de notas de los criterios de evaluación por bimestre

Emanuel School

← → ↻

DATOS GENERALES **DATOS ACADEMICOS**

⚙️

NOTAS | CRITERIOS DE EVALUACION | **ASISITENCIA Y PUNTUALIDAD** | RECOMENDACIONES

ASISITENCIA Y PUNTUALIDAD

SUB cursos	B1	B2	B3	B4	CALIFICACION FINAL
Comunicacion Integral	12	12	12	12	12
COMPRESION LECTORA	18	18	18	18	18
ORTOGRAFIA	15	15	15	15	15
INGLES	20	20	20	20	20

Guardar Cancelar

Prototipo web para el registro de notas de asistencia y puntualidad por bimestre

Emanuel School

← → ↻

DATOS GENERALES **DATOS ACADEMICOS**

⚙️

NOTAS | CRITERIOS DE EVALUACION | ASISITENCIA Y PUNTUALIDAD | **RECOMENDACIONES**

RECOMENDACIONES

BIMESTRE	observacion	RECOMENDACIONES DEL DOCENTE
1	el niño lleva juguetes	por favor mandar a su niño sin juguetes porque genera distraccion
2		
4		

Guardar Cancelar

Prototipo web para el registro de recomendaciones por bimestre

Anexo 12. Tópicos para la guía de las sesiones JAD/RAD

1. ¿Por qué se construye el sistema?
2. ¿Qué beneficios se esperan del nuevo sistema?
3. ¿Cómo puede beneficiar a la institución en el futuro?
4. ¿Qué restricciones de recursos disponibles, normas o leyes afectan al proyecto?
5. ¿Describa y califique la importancia de la seguridad de los datos en el proyecto?
6. ¿Cómo debe funcionar el módulo de gestión de notas?

Formato para la ilustración de ideas, para generar las necesidades y/o requisitos del módulo de gestión de notas

IDEA	DESCRIPCIÓN	URGENCIA	ESQUEMA O ILUSTRACIÓN	SÍNTESIS: REQUISITO ASOCIADO

Jerarquía de los actores del sistema

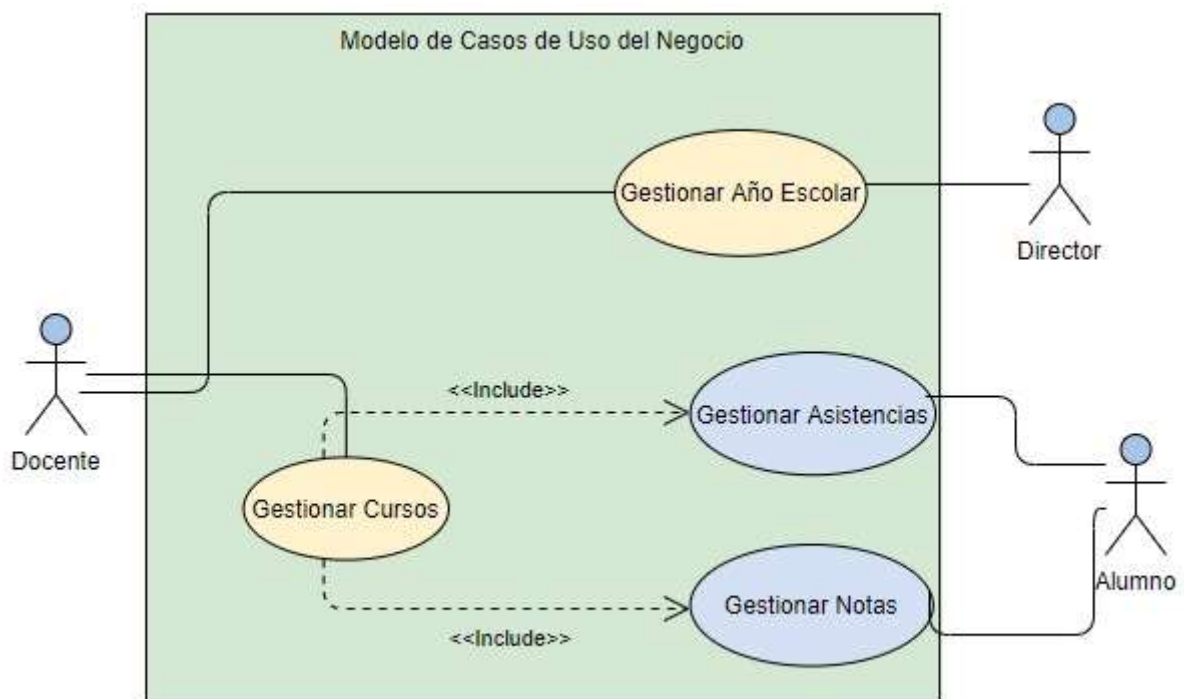
NOMBRE DEL ACTOR	CARGO QUE OCUPA EN LA INSTITUCIÓN	TIPO DE JERARQUÍA	FUNCIONES CON EL SISTEMA – MÓDULO DE GESTIÓN DE NOTAS

Anexo 13. Diagramas UML para el módulo de gestión de notas

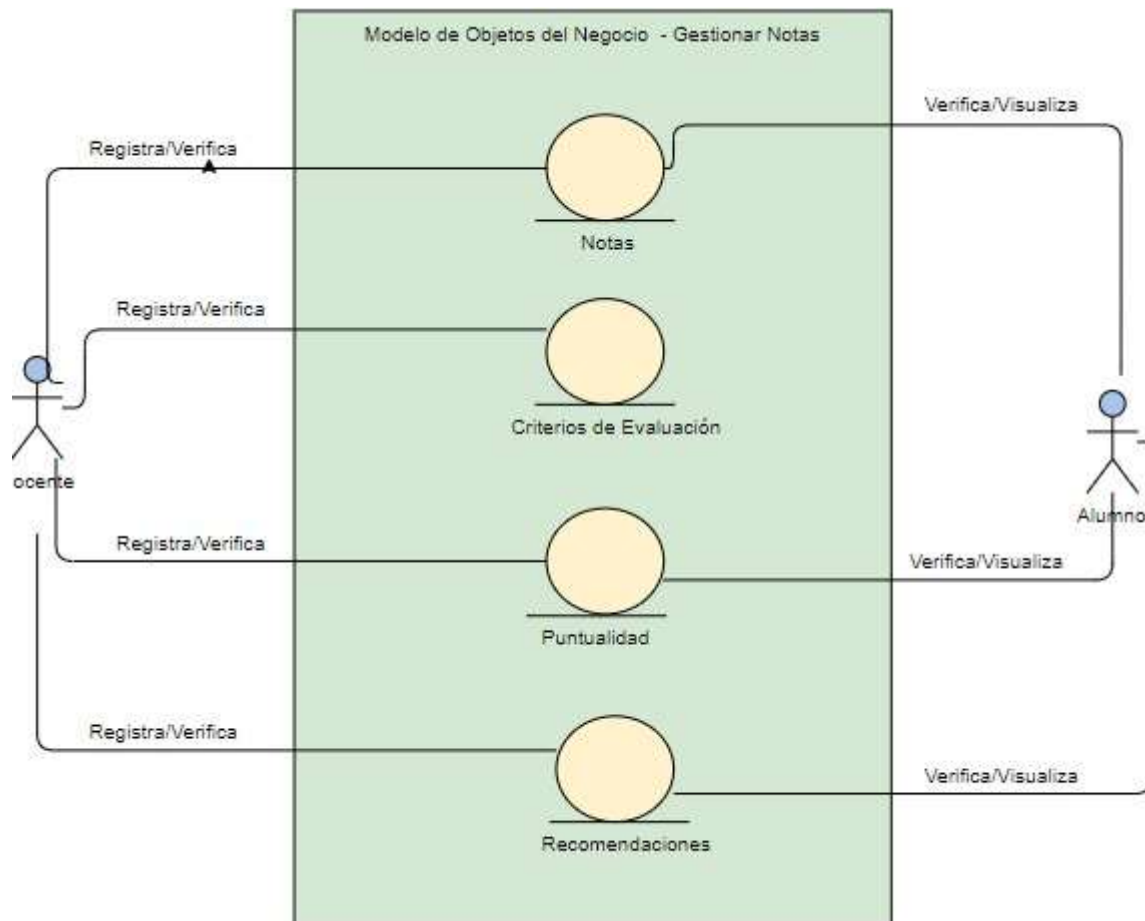
Package de Requerimientos



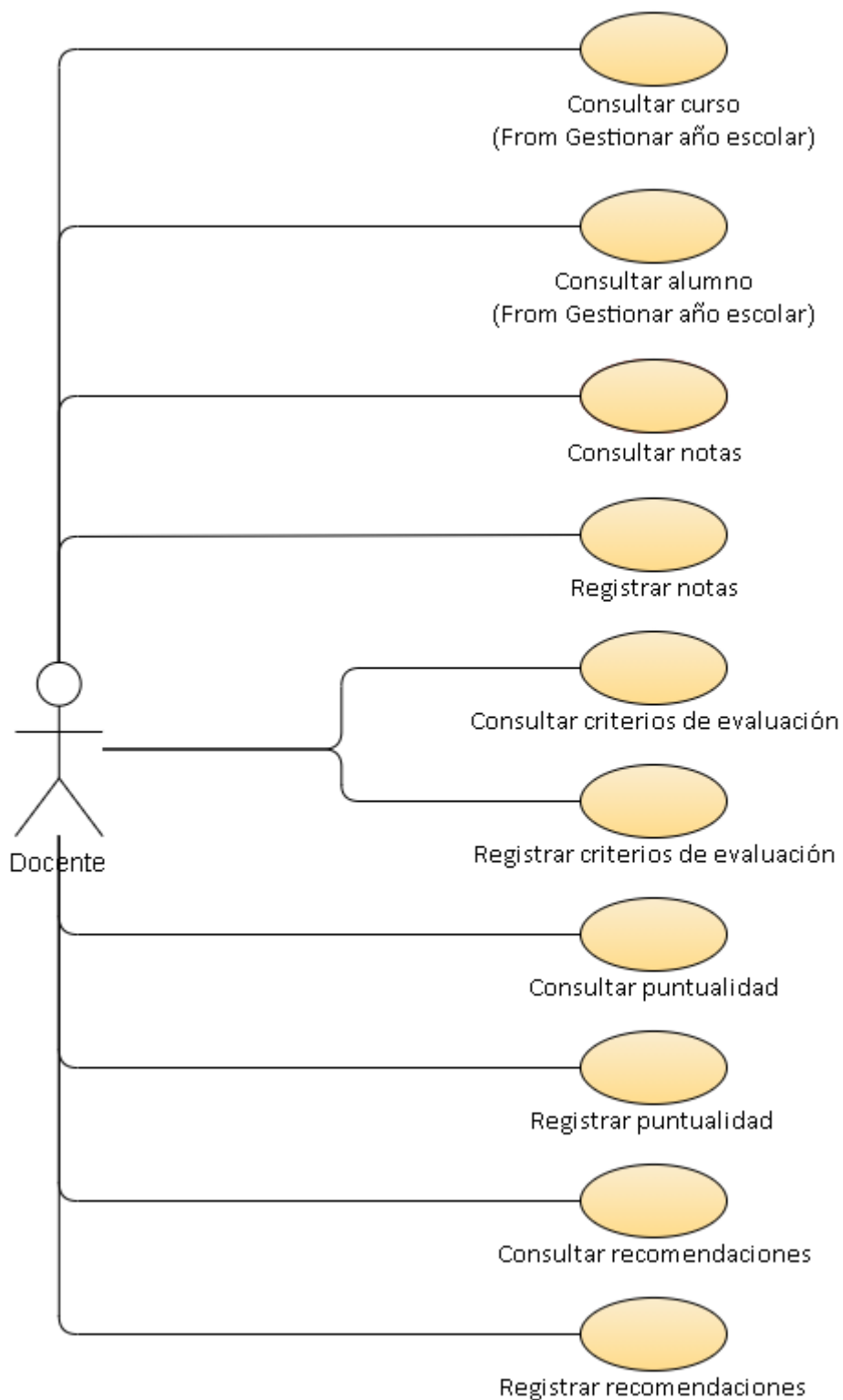
Modelo de Casos de Uso del Negocio (MCUN)



Modelo de Objetos del Negocio (MON) - Gestionar Notas



Modelo de Casos de Uso (MCU) - Gestionar Notas



Glosario de un Caso de Uso

Nombre de Caso de Uso: Registrar Nota
Descripción: Permite registrar las notas correspondientes a un determinado alumno.
Pasos o Transacciones: <ol style="list-style-type: none">1. Captar notas de un alumno.2. Verificar las notas de un alumno.3. Actualizar las notas de un alumno.4. Registrar notas de un alumno.5. Modificar notas de un alumno.

Nombre de Caso de Uso: Registrar Criterios de evaluación
Descripción: Permite registrar las notas de los Criterios de evaluación a un determinado alumno.
Pasos o Transacciones: <ol style="list-style-type: none">1. Captar las notas de los criterios de evaluación de un alumno.2. Verificar las notas de los criterios de evaluación de un alumno.3. Actualizar las notas de los criterios de evaluación de un alumno.4. Registrar notas criterios de evaluación de un alumno.5. Modificar las notas de los criterios de evaluación de un alumno.

Nombre de Caso de Uso: Registrar Puntualidad

Descripción: Permite registrar notas de puntualidad de un determinado alumno.

Pasos o Transacciones:

1. Captar notas de puntualidad de un alumno.
2. Verificar notas de puntualidad de un alumno.
3. Actualizar las notas de puntualidad de un alumno.
4. Registrar las notas de puntualidad de un alumno.
5. Modificar las notas de puntualidad de un alumno.

Nombre de Caso de Uso: Registrar Recomendaciones

Descripción: Permite registrar las recomendaciones de un determinado alumno.

Pasos o Transacciones:

1. Captar las recomendaciones de un alumno.
2. Verificar las recomendaciones de un alumno.
3. Actualizar las recomendaciones de un alumno.
4. Registrar las recomendaciones de un alumno.
5. Modificar las recomendaciones de un alumno.