



## **ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

APLICACIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS DE PROCESOS Y DATOS PARA LA  
USABILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LAS  
ESCUELAS PROFESIONALES DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE  
UNIVERSIDADES DE LA REGIÓN APURÍMAC

**Línea de investigación:**

**Ingeniería de software, simulación y desarrollo de TICs**

Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería de Sistemas

**Autor**

Roque Tito, Edwin

**Asesor**

Huamán Fernández, Jackeline Roxana

(ORCID: 0000-0001-9391-8205)

**Jurado**

Mayhuasca Guerra, Jorge Víctor

Martel Javier, Edwin Antonio

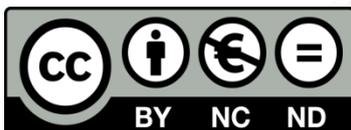
Hilario Falcón, Francisco Manuel

**Lima - Perú**

**2021**

**Referencia:**

Roque, E. (2021). *Aplicación del modelo de análisis de procesos y datos para la usabilidad de proyectos de desarrollo de software en las escuelas profesionales de Ingeniería de sistemas de universidades de la región Apurímac [Tesis de doctorado en la Universidad Nacional Federico Villarreal]*. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6200>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

**APLICACIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS DE PROCESOS Y DATOS PARA LA  
USABILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LAS  
ESCUELAS PROFESIONALES DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE UNIVERSIDADES  
DE LA REGIÓN APURÍMAC.**

**Línea de investigación:**

Ingeniería de software, simulación y desarrollo de TICs

Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería de Sistemas

**Autor**

Roque Tito, Edwin

**Asesora:**

Huamán Fernández, Jackeline Roxana

(ORCID: 0000-0001-9391-8205)

**Jurado:**

Mayhuasca Guerra, Jorge Víctor

Martel Javier, Edwin Antonio

Hilario Falcón, Francisco Manuel

Lima – Perú

2021

## DEDICATORIA

A mi madre, por darme la vida, por brindarme su amor, cariño y estar a mi lado al inicio de este doctorado apoyándome y aconsejándome siempre, es a ti a quien le debo todo, horas de alegrías, momentos de regaños y tristezas de las cuales me siento intensamente orgulloso... partiste a la eternidad, siempre te tendré presente en mis oraciones.

A mi padre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos. A mis hermanos Wily y Pepe por estar siempre ahí cuando te necesito y compartir secretos y aventuras que solo se puede vivir entre hermanos; y siempre han estado alerta ante cualquier problema que se ha presentado en casa.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis docentes y jurados de la escuela de Posgrado de la UNFV, por haber revisado mi tesis en profundidad y haber hecho importantes sugerencias para mejorar su contenido.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Descripción del Problema.....	4
1.3. Formulación del Problema.....	5
1.3.1. Problema General.....	5
1.3.2. Problemas Específicos.....	6
1.4. Antecedentes.....	6
1.4.1. Antecedentes Internacionales.....	7
1.4.2. Antecedentes Nacionales.....	9
1.5. Justificación de la Investigación.....	10
1.6. Limitaciones de la Investigación.....	13
1.7. Objetivos.....	13
1.7.1. Objetivo General.....	13
1.7.2. Objetivos Específicos.....	14
1.8. Hipótesis.....	14
1.8.1. Hipótesis General.....	14
1.8.2. Hipótesis Específicas.....	14
II. MARCO TEÓRICO.....	16

2.1.	Marco Conceptual.....	16
2.1.1.	Modelo de Análisis de Procesos y Datos.....	16
2.1.2.	Interpretación de flujos de comunicación.....	27
2.1.3.	Representación de un modelo de procesos y datos.....	29
2.1.4.	Usabilidad.....	34
2.1.5.	Propuesta del Modelo de Análisis de Procesos y Datos...	48
III.	MÉTODO.....	58
3.1.	Tipo de Investigación.....	58
3.2.	Población y Muestra.....	58
3.2.1.	Población.....	58
3.2.2.	Muestra.....	58
3.3.	Operacionalización de Variables.....	59
3.4.	Instrumentos.....	60
3.5.	Procedimientos.....	61
3.6.	Análisis de datos.....	62
IV.	RESULTADOS.....	65
4.1.	Indicadores de Variable X.....	67
4.1.1.	Modelo de Análisis de Procesos y Datos.....	67
4.2.	Indicadores de variable Y.....	72
4.2.1.	Usabilidad de proyectos de desarrollo de software.....	72
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	75
5.1.	Resumen de resultados de variable X.....	76
5.2.	Contrastación de Hipótesis.....	80
VI.	CONCLUSIONES.....	86
VII.	RECOMENDACIONES.....	87

VIII. REFERENCIAS.....88

IX. ANEXOS.....90

    Anexo A.....90

    Anexo B.....91

    Anexo C.....92

    Anexo D.....93

    Anexo E.....94

## ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

<b>Tabla 1</b> Estándares internacionales de usabilidad (proceso y producto). .....	37
<b>Tabla 2</b> Estándares internacionales utilizados en la investigación .....	47
<b>Tabla 3</b> Variables de la investigación .....	59
<b>Tabla 4</b> Variable Independiente .....	63
<b>Tabla 5</b> Variable Dependiente.....	64
<b>Tabla 6</b> Proyectos de desarrollo de software evaluados según MAPD.....	66
<b>Tabla 7</b> Requerimientos .....	67
<b>Tabla 8</b> Planificación integrada de las necesidades de los procesos.....	69
<b>Tabla 9</b> Requisitos de las partes interesadas .....	70
<b>Tabla 10</b> Estrategias para el desarrollo de software.....	71
<b>Tabla 11</b> Eficacia .....	72
<b>Tabla 12</b> Eficiencia .....	73
<b>Tabla 13</b> Satisfacción .....	74
<b>Tabla 14</b> Modelo de análisis de procesos y datos .....	76
<b>Tabla 15</b> Resumen de resultados para la dimensión Eficacia .....	77
<b>Tabla 16</b> Resumen de resultados para la dimensión Eficiencia .....	78
<b>Tabla 17</b> Resumen de resultados para la dimensión Satisfacción.....	79
<b>Tabla 18</b> Coeficiente de correlación .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Descomposición funcional de la necesidad.....	17
<b>Figura 2.</b> Modelo de requerimiento de software orientado al flujo .....	18
<b>Figura 3.</b> Modelo de procesos y datos (MAPD) .....	20
<b>Figura 4.</b> Jerarquía de control de un DFD, mediante factorización de procesos .....	22
<b>Figura 5.</b> DFD de Nivel 0 – Diagrama Contextual .....	23
<b>Figura 6.</b> Notación de Proceso Calcular Sueldo Neto .....	24
<b>Figura 7.</b> Notación de Proceso con flujos de entra y salida .....	24
<b>Figura 8.</b> Notación de flujo de datos .....	25
<b>Figura 9.</b> Notación de almacén de datos .....	26
<b>Figura 10.</b> Notación de entidad externa .....	26
<b>Figura 11.</b> Notación de utilización de la información .....	27
<b>Figura 12.</b> Conexiones permitidas entre componentes de un DFD .....	28
<b>Figura 13.</b> Paso síncrono de información entre procesos .....	28
<b>Figura 14.</b> Paso asíncrono de información entre procesos .....	29
<b>Figura 15.</b> DFD de Nivel de 1 – Procesos Casa Segura .....	30
<b>Figura 16.</b> DFD de Nivel de 2 – Refinamiento del proceso vigilar sensores .....	31
<b>Figura 17.</b> DFD de Nivel de 1 – Sistema Argos DATA .....	31
<b>Figura 18.</b> Diccionario de datos .....	32
<b>Figura 19.</b> Diagrama entidad relación .....	33
<b>Figura 20.</b> Usabilidad .....	34
<b>Figura 21.</b> La usabilidad como proceso .....	35
<b>Figura 22.</b> La usabilidad como producto .....	36
<b>Figura 23.</b> Modelo de proceso de usabilidad .....	38

<b>Figura 24.</b> Métricas de Usabilidad .....	39
<b>Figura 25.</b> Métricas de usabilidad con la calidad de uso .....	40
<b>Figura 26.</b> Ergonomía de la interacción Usuario – Sistema .....	41
<b>Figura 27.</b> Dimensiones de usabilidad – estándar ISO 9241-11 .....	43
<b>Figura 28.</b> Ciclo de vida de la Ingeniería de Usabilidad .....	44
<b>Figura 29.</b> Objetivos a lograr Métricas de Usabilidad .....	47
<b>Figura 30.</b> Modelo de desarrollo de software en cascada .....	48
<b>Figura 31.</b> Modelo de desarrollo de 5 etapas genéricas .....	50
<b>Figura 32.</b> Modelo de análisis de procesos y datos .....	50
<b>Figura 33.</b> Modelo análisis de procesos y datos por transformación .....	51
<b>Figura 34.</b> Mundo real, visión general del problema .....	53
<b>Figura 35.</b> Propuesta de DFD del sistema .....	53
<b>Figura 36.</b> Modelo entidad relación .....	54
<b>Figura 37.</b> Modelo lógico y físico de base de datos .....	55
<b>Figura 38.</b> Métrica orientada a la función .....	56
<b>Figura 39.</b> Métrica punto de función (PF) .....	57
<b>Figura 40.</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	61
<b>Figura 41.</b> Resultados de requisitos .....	68
<b>Figura 42.</b> Resultados de planificación integrada de necesidades de procesos .....	69
<b>Figura 43.</b> Resultados de requisitos de las partes interesadaS .....	70
<b>Figura 44.</b> Resultados de estrategias para el desarrollo de software .....	71
<b>Figura 45.</b> Resultados de eficacia .....	72
<b>Figura 46.</b> Resultados de eficiencia .....	73
<b>Figura 47.</b> Resultados de satisfacción .....	74
<b>Figura 48.</b> Resultados de variable X .....	76

<b>Figura 49.</b> Resultados de indicador eficacia .....	77
<b>Figura 50.</b> Resultados de indicador eficiencia .....	78
<b>Figura 51.</b> Resultados de indicador satisfacción .....	79

## RESUMEN

El modelo de análisis de procesos y datos (MAPD), representa el estudio de los sistemas, en procesos y flujos de datos, a través de procesos de descomposición funcional de los sistemas, fase indispensable del diseño que garantiza la usabilidad. El objetivo es determinar si la aplicación del MAPD, influye en la usabilidad de proyectos de desarrollo de software, de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac. Se aplicó el MAPD a 10 proyectos de software; se evaluó, la *usabilidad*, a través del ISO 9241-11, se identificó defectos, éxito y asegurar la calidad de un proyecto de software a través del método heurístico por 3 expertos en usabilidad y usuarios finales en las etapas de análisis y diseño, se determinó que al aplicar el MAPD, es muy útil 30% y extremadamente útil 70%, al realizar un correcto análisis y diseño al momento de realizar la implantación del software sea “usable” y funcional (eficiente, eficaz) y satisfactorio, se aplicó un test de usabilidad, se obtuvo los valores de: 80% eficiente, 60% eficaz y satisfecho 70% por el usuario final. La aplicación del MAPD es útil y relevante en proyectos de desarrollo de software. Se precisó en gran medida que, si *influye* en la Satisfacción del usuario final respecto a la usabilidad de los proyectos de desarrollo de software presentados, el cual no pretende ser un parámetro para asegurar la usabilidad, pero se puede utilizar para el análisis y diseño de sistemas.

*Palabras clave:* modelo de flujo de datos, usabilidad.

## ABSTRACT

The process and data analysis model (MAPD), represents the study of systems, in processes and data flows, through processes of functional decomposition of systems, an essential phase of design that guarantees usability. The objective is to determine if the application of the MAPD influences the usability of software development projects of the Professional Systems Engineering Schools of Universities in the Apurimac region. MAPD was applied to 10 software projects; It was evaluated, usability, through ISO 9241-11, defects, success and quality assurance of a software project were identified through the heuristic method by 3 usability experts and end users in the analysis and design stages. determined that when applying the MAPD, it is very useful 30% and extremely useful 70%, when performing a correct analysis and design at the time of implementing the software is “usable” and functional (efficient, effective) and satisfactory, a usability test, the values of: 80% efficient, 60% effective and 70% satisfied by the end user were obtained. The MAPD application is useful and relevant in software development projects. It was pointed out to a large extent that, if it influences the satisfaction of the end user regarding the usability of the software development projects presented, which is not intended as a parameter to ensure usability, but can be used for the analysis and design of systems.

*Keywords:* data flow model, usability.

## I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de desarrollar sistemas de información que faciliten la realización de tareas a los usuarios finales es un factor importante para la mayoría de analistas, diseñadores y desarrolladores de software; El Modelo de Análisis de Procesos y Datos (MAPD), representa los procesos de un proyecto de desarrollo de software desde un punto de vista de datos, a través de diagramas, que facilitan la gestión, restricciones y seguimiento de proyectos de software que define todo el análisis funcional del sistema, fase indispensable del diseño, que garantiza la usabilidad.

Se aplicó el MAPD en un contexto donde se desarrolla software, promovido por la Universidad Nacional de Andahuaylas, denominado: Proyectos de investigación financiados, en 3 categorías (semilleros de investigación, grado de bachiller y título profesional), establecido por la vicepresidencia de investigación de la universidad y proyectos de tesis de egresados en ingeniería de sistemas.

El MAPD, nos indica cómo proceder con cada uno de los procesos que componen un sistema, diagramas de contexto, tabla de eventos, diagrama de flujos de datos, diccionario de datos y definición de procesos –análisis funcional– y diseño de software, actividad en la cual se analizan los requisitos para describir la estructura interna del proyecto de software el cual servirá de base para su construcción, para que el producto de software sea entendido, usado, aprendido y atractivo para el usuario que lo utiliza.

Los desarrolladores de software realizan las pruebas necesarias, que aseguren la calidad de software, y la usabilidad no solo se ve como producto final, también se debe de considerar durante todo el proceso de desarrollo, el cual se centrará en mantener la atención de los usuarios finales, a través de proyectos amigables y escalables en el tiempo, y se adapte a las

características y especificaciones de cada usuario, y visualice, la información que ha solicitado, y verifiquen y validen toda la documentación que esta genera.

Según, Nielsen la usabilidad de un proyecto de desarrollo de software, tiene dos elementos importantes: primero, hace referencia a la funcionalidad del sistema, operaciones o acciones que el sistema de información realiza y segundo, cómo los usuarios finales pueden hacer uso de la funcionalidad del sistema. La primera es la que se abordó en esta investigación, a través de la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos, para luego ver la satisfacción y garantizar el éxito de los proyectos de desarrollo de software conducidos.

### **1.1. Planteamiento del Problema**

Un proyecto de desarrollo de software tiene éxito si se han comprendido perfectamente los requisitos del software, el cual, es una tarea compleja que el analista de sistemas tiene que realizar íntegramente; La usabilidad es una propiedad de calidad de software, que debe considerarse durante todo el proceso de desarrollo de software.

El desarrollo de software tiene varios componentes (fuentes, datos, procesos de recolección, archivos, procesos de análisis, conocimiento, usuarios y entre otros) que están interconectados entre sí, y al momento de realizar la implantación en la organización, este, sea “usable”, funcional (eficiente, eficaz) y satisfactorio y logre alcanzar las tareas, e interés del usuario final.

Cuando se analiza y especifica superficialmente a un sistema, decepcionará al usuario final y esto repercute en la calidad del software que se ha desarrollado; se necesita desarrollar con todas las especificaciones posibles y lograr disminuir tasas de errores, tiempo de respuesta de los servicios y aumentar expectativas y rendimiento, y si cumplen estos parámetros y requisitos después de usarlo, entonces, estamos hablando de un buen proyecto de desarrollo de software y por ende garantiza la calidad del software.

En las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región de Apurímac, los proyectos de desarrollo de software, en su gran mayoría fueron sistemas de información orientados a gestionar, tratar y administrar datos e información de las organizaciones.

Se observó que muchos de los proyectos de software emprendidos, incumplen ciertas características propias que todo sistema debe de tener (funcionalidad, fiabilidad, escalabilidad, usabilidad, eficiencia, portabilidad, mantenibilidad, operatividad y entre otros), o no priorizan algunos atributos propios de cada proyecto de desarrollo de software.

Por ejemplo, en un contexto de uso de elementos y componentes electrónicos, para el desarrollo de un sistema domótico, presenta limitaciones en los atributos de *operatividad* y *adaptabilidad*, no son los atributos de calidad más demandadas por los plazos exigidos y establecidos de presentación; pero, cuando estamos utilizando software de geolocalización, la dimensión *satisfacción* es un atributo de calidad más relevante e importante.

Algunos proyectos de software solo quedaron como propuesta para una determinada organización y en peor de los casos, estas organizaciones desconocen la ejecución de sistema alguno para su utilización y usabilidad.

Un modelo de análisis de procesos y datos, hace referencia al aspecto funcional del sistema, mostrándonos los flujos de datos que todo sistema de información o proyecto de software debe de tener; permitiendo así, representar los procesos de un sistema de información desde un punto de vista de datos y así visualizar la *funcionalidad del sistema*, lo que realizará y cómo se llevará a cabo el tratamiento de la información a través de estos procesos, cuando se realiza minuciosamente las especificaciones o refinamiento de los procesos, se podrá asegurar la funcionalidad del sistema.

Por lo tanto, el MAPD, será utilizado por los analistas de sistemas, para un correcto análisis y diseño de los diferentes sistemas de información que se plantean, el cual deba de ser

robusto y funcional durante todo el ciclo de vida de un producto de software, la aplicación de este modelo puede ser útil en proyectos de desarrollo de software planteados por los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de las Universidades de la región Apurímac.

Esto significa que, el MAPD es útil, para centrar la atención en las etapas análisis y diseño de desarrollo de software; se utilizó los diagramas de flujos de datos (DFD), para refinar algunas de las propuestas iniciales de proyectos de desarrollo de software, los DFD exponen fácilmente errores de análisis en los diferentes niveles de análisis de los procesos a los cuales llega, por lo tanto, al centrar la atención de los estudiantes, tesis y investigadores en la aplicación de este modelo de análisis de procesos y datos en el desarrollo de software se determinara si la aplicación de este modelo influye en la usabilidad en proyectos de desarrollo de software, el cual podría repercutir en posteriores etapas de desarrollo y su aplicabilidad del mismo.

## **1.2. Descripción del Problema**

Para desarrollar software de forma organizada, se utiliza una serie de metodologías, modelos y técnicas de notación predefinidas; el éxito de un proyecto de software está determinado por la calidad de funcionamiento y resolución de procesos propios del sistema.

En la actualidad las organizaciones están empezando a incluir en sus proyectos de desarrollo de software requisitos de usabilidad de los productos de software que utilizan, porque son conscientes de la productividad de sus trabajadores, y uno de los indicadores más importantes que imposibilitan el éxito de un sistema de información, son los *problemas de usabilidad*, los cuales se determinan por la incompatibilidad entre el usuario y el sistema en relación a la interacción.

El contexto en el cual se encontró problemas de usabilidad, fue en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región de Apurímac; donde, los proyectos de desarrollo software presentados como tesis o como proyectos de investigación en

los últimos cinco años, en su gran mayoría, no han considerado la usabilidad como atributo de calidad.

El modelo que se plantea, no pretende ser un parámetro para asegurar la usabilidad de estos sistemas; en la actualidad no existe una metodología de desarrollo de software que realmente garantice la usabilidad en base al diseño solicitado y centrado en los requerimientos del usuario con altos índices de usabilidad, se desea tener un software de: Fácil uso, eficiente, intuitivo, veloz para realiza una tarea, cuántos errores se cometen y lo más principal, la satisfacción de los usuarios que lo utilizan.

Una de las características de la aplicación del MAPD, es la *descomposición funcional* de los procesos de un sistema de software o proyecto de software, desde el análisis y diseño, y así satisfacer uno o varios requisitos. Por lo tanto, el objetivo de esta descomposición es construir o desarrollar software bien estructurado que se puede adaptar fácilmente a las necesidades del usuario, empresa y diferentes contextos de uso.

Por lo general, de un conjunto de características que deben de reunir los proyectos de desarrollo de software y de los requerimientos de los usuarios; por su contexto, muchos sistemas de software diferentes, pueden ser generados y compartir características comunes y otras que difieren de acuerdo a la necesidad y uso que se le da.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### ***1.3.1. Problema General***

¿Cómo la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la usabilidad de proyectos de desarrollo de software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

1. ¿Cómo la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la Eficacia de proyectos de desarrollo de software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac?
2. ¿Cómo la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la Eficiencia en Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac?
3. ¿Cómo la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la Satisfacción de los usuarios en Proyectos de desarrollo de Software de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac?

### **1.4. Antecedentes**

Los desarrolladores de software, siempre se apoyan de una metodología, técnica y herramientas de desarrollo que les ofrezca un marco de referencia de trabajo adecuado en la producción de software de calidad. Los métodos indican como construir software, e incluyen etapas: Análisis de requisitos, diseño, codificación, pruebas y mantenimiento, a través de técnicas descriptivas y actividades de modelado; en estas etapas puede ocurrir uno o varios defectos, que los desarrolladores encuentran en la construcción de software, el cual no asegura la calidad y usabilidad de software.

Se han encontrado propuestas de metodologías y modelos de desarrollo de software usabilidad, pero no un modelo que permita mejorar el proceso de desarrollo de software a través de métricas de usabilidad referente a la funcionalidad del desarrollo de software, que al final repercutirá en las necesidades y requerimientos de los usuarios finales y las organizaciones a las cuales se les ha implementado un sistema de información; en la presente investigación se quiere garantizar y asegurar, desde el inicio de desarrollo de software (análisis

y diseño), la usabilidad de los proyectos de desarrollo de software que se plantean; una vez más, se define a la usabilidad como “lo intuitivo y fácil que puede usarse un software”, el cual interactúa con un usuario, para ello, se han revisado previamente distintos estudios, conclusiones y recomendaciones en artículos de investigación y revistas especializadas que se resumen a continuación.

#### ***1.4.1. Antecedentes Internacionales***

Saavedra-Cattaneo et al. (2012), “Buscan definir un proceso de identificación de errores de apropiación de conceptos, haciendo uso de herramientas de explotación de información, que les permita a los estudiantes, descubrir conocimientos en grandes bases de datos; este proceso contempla 5 pasos, de arriba hacia abajo: Conceptualización del dominio, identificación del subdominio de análisis, preparación de los datos, explotación de información e interpretación de los resultados”. El objetivo de la investigación, fue lograr una metodología que permita al docente, ***primero***: Identificar los errores de aprendizaje que los estudiantes presentan en las etapas del análisis y diseño, ***segundo***: Conocer, modelos, técnicas de desarrollo y uso de herramientas propias del análisis y diseño de sistemas, que permiten minimizar errores de apropiación, como: Diagrama de flujo de datos (DFD), tabla de eventos (TE) y diccionario de datos (DD); el estudio se realizó en el curso de Análisis de Sistemas, de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, de la Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires.

Mascheroni et al. (2013), en su artículo: “Ingeniería de usabilidad una propuesta tecnológica para contribuir a la evaluación de la usabilidad del software”, mencionan, que la usabilidad es un atributo intangible del software, por lo tanto, es difícil de visualizar, medir y reconocer como un factor determinante de su calidad. Entonces conceptualizan a la Ingeniería de Usabilidad (UI) incide y promueve la evaluación temprana de la usabilidad en el *proceso de desarrollo de software* y la *participación del usuario en todas las fases del ciclo de vida*;

realizaron un estudio exploratorio en pequeñas empresas de software del nordeste argentino, orientado en dos aspectos importantes: la participación y colaboración del usuario y las técnicas de usabilidad que se utilizan. Los resultados indican que las empresas no omiten la importancia de la usabilidad en la calidad del software y las prácticas promovidas por la IU no se incorporan en la mayoría de los procesos de desarrollo. En esta investigación se presenta una propuesta tecnológica para evaluar la usabilidad durante el proceso de desarrollo, mediante cuestionarios que recaban y ponderan la percepción de los usuarios y otros que comprueban el cumplimiento de los estándares y criterios heurísticos, con el objetivo de permitir a las empresas evaluar el cumplimiento de las recomendaciones vigentes en cuanto a criterios de usabilidad se refiere. (págs. 125-134)

Enríquez y Casas (2014), en su publicación “Usabilidad en aplicaciones móviles”, los autores testearon las métricas y métodos utilizados para medir la usabilidad en dispositivos móviles. Consideran a la usabilidad como factor importante de la calidad de un producto de software; debido al aumento del uso de móviles, la medición de usabilidad en aplicaciones móviles puede no ser directamente aplicables a este tipo de productos. Los estudios de usabilidad se han realizado sobre diferentes contextos, más aún, la usabilidad en un contexto móvil. Para desarrollar software móvil se tiene ciertas restricciones que tiene el hardware de estos, como sus dimensiones reducidas y bajo poder de cómputo.

Alarcón-Aldana et al. (2014), en su trabajo de investigación, “Guía para la evaluación de la Usabilidad en los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA)”, presentan el diseño y construcción de una guía de evaluación de usabilidad en EVA, se identificaron atributos de usabilidad, caracterización de los EVA, estructuración de criterios permiten cuantificar el grado de satisfacción de los usuarios de este tipo de herramientas y métricas de la guía, y validación de la guía propuesta, para tal efecto se evaluaron dos EVA, uno propietario y otro libre; por lo

tanto, la guía propuesta por los autores es un instrumento que puede ser utilizado por diferentes tipos de usuarios y verificar así, el grado de usabilidad de las aplicaciones.

Serrano y Vera (2015), en su trabajo de investigación, “Análisis de la usabilidad en el portal web Cdiscount Colombia”, el objetivo era identificar la falta de uso de herramientas diseñadas en la experiencia del usuario final, durante el proceso de compra en el portal de Cdiscount, y proponer recomendaciones de mejora, realizaron una investigación con clientes y no clientes del portal, se realizó entrevistas a profundidad, evaluación cognitiva y a través del uso de Eye tracker, para conocer la interacción de los usuarios con el portal de Cdiscount; se diagnosticó la usabilidad del portal web y la propuesta de mejoras, para el diseño o rediseño de otros portales web y poder así ofrecer a los consumidores una experiencia de usuario satisfecho y lograr una posible recompra.

#### ***1.4.2. Antecedentes Nacionales***

Paz (2018), en su tesis “Método para la evaluación de usabilidad de sitios web transaccionales basado en el proceso de inspección heurística”. Menciona que la usabilidad es un atributo de calidad, referido al grado en que, usuarios de una aplicación puede hacer uso para lograr su propósito, utilizo el método de evaluación o técnica de inspección heurística propuesta por Jakob Nielsen, en el área de interacción humano-computador (HCI), no existiendo un procedimiento formal para llevar a cabo esta evaluación; el autor establece un proceso sistemático, estructurado, organizado y formal para realizar evaluaciones heurísticas como parte del proceso de desarrollo de software, a través de 5 fases: Planificación, entrenamiento, evaluación, discusión y reporte, propuesta que ha sido validada en dos contextos, donde demuestra que es posible problemas de usabilidad.

Salvador (2013), en su tesis. “Una revisión sistemática de usabilidad en metodologías Ágiles”, en desarrollo de software ágil, se han aplicado varias técnicas de evaluación de

usabilidad; el objetivo fue simplificar el conocimiento de métodos y métricas de evaluación de usabilidad, la autora ha realizado una investigación y revisión sistemática, permitiéndole identificar 307 artículos, se seleccionaron 32; se identificó que la técnica de usabilidad con mayor frecuencia es el prototipado ágil (40%), indagación personal (37%), pruebas formales de usabilidad (25%) y evaluaciones heurísticas (18%), estos resultados han permitido conocer la situación de las técnicas de evaluación de usabilidad en metodologías ágiles, estos resultados han permitido conocer el estado actual de las técnicas de evaluación de usabilidad en metodologías ágiles, aportando así a identificar vacíos de investigación en usabilidad.

### **1.5. Justificación de la Investigación**

Para Booch (1996), “el software es complejo de forma innata, es una característica esencial de él, porque hereda la complejidad del dominio del problema, la dificultad de gestionar el proceso de desarrollo, la flexibilidad que se puede alcanzar a través del software y los problemas que plantea la caracterización del comportamiento de sistemas discretos.”

Por lo tanto, la necesidad de resolver un problema del mundo real, a través de un software, presenta muchos requisitos que cumplir, como: Facilidad de uso, desarrollo y funcionalidad del sistema; apoyados en definir métodos, técnicas, herramientas y procedimientos de desarrollo de software; los usuarios tienen problemas para expresar sus necesidades, de forma que los desarrolladores puedan entender los requerimientos de los usuarios, peor aun cuando los requisitos cambian con frecuencia durante el desarrollo; esto debido a la complejidad del sistema.

En las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región de Apurímac, cuando se emprende un proyecto de desarrollo de software, se debe hacer uso de un modelo o metodologías y seguir etapas de desarrollo que garanticen la calidad de software; en las etapas de análisis y diseño en su mayoría es poco disciplinado y deficiente; esto genera

que los estudiantes y egresados –desarrolladores–, no incluyen requisitos de usabilidad –atributo de calidad de un producto de software–, consecuencia de la falta de uso de un modelo o metodología de análisis y diseño que garantice un conjunto de prácticas probadas y habilidades conocidas por los desarrolladores de estos proyectos de software.

En Ingeniería de Software, se sabe que todas las etapas de desarrollo son muy importantes al momento de realizar un proyecto de desarrollo, y una de estas etapas es el Análisis, el cual muestra el “Análisis Funcional”, etapa ineludible que los desarrolladores no deben dejar de lado y así, garantizar el éxito de sus proyectos de desarrollo de software, el cual precisa todas las funcionalidades que deberá cumplir un sistema de información; y lograr que los proyectos de software iniciados sean “usables” en el tiempo del ciclo de vida del desarrollo de software.

Entonces, el Análisis Funcional es la primera actividad que se debe de realizar aplicando este modelo, segundo, concertar una reunión con el o los usuarios finales, por así decirlo, a través de entrevistas se definen los primeros requerimientos funcionales del proyecto de software, en base a las peticiones del usuario, que permitirá documentar forma concreta, específica y detallada del objetivo que tiene que realizar el sistema de información solicitado, como acciones u operaciones de cómo el analista tiene que desarrollarlo; y luego dar paso al diseño de sistemas.

La investigación se justifica, porque permitió aplicar el Modelo de Análisis y Procesos y Datos (MAPD) propuesto, el cual fue utilizado por los analistas de sistemas, desarrolladores y tesistas, para un correcto análisis, diseño de sistemas y procesos de información; la aplicación de este modelo puede ser útil en aspectos relevantes de procesos y datos en los proyectos de desarrollo de software.

Este modelo presenta procesos prácticos de desarrollo de software basado en la experiencia, a través de procedimientos que pueden superponerse y muchos de ellos iterativos.

Por lo tanto, el modelo propuesto debe ser visto como tal, e incluir en el proceso de análisis y diseño e implementación; el cual permitirá incorporar la usabilidad fácilmente en estos procesos de desarrollo, del producto de software.

En las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región de Apurímac, los proyectos de desarrollo de software presentados, en su gran mayoría, desarrollaron sistemas de información transaccionales, sistemas utilizando dispositivos electrónicos, a través de una metodología de desarrollo de software que se relaciona al proyecto de software, sin dejar de lado la aplicación de este modelo propuesto y garantice en gran medida la usabilidad en el proceso de desarrollo.

Para empezar a codificar, hay que tener como mínimo, las especificaciones técnicas a partir del análisis realizado, el cual que permitirán cumplir y alcanzar el nivel de funcionalidad deseado en el producto de software, a través de técnicas de usabilidad, como el nivel en que el software puede ser utilizado por varios usuarios finales y alcanzar los objetivos específicos planteados en esta investigación, con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso a través de técnicas de usabilidad en la forma de incrementos al proceso de desarrollo de software, cada etapa debe tener siempre como principal objetivo generar ciertos productos bien definidos y especificados, de esta forma tal que, los desarrolladores pueden saber dónde pueden enlazar las técnicas y actividades de usabilidad en el proceso de desarrollo de software.

Para lograr que un software sea usable en el tiempo, el analista y desarrollador de sistemas debe de tener un alto nivel de abstracción de la problemática y llevarlo a un nivel de abstracción más específico. Se propone aplicar un modelo que presentan los procesos, los flujos y la estructura de los datos de una manera descendente, por descomposición funcional.

Por lo tanto, el desarrollo de software exige la presencia constante del atributo “Usabilidad” como métrica para el éxito de un producto de software y saber, si el modelo de procesos y datos influye en la usabilidad (eficacia, eficiencia y satisfacción) de proyectos de

desarrollo de software, se aplicó un test de usabilidad y acciones necesarias para garantizar la usabilidad en las etapas fundamentales del desarrollo de software.

## **1.6. Limitaciones de la Investigación**

La usabilidad forma parte de la calidad de software, estudia la manera de diseñar sistemas de información para que los usuarios finales puedan interactuar a través de su interface, producto de un correcto análisis y diseño de estos; necesidad fundamental de todo sistema funcional a lo largo del tiempo, el cual permite alcanzar niveles óptimos de eficacia, eficiencia y satisfacción del producto de software que espera tener como aliado para su organización.

Las limitaciones que se presentó durante el desarrollo y ejecución de la investigación son las siguientes:

4. Falta de disponibilidad de información actualizada y especializada en métodos que aseguren la usabilidad de software.
5. Falta de confiabilidad de la información encontrada en Internet.
6. Vigencia tecnológica, de herramientas CASE para el análisis de datos y procesos.
7. Predisposición por parte de los tesisistas y desarrolladores de los proyectos de desarrollo, para la aplicación del modelo propuesto, por derechos de autor: Universidad Privada y Universidad Nacional de Abancay.

## **1.7. Objetivos.**

### ***1.7.1. Objetivo General.***

Determinar si la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la Usabilidad de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.

### **1.7.2. *Objetivos Específicos.***

1. Precisar si la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la Eficacia de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
2. Precisar si la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la Eficiencia de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
3. Precisar si la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la Satisfacción de los usuarios en Proyectos de desarrollo de Software de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.

## **1.8. Hipótesis.**

### **1.8.1. *Hipótesis General.***

La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la Usabilidad en Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.

### **1.8.2. *Hipótesis Específicas.***

4. La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la Eficacia de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
5. La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la Eficiencia de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.

6. La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la Satisfacción de los usuarios en Proyectos de desarrollo de Software de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco Conceptual.

#### 2.1.1. *Modelo de Análisis de Procesos y Datos*

La importancia de construir un modelo dentro de un diseño, representa y describe un aspecto específico del sistema, que se está modelando; habitualmente, se busca plantear y construir nuevos modelos, que permitan; controlar situaciones previstas como imprevistas en el diseño y modificar su estructura, y se comporte del modo deseado.

El diseño es un proceso disciplinado que se utiliza para crear y definir una solución tecnológica para cierto problema, como la arquitectura, datos, módulos e interfaces de un sistema, suministrando así un camino correcto desde los requerimientos hasta la implantación; a través de una metodología de desarrollo de software a lo largo del ciclo de vida de desarrollo, por alguna aproximación filosófica.

Cuando se da inicio a un proyecto de desarrollo de software, nos encontramos con diferentes modelos orientados a los requerimientos de software que permiten realizar un análisis del sistema en estudio; Pressman (2010) los clasifica como: Modelos basado en escenarios, modelos de comportamiento, modelo de clases y modelo orientado al flujo.

Para el desarrollo de esta investigación, se enfatiza el paradigma: Modelo Orientado al Flujo, que representa los elementos funcionales del sistema y la manera como transforman el flujo de los datos a través del sistema, en la estructura de software.

El analista de sistemas construye y diseña el modelo con los requerimientos obtenidos del usuario, con el propósito de validar requerimientos del software, y la probabilidad de detectar errores que surjan al momento de hacer uso del sistema que ha desarrollado.

Este modelo –MAPD–, proporciona al desarrollador de un proyecto de software, la información necesaria, que se traduce en diseños de arquitectura, componentes e interfaz, a través de los diagramas de flujos de datos; este modelo conduce a una descomposición

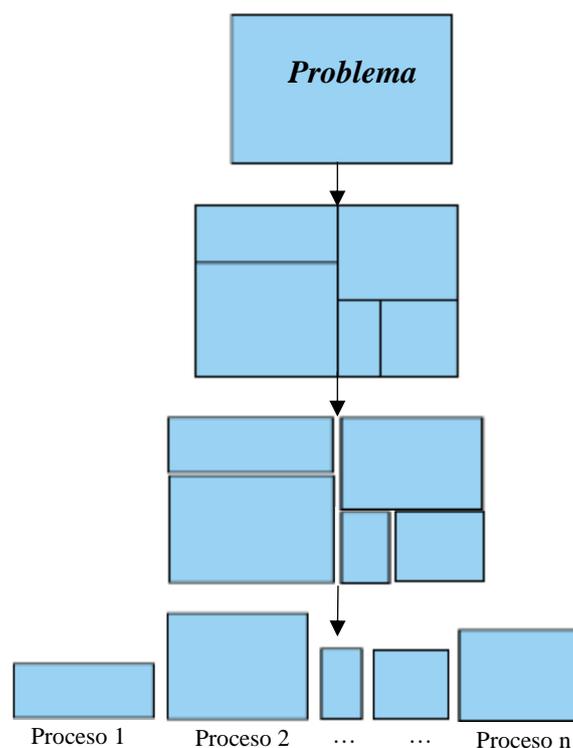
funcional; el cual permitió desarrollar y construir sistemas de software complejos, a través de modelos lógicos y físicos, los cuales le dan soporte a este modelo.

Por lo tanto, el Modelo de Análisis de Procesos y Datos (MAPD) propone al analista y al usuario los medios necesarios para evaluar la “Usabilidad”, una vez desarrollado el software emprendido, en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región de Apurímac.

Un sistema complejo se puede dividir en piezas más operativas y simples (descomposición funcional); cuando se abstrae el mundo real y se requiere cubrir una necesidad, se realiza el análisis de requisitos, luego se produce un modelo funcional para el software propuesto,

### Figura 1

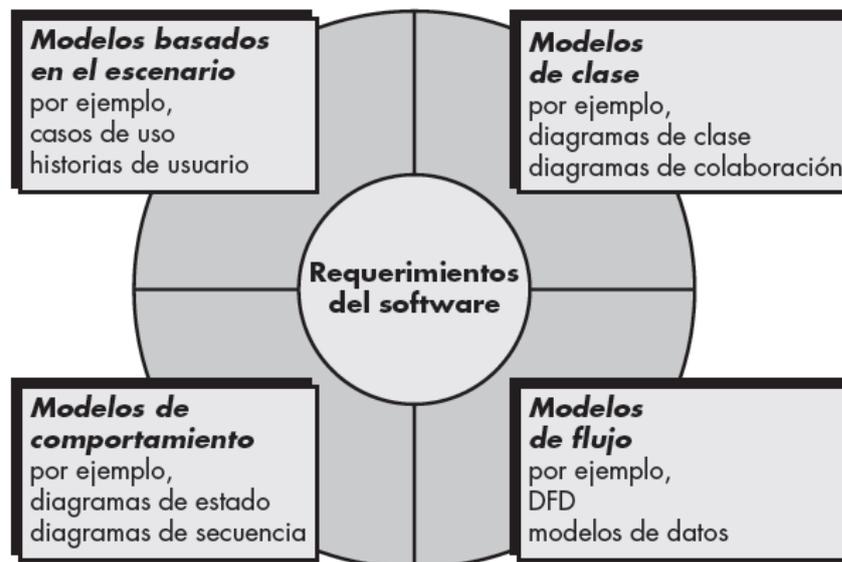
*Descomposición funcional de la necesidad, fuente elaboración propia.*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 2**

*Modelo de requerimiento de software orientado al flujo.*



*Nota.* Ingeniería de Software – Un enfoque práctico 7ed Roger S. Pressman

El MAPD, es más especializado y apropiado cuando se desarrolla una aplicación que maneja información compleja (datos y procesos que lo transforman) y que fluye por el sistema; el desarrollador debe utilizar el modelo como base para el análisis y diseño del software a través de heurísticas de diseño. Este modelo se utiliza para describir sistemas como una jerarquía de control de funciones, a través de notaciones basadas en diagramas, que representan entidades, actividades y relaciones; los cuales nos sirven como herramienta para el análisis funcional de los procesos en todos sus niveles, determinando todas las necesidades más relevantes de los usuarios finales, a través de una jerarquía de control de procesos y datos; factorizando funciones propias de cada proceso y establecer así, una base para la creación y elaboración de un diseño de software, el cual sea usable en el tiempo, una vez construido el software.

Según, Yourdon (1993), en su libro Análisis y diseño estructurado moderno, y a través de los estudios realizados por Constantine et al. (1979), proponen el Diagrama de Flujo de

Datos (DFD), como una herramienta de análisis de sistemas, que es particularmente útil en los campos de Ingeniería de software y desarrollo de sistemas de información.

Los Proyectos de desarrollo de Software son sistemas que consisten en fuentes interconectadas, datos, procesos de recolección, archivos, procesos de análisis, conocimiento y usuarios. los DFD pueden ser útiles en el análisis de proyectos de desarrollo de software, ventajoso para desarrollar proyectos individuales e investigadores, asesores de investigación, supervisores de investigación, y gestores de investigación.

El modelo de análisis de procesos y datos identifica cuatro principales de componentes: Procesos, entidades, Flujo de datos y Almacén de datos, los cuales se interconectan entre para poder describir la funcionalidad del Sistema (análisis), a través de DFD identifican explícitamente los principales componentes de las decisiones. Esto significa que DFD pueden ser útiles para centrar la atención en las cuestiones propias del análisis de sistemas, si el sistema a ser analizado es complejo los procesos generan varios subprocesos el cual permitirá refinar el ingreso y salida de datos de cada uno de estos subprocesos, los DFD exponen fácilmente errores de planificación y análisis. Esto significa que los DFD pueden ser útiles en la identificación de errores de planificación. Por lo tanto, al centrar la atención de los investigadores en temas clave de análisis y planificación en proyectos de desarrollo de software.

El MAPD, comienza con los procesos de análisis y diseño, luego se elabora un modelo conceptual del sistema en estudio, se identifica la cantidad de procesos que tiene cada uno de los sistemas a partir de un conjunto de requisitos funcionales solicitados por los usuarios.

**Figura 3***Modelo de procesos y datos (MAPD)*

*Nota.* Elaboración propia.

Así, el diseño preliminar que se obtuvo de los proyectos evaluados es valorado a ciertos atributos de calidad, específicamente a la usabilidad en nuestro caso.

Si el valor obtenido de usabilidad es apropiado en relación a lo solicitado en los requisitos por parte del usuario, el diseño finaliza y se pasa a la etapa de desarrollo. Si la usabilidad necesita mejorar, se realiza una retroalimentación en los procesos para poder mejorar la arquitectura de software y patrones, hasta que el grado de usabilidad sea el pertinente.

En este proceso se evaluará la usabilidad del sistema una vez culminado la aplicación del MAPD, se pretende proyectar y adelantar la etapa de evaluación y mejora de la usabilidad con la finalidad de mejorar esfuerzos en el proceso de desarrollo de software.

Por lo tanto, el diseño estructurado se caracteriza por la identificación, selección y organización orientado al flujo y sus relaciones a través de los DFD a una estructura de programa o arquitectura de software, de un proceso de seis pasos Pressman (2010), tales que permita el desarrollo de software que no requiera elevados costos de mantenimiento:

1. Establecer el tipo de flujo
2. Señalar e Indicar las fronteras del flujo
3. Mapear el DFD en la estructura del programa
4. Definir la jerarquía del control
5. Refinar la estructura resultante con el empleo de criterios de medición para el diseño y heurísticos
6. Mejora y elaborar la descripción arquitectónica.

A. **Diagrama de Flujo de Datos.** Es una técnica y representación gráfica de modelización de un sistema, que ilustra como fluye los datos a través de diferentes procesos funcionales, conectados entre sí por flujos de datos y almacenes de datos. Los diagramas de flujo de datos (DFD), detallan procesos y se realizan en distintos niveles de abstracción.

Pressman (2010), en su libro Ingeniería de Software, se orienta del Análisis Estructurado y lo denomina como Modelo Orientado al Flujo como una técnica de notaciones más utilizada para realizar el análisis de los requerimientos; nos indica que los elementos orientados al flujo representan al sistema como una transformación de la información e ilustran la forma en la que se transforman los objetos de datos cuando fluyen a través de las distintas funciones del sistema.

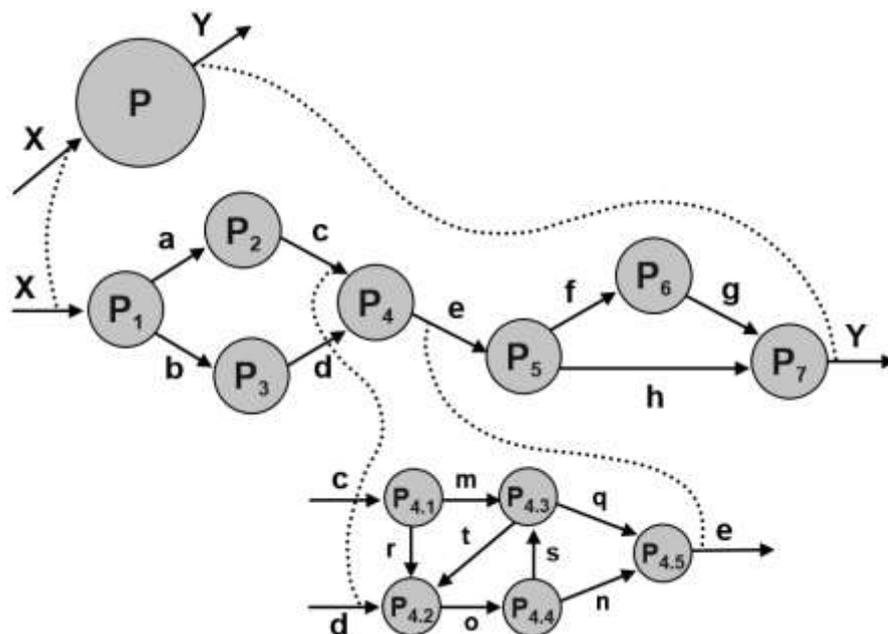
El modelado del análisis conduce a la creación de cada uno de los componentes del modelado; como las entidades, almacén de datos, procesos y flujos de datos, consecuencia del análisis y abstracción del mundo real por parte del desarrollador de software o necesidad del proyecto de software; el modelado difiere de un proyecto a otro. Sólo deben usarse elementos de modelado que agreguen valor al modelo; se puede modelar organizaciones enteras, según las necesidades y requerimientos del usuario final.

El MAPD, hace uso de los DFD como herramienta, los cuales extienden la perspectiva y presenta los requerimientos en niveles de procesos, funcionalidad y flujos del sistema, a través de un modelo de abstracción funcional, que permite refinar las funciones de los proyectos de software, en todos sus niveles, de forma general y detallada del tipo entrada, proceso y salida para los sistemas que se desarrollan, y modelar organizaciones.

Por lo tanto, un DFD, permite visualizar un sistema en estudio como una red de procesos funcionales más eficiente a la hora de medir los procesos, se utiliza para expresar la carga de procesos, de una manera bastante grafica denominado también como diagrama de flujo de trabajo.

**Figura 4**

*Jerarquía de control de un DFD, mediante factorización de procesos.*



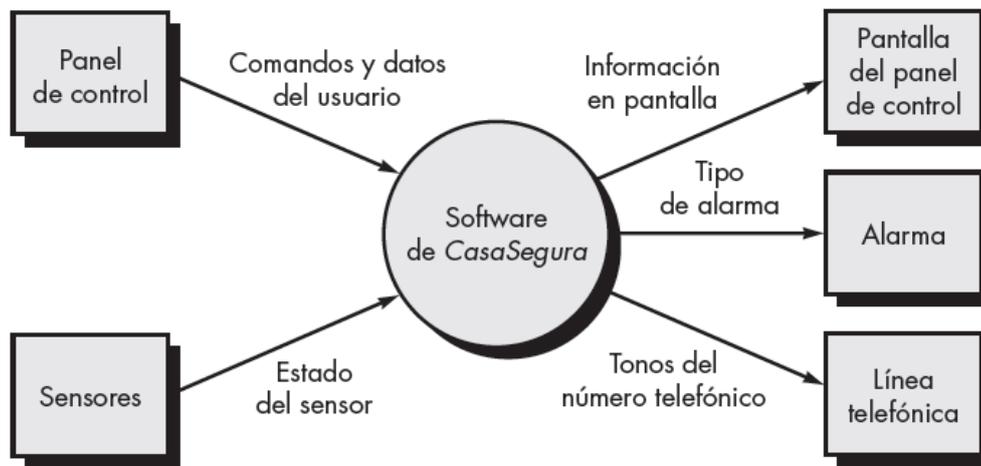
*Nota.* Elaboración propia.

Los DFD modelan sistemas operacionales de proceso de información, donde las funciones del sistema son muy importantes y más complejos que los datos que se envía y maneja de proceso a proceso.

Los DFD se utiliza como una herramienta planeación estratégica. Los componentes de un diagrama típico de flujo de datos son: Entidades, procesos, flujo de datos y almacén de datos.

**Figura 5**

*DFD de Nivel 0 – Diagrama Contextual.*

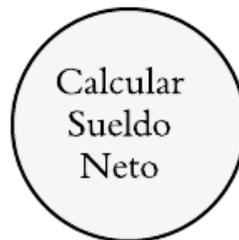


*Nota.* Ingeniería de Software – Un enfoque práctico 7ed Roger S. Pressman

**B. Proceso.** El proceso, transforma la información que les llega, de los flujos de datos; se representa gráficamente como un círculo, como se muestra en la figura 6. Los procesos deben de ser capaces de generar flujos de datos de salida (output) a partir de los flujos de datos de entrada (input); los procesos realizan alguna actividad y funciones específicas en el sistema. Los procesos pueden ser realizados por personas, área o departamento, computadora personal u otro dispositivo.

**Figura 6**

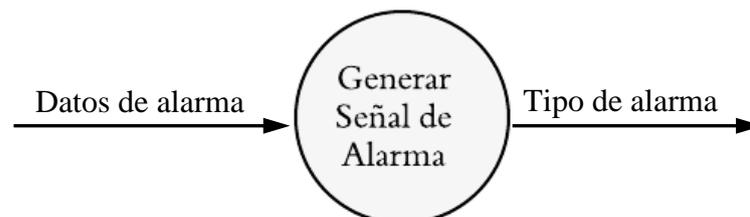
*Notación de Proceso Calcular Sueldo Neto.*



Para nombrar a un proceso se necesita dos palabras, un verbo y objeto, ejemplo calcular impuestos, calcular sueldo neto, autorizar firma. En la aplicación del modelo, en algunos proyectos, el proceso tiene el nombre de un grupo o persona, por ejemplo, un departamento, área de una organización o de un dispositivo electrónico, como una computadora, tablet o smartphone.

**Figura 7**

*Notación de Proceso con flujos de entra y salida.*



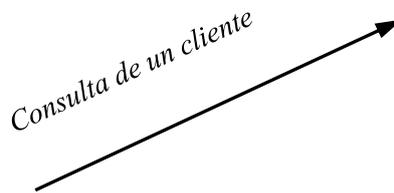
**C. Flujo de Datos.** Un flujo de datos, se usa para describir información de una parte del sistema a otro a través de paquetes de información, gráficamente se representa por una flecha que ingresa o sale de un proceso, los flujos de datos, en la mayoría de los sistemas que se modela, representan e incorporan datos, es decir, caracteres, números de punto flotante, mensajes y diferentes tipos de información con los que los desarrolladores pueden tratar.

El nombre del flujo de la figura 8 representa el significado del paquete (solicitud o pregunta del cliente) de información que se mueve a lo largo de los flujos de datos, llevando un tipo de paquete (información relevante).

Los flujos representan la dirección de los datos que se están moviendo hacia adentro o hacia fuera (input flow y output flow) de un proceso hacia otro o viceversa.

### Figura 8

*Notación de flujo de datos.*



**D. Almacén.** El almacén, representa un depósito lógico de almacenamiento de diferentes tipos de información física como: información en una agenda personal, información en una hoja de cálculo, un archivo con datos guardados en una computadora, información en un disco externo; se utiliza para modelar información en reposo del sistema; almacenada temporalmente, para su procesamiento y tratamiento posterior, utilizada por el sistema, independientemente del sistema de gestión de datos.

Un almacén de datos, se denota por dos líneas paralelas, figura 9, el nombre del almacén se escribe en plural, se utiliza también, para los paquetes que entran y salen del almacén por medio de flujos.

**Figura 9**

*Notación de almacén de datos.*

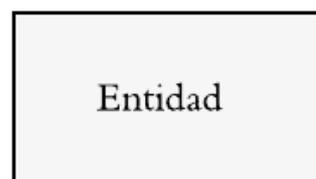


Para el desarrollador un almacén de datos, siempre se referirá a una base de datos; el propósito en todo sistema a modelar, la base de datos será siempre lo más importante, el cual cambiará constantemente en el tiempo (incremento de información).

**E. Entidad.** Una entidad es un generador que proporciona y consume información del sistema; las entidades son externas al sistema, puede representar usualmente una persona, un subsistema, área, organización que interactúa con el sistema, el cual se encuentran fuera de ámbito de desarrollo del sistema; los flujos de datos que salen o ingresan a las entidades externas definen la interfaz entre el sistema y el mundo exterior.

**Figura 10**

*Notación de entidad externa*

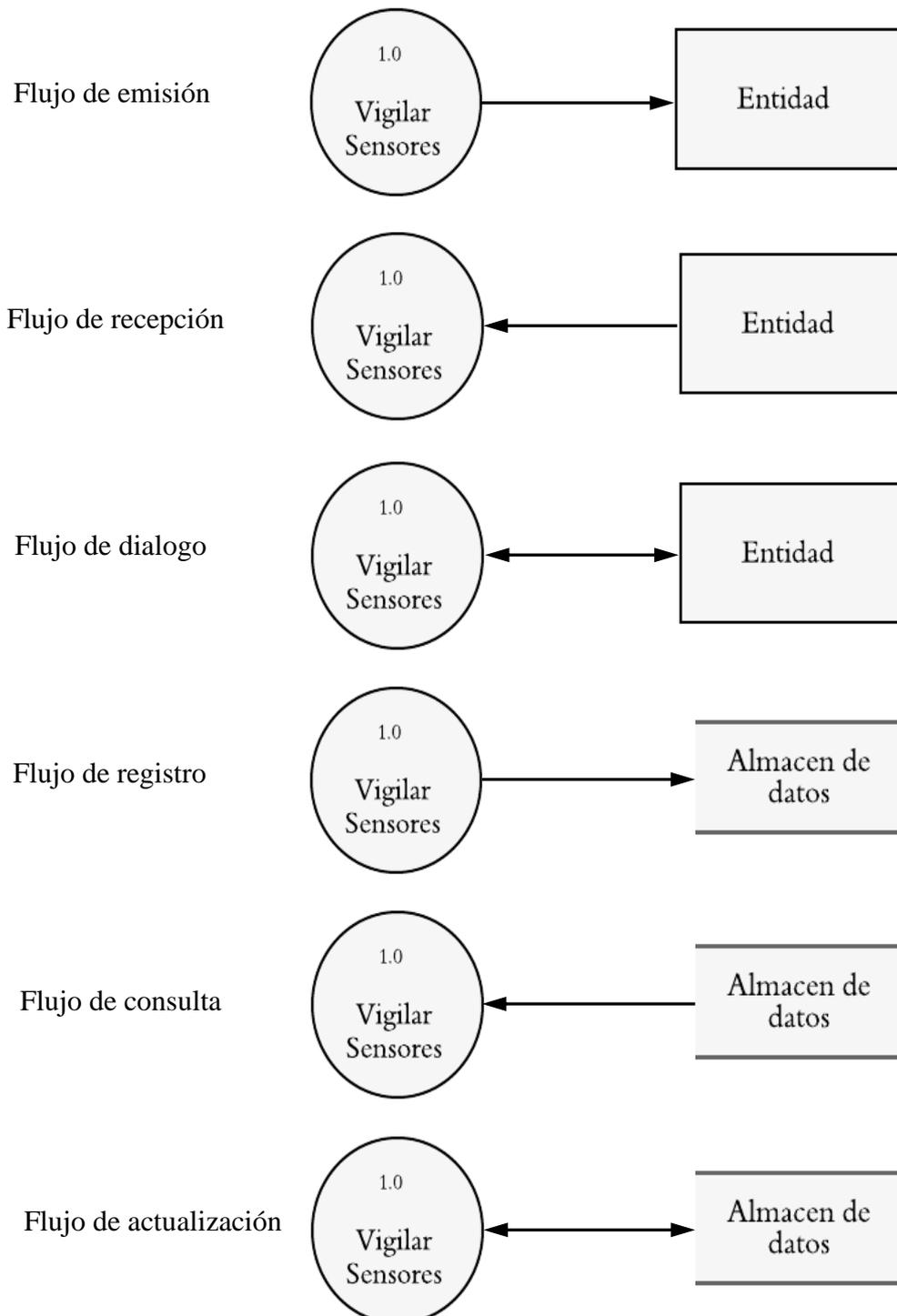


Las entidades son externas al sistema, no se puede modificar los contenidos de una entidad externa; las entidades no se muestran en el modelo de DFD, solo se muestran en el diagrama de contexto o de nivel cero.

### 2.1.2. Interpretación de flujos de comunicación

**Figura 11**

*Notación de utilización de la información*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 12**

*Conexiones permitidas entre componentes de un DFD*

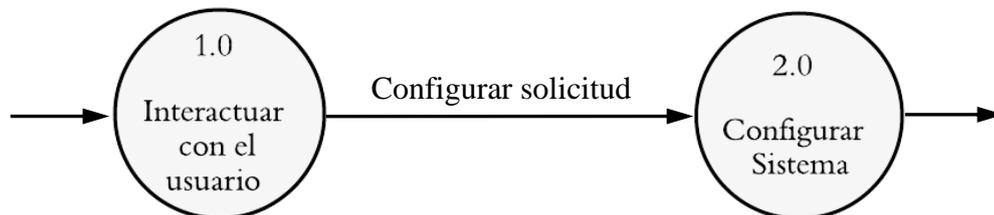
		FUENTE		
		Proceso	Almacen	Entidad externa
DESTINO	Proceso	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>
	Almacen	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>No</i>
	Entidad externa	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>No</i>

*Nota.* Elaboración propia.

Formas de Paso de Datos entre procesos; Transformación: Función, operación, calculo;  
 Filtro: Validación de transacción, verificación de fecha; Distribución: Menú, selección,  
 transacción.

**Figura 13**

*Paso síncrono de información entre procesos.*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 14**

*Paso asíncrono de información entre procesos.*



*Nota.* Elaboración propia.

### **2.1.3. Representación de un modelo de procesos y datos**

Un DFD, muestra un sistema clásico, Entrada-Proceso-Salida, es decir los flujos de información representan los objetos de datos, ingresan al sistema y son transformados por el proceso, y los flujos de salida son resultado del sistema, figura 5. Cuando un DFD, tiene un único proceso, se le conoce como diagrama contextual el cual representa al sistema en estudio; se considera también a todas las entidades externas y flujos de datos que interactúan con este sistema y su entorno.

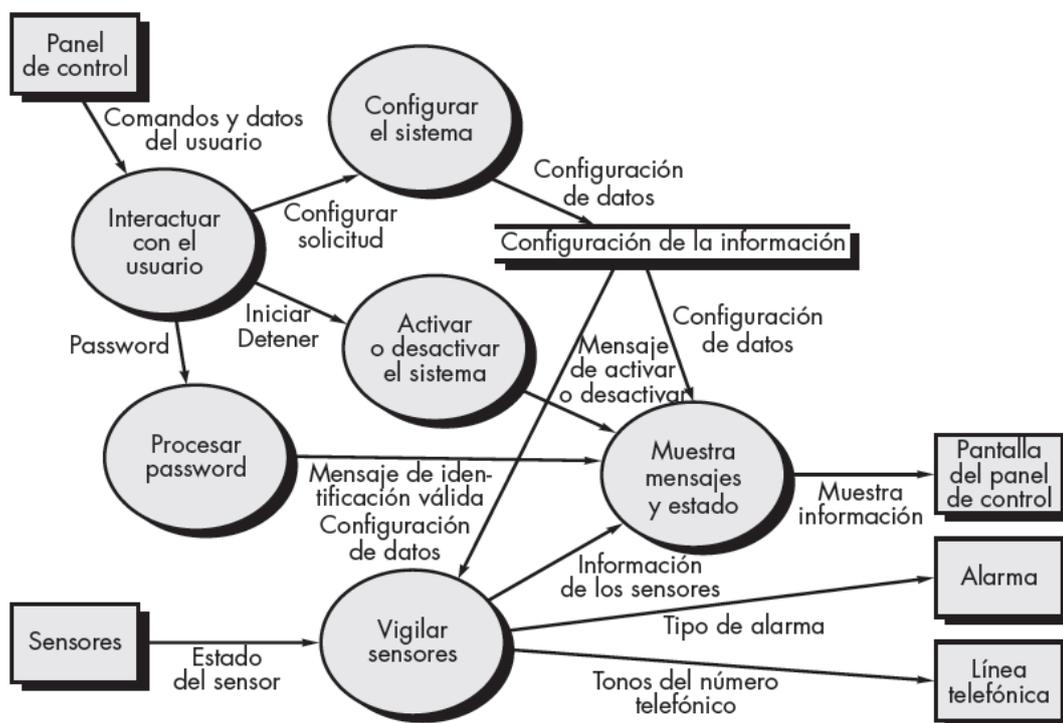
Pressman (2010), El DFD “permite desarrollar modelos jerárquicos funcionales o de dominio mejorando en cada nivel los detalles (descomposición funcional) del sistema que este implica, permitiendo al analista refinar los datos que fluyen por todos los procesos que componen el sistema. Las entidades externas generan y consumen información del sistema”.

En la aplicación del MAPD, al diagrama contextual se le conoce como diagrama de nivel 0 (representa al sistema complejo). Este diagrama, en el tiempo, se debe de expandirse a un modelo de flujo de datos de o diagrama de nivel 1 (representa las funciones del sistema), compuesto de subprocesos, los cuales siempre deben de mantener la continuidad del flujo de información (input flow y output flow) en cada nivel; en el diagrama de nivel 2 (representa las funciones primitivas), están los procesos que no explotan en nuevos DFD.

Para el contexto de la investigación, los proyectos de desarrollo de Software, la aplicación del modelo de procesos y datos; los DFD es un requisito que se necesita para precisar una visión demostrativa y significativa de los requerimientos del software que se quiere desarrollar o crear.

**Figura 15**

*DFD de Nivel de 1 – Procesos Casa Segura.*



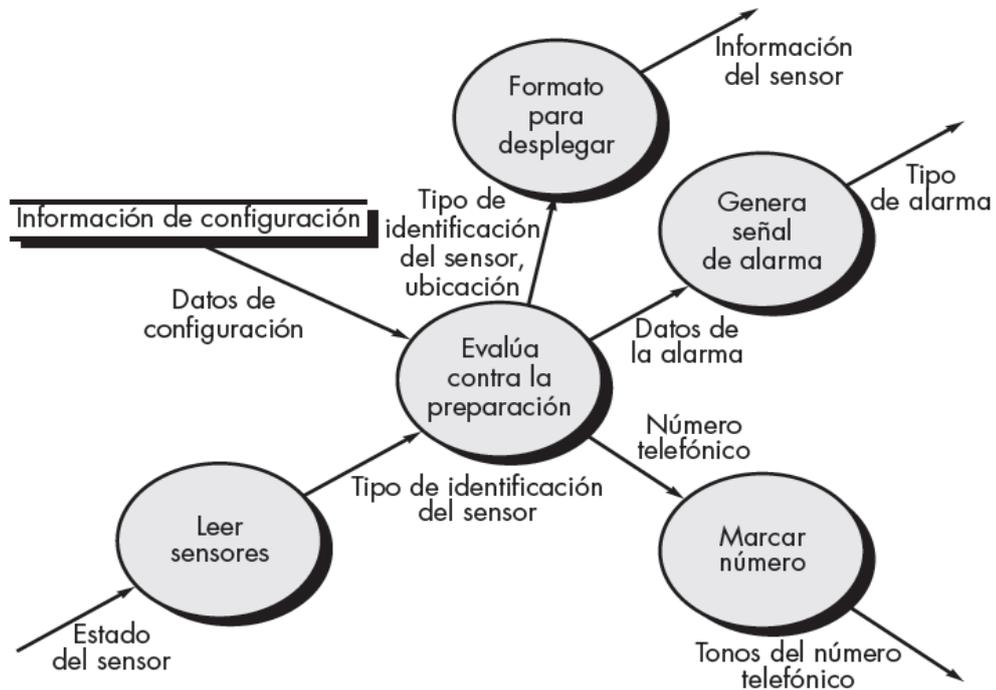
*Nota.* Ingeniería de Software – Un enfoque práctico 7ed Roger S. Pressman

En el DFD de nivel 1, se observa 6 procesos, las entradas y salidas deben coincidir con los flujos de entrada y salida del proceso anterior (diagrama contextual) al que corresponde en el nivel inmediato superior, figura 5.

La descomposición funcional genera subprocesos, porque descienden a niveles inferiores. el proceso vigilar sensores se refina en el DFD de nivel 2, se observa que entre el Nivel 1 y Nivel 2, conserva la continuidad y secuencia del flujo de información, 2 input flow y 3 output flow del proceso vigilar sensores.

**Figura 16**

*DFD de Nivel de 2 – Refinamiento del proceso vigilar sensores*

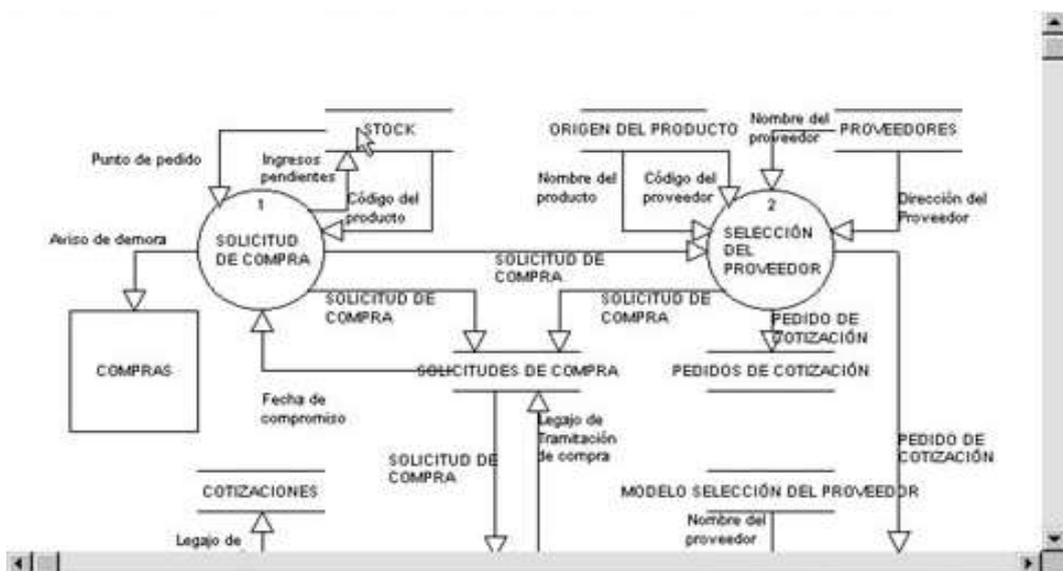


*Nota.* Ingeniería de Software – Un enfoque práctico 7ed Roger S. Pressman

Ejemplo de un DFD de nivel 1, utilizando EasyCASE como herramienta de modelado.

**Figura 17**

*DFD de Nivel de 1 – Sistema de compras.*



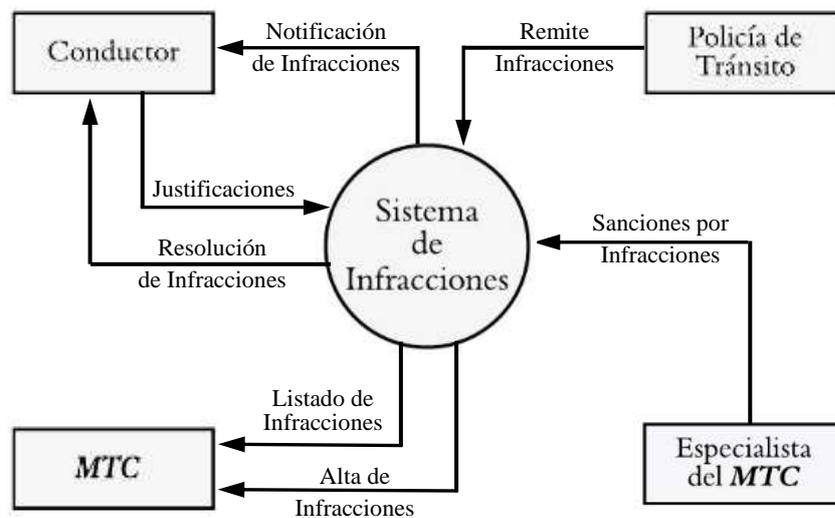
*Nota.* Elaboración propia.

A. **Diccionario de datos.** Diccionario de datos (DD), especifica y describe cada dato; describe el significado de los flujos de datos y de los almacenes de datos, guarda información de todos los objetos que pertenecen a un DFD. Cada proyecto de desarrollo presenta su diccionario de datos y sus atributos con el fin de estandarizar y establecer relaciones funcionales con diagramas de niveles inferiores y estructuras de datos como registros y elementos.

Los DD, complementa a los DFD, porque no es suficiente para entender, comprender y establecer la especificación de necesidades a través de los requisitos; un DD, sigue normas como, orden alfabético.

### Figura 18

*Diccionario de datos.*



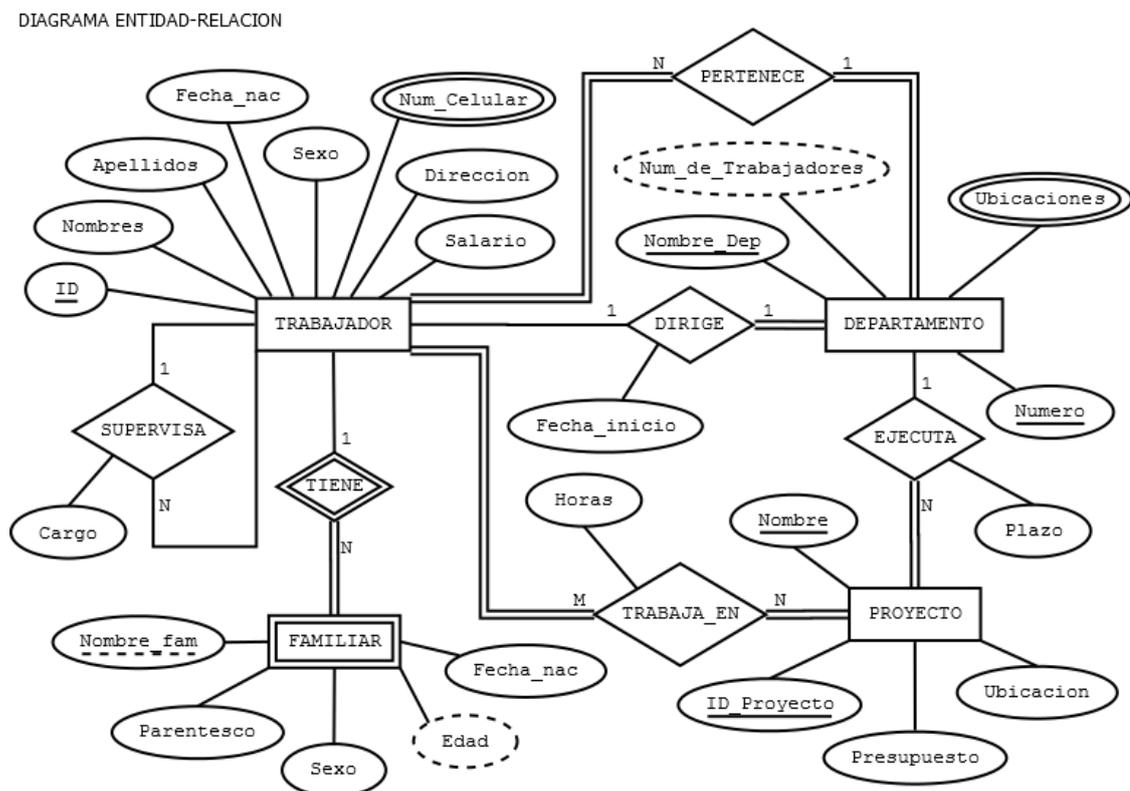
Infracción	= fecha + hora + ID_sancion + [nombre_conductor   placa_vehiculo]
Fecha	= día + mes + año
Día	= [1 - 31]
Mes	= [1 - 12]
Año	= [1940 - 2019]
ID_sancion	= 3{[A - Z]}3 + 6{[0 - 9]}6
Placa_vehiculo	= [1{[A - Z]}2+ - +4{[0 - 9]}4+ - +1{[A - Z]}2]   3{[A - Z]}3+ - +4{[0 - 9]}4]

*Nota.* Elaboración propia.

**B. Diagrama entidad relación.** Es un modelo de red de datos; que permite representar las entidades de un sistema y la distribución de datos almacenados en un sistema. Los diagramas ER se centran en los datos, propiedades y en sus interrelaciones entre entidades; estos diagramas son representaciones completamente estáticas y no proporcionan la información en el tiempo para poder analizarla y medirla.

**Figura 19**

*Diagrama entidad relación.*



*Nota.* Elaboración propia.

#### 2.1.4. Usabilidad

La usabilidad, según la Organización Internacional para la Estandarización en la norma ISO 9241-11:2018 (ratificada), define como: “Grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que usuarios específicos pueden lograr objetivos específicos, en contextos de uso específico”.

En la investigación se interpreta la usabilidad, en términos de, rendimiento y satisfacción del usuario, esto conlleva a que la usabilidad en los proyectos de desarrollo, dependan de las circunstancias específicas en las que se utilizaran los sistemas.

#### Figura 20

##### *Usabilidad*



*Nota.* Elaboración propia.

Según González et al. (2012), en su artículo, muestran la evolución de la usabilidad en los sistemas interactivos y de información; indican que: “La usabilidad proviene del término fácil de usar, que ofrece un sistema, a través de su interfaz”; hacen referencia a diferentes conceptos y modelos de usabilidad, propuestos por diferentes autores como: Norman, Nielsen, Mayhew, Constantine y Lockwood.

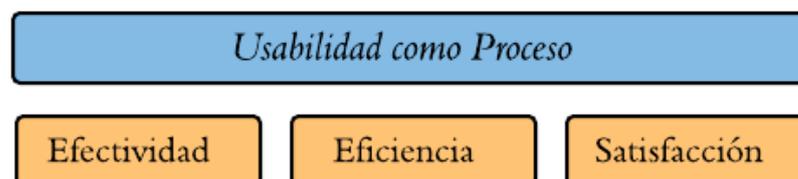
También se apoyaron de estándares internacionales como: (ISO 9241-11:1998), ahora ISO 9241-211), y la ISO/IEC 9126-1:2001, donde la usabilidad está enmarcada en dos entornos: Proceso y producto.

**A. Usabilidad como Proceso.** La usabilidad como proceso tiene y presenta métricas para su evaluación que dependen de evaluar la eficacia, eficiencia y satisfacción, con la que un sistema permite alcanzar objetivos específicos a usuarios concretos en un contexto de uso específico.

Por ejemplo, al momento de evaluar proyectos de desarrollo de software, en un contexto de reutilización de elementos y componentes de software, el sistema que se implementa presenta limitaciones, cuando la eficiencia y efectividad no son los atributos de calidad más demandadas por la exigencia de la situación y plazos establecidos de presentación; pero, cuando estamos utilizando software de simulación o software destinados al entretenimiento, la dimensión satisfacción es una característica de calidad más relevante e importante.

### Figura 21

*La usabilidad como proceso*



**B. Usabilidad como producto.** Según la ISO/IEC 9126-1:2001, es la capacidad de un software enmarcado en la facilidad para ser comprendido, aprendido, usado y que resulte atractivo para el usuario en condiciones específicas de uso.

En la figura 18, se muestran métricas internas propias a los elementos del producto de software y externas cuando los usuarios utilizan el sistema. Entonces, la usabilidad es una métrica de calidad que todo sistema de información debe de poseer, como identificador de la calidad del software.

## Figura 22

*La usabilidad como producto*



Por otro lado, la European Usability Support Centres (EUSC), clasifica los estándares internacionales relacionados con el diseño centrado en el usuario (según su perfil, sus tareas, contexto de uso); y, la evaluación de usabilidad del producto o proceso desde el punto de vista del desempeño y satisfacción del usuario.

**Tabla 1**

*Estándares internacionales de usabilidad (proceso y producto).*

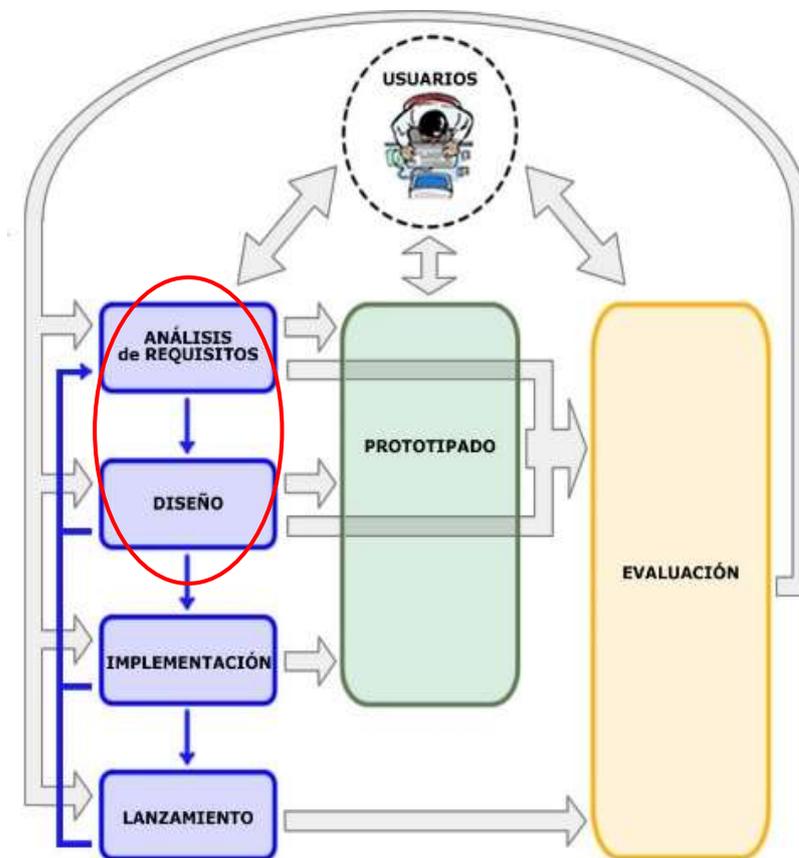
<b>Categoría</b>	<b>Estándar Internacional</b>	<b>Descripción/Partes</b>
<b>Estándar orientado a proceso</b>	ISO 6385 (1981)	Principios ergonómicos en el diseño de sistemas de trabajo.
	ISO 13407 (1999)	Procesos de diseño centrado en el hombre para sistemas interactivos.
	ISO 9241	Requerimientos ergonómicos para trabajos de oficina con terminales de visualización.
		Parte 1: Introducción general (1997). Parte 2: Guía sobre requerimientos de tarea (1992). Parte 11: Guía sobre usabilidad (1998).
	ISO 10075 (1991)	Principios ergonómicos relacionados con la carga de trabajo mental -Términos generales y definiciones.
	ISO/IEC 14598	Tecnología de la información - Evaluación de producto de software.
Parte 1: Visión general (1999).		
<b>Estándar orientado a producto</b>	ISO 9241	Requerimientos ergonómicos para trabajos de oficina con terminales de visualización.
		Parte 3: Requerimientos para la visualización en monitores (1992). Parte 4: Requerimientos para teclado (1998). Parte 5: Requerimientos de postura y "Layout" para estaciones de trabajo (1998). Parte 6: Guía sobre el entorno de trabajo (1999). Parte 7: Requerimientos para el tratamiento de reflejo en monitores (1998). Parte 8: Requerimientos para el uso de colores en monitores (1997). Parte 9: Requerimientos para dispositivos de entrada sin teclado (2000). Parte 10: Principios de diálogo (1996). Parte 12: Presentación de información (1998). Parte 13: Guía de usuario (1998). Parte 14: Diálogos de menús (1997). Parte 15: Diálogos de comandos (1997). Parte 16: Diálogos de manipulación directa (1999). Parte 17: Diálogos para rellenar formularios (1998)
	ISO 11581	Tecnología de la información - Interfaces y símbolos de sistemas de usuario - Símbolos y funciones de iconos.
		Parte 1: Iconos - General (2000). Parte 2: Iconos de objetos (2000). Parte 3: Iconos de punteros (2000). Parte 6: Iconos de acción (1999).

*Nota.* European Usability Support Centres (EUSC)

La medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios, para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado como: Aplicaciones educativas móviles, Aplicaciones web MVC, Prototipos con tecnología Arduino, sistemas de seguridad, entre otras.

**Figura 23**

*Modelo de proceso de usabilidad*



*Nota.* <http://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/>

**C. Organización Internacional de Normalización.** La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha desarrollado una variedad de modelos para especificar y medir la usabilidad del software, pero estos modelos individuales no son compatibles con todos los aspectos de usabilidad.

**Figura 24**

*Métricas de Usabilidad*

Criterio	Métrica
Efectividad	Porcentaje de objetivos logrados Porcentaje de usuarios que completan satisfactoriamente las tareas Media de precisión al completar las tareas
Eficiencia	Tiempo para completar una tarea Tareas completadas por unidad de tiempo Coste económico de realización de la tarea
Satisfacción	Tasa de escala de satisfacción Tasa de uso en el tiempo Frecuencia de quejas



Beltré (2008), establece que para aumentar la calidad de software a través de la Usabilidad en el diseño de un sistema se debe tomar importancia, fundamentalmente, la funcionalidad del sistema de información, presentación de la información y la arquitectura del software. Por lo tanto, Las diferencias de estos 2 estándares hasta ahora nos enmarca en dos enfoques de ver la usabilidad, tanto de la eficacia de los procesos de diseño de software, como de la usabilidad de los productos de software.

Según los La Organización Internacional de Normalización (ISO), conceptualiza al proceso y al producto como:

**D. ISO/IEC 9241 – Proceso.** “Usabilidad es la eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”.

**E. ISO/IEC 9126 – Producto.** “Usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso”.

Abran et al. (2003), la calidad del proceso influye en la calidad del producto y ésta, a su vez, influye decisivamente en la calidad en el uso, de ahí la propuesta de ofrecer un modelo consolidado de usabilidad.

### Figura 25

*Métricas de usabilidad con la calidad de uso*

Criterio	Métrica
Efectividad	Efectividad de las tareas Compleitud de las tareas Frecuencia de errores
Eficiencia/ Productividad	Tiempo de realización de la tarea Eficiencia de la tarea Productividad económica Proporción productiva Eficiencia de usuario relativo
Protección	Protección y salud del usuario Protección de la gente afectada por la utilización del sistema Daño económico Daño software
Satisfacción	Escala de satisfacción Cuestionario de satisfacción Uso discrecional



*Nota.* ISO/IEC 9126-4:2004

La usabilidad es una de las características y factor estratégico de los procesos y productos de desarrollo de software; cuando el software es sencillo de usar, la usabilidad permite conseguir el máximo aprovechamiento de todos los recursos del software y cumple todas las expectativas del usuario.

Según el estándar ISO 9241-11:2018, proporciona un marco para comprender el concepto de usabilidad y aplicarlo a situaciones donde las personas usan sistemas interactivos, productos y servicios.

Por lo tanto, la definición más extendida de usabilidad, “es un atributo de calidad que un sistema, puede ser utilizado por diferentes usuarios y conseguir así, objetivos específicos, con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso específico”.

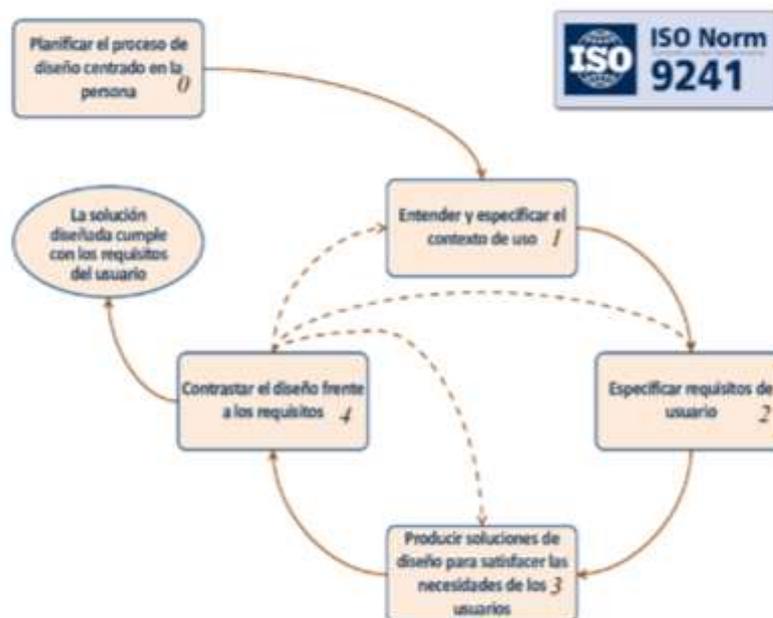
Soto y Miró (2009), mencionan que: “La usabilidad es una condición necesaria pero no suficiente”.

La usabilidad está compuesta de dos tipos de atributos:

1. Atributos cuantificables de forma objetiva: como el tiempo empleado por el usuario para la consecución de una tarea.
2. Atributos cuantificables de forma subjetiva: como es la satisfacción del usuario.

**Figura 26**

*Ergonomía de la interacción Usuario - Sistema*



*Nota.* ISO 9241-210:2018, diseño centrado en el usuario

La usabilidad provee una forma práctica de asegurar que el software desarrollado cumpla con los requisitos exigidos por los usuarios finales, a través de un test de usabilidad

con usuarios. La usabilidad es una condición que todo proyecto de software necesita, pero no suficiente según el contexto en el cual se desarrolla.

Nielsen (2001), considerado el “padre de la usabilidad”, menciona que la usabilidad es un “atributo de calidad”, resultado de diferentes variables y componentes, los cuales pueden ser medidos, y esta va en aumento. Por lo tanto, La usabilidad es un atributo intangible del software, difícil de visualizar, medir y reconocer como un factor determinante de su calidad. Esto genera que un gran número de productos software tengan un nivel de usabilidad deficiente.

No existe la interfaz de usuario perfecta, porque aparecen nuevas necesidades relacionadas al contexto y a su utilización, por lo tanto, la usabilidad en el tiempo, nunca será completo, y que todo diseño siempre será perfectible en el tiempo, y satisfaga las necesidades que el usuario espera y ayude a mejorar la experiencia en el uso de software. La usabilidad en los sistemas información, viene a ser la medida de calidad del software.

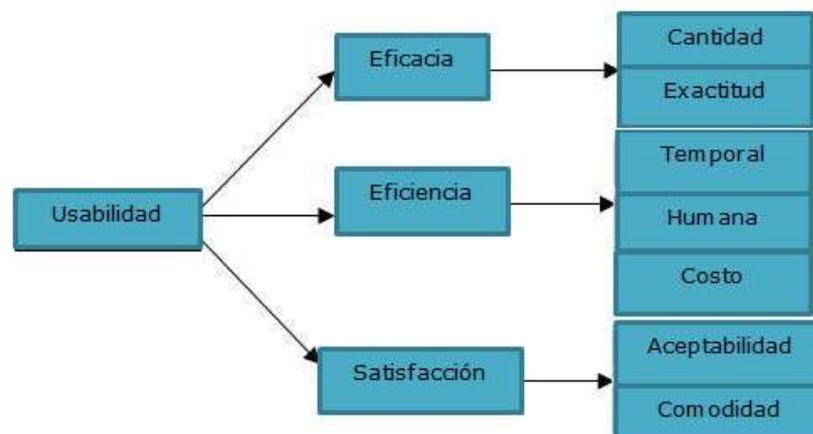
Beltré (2008), en su investigación “Aplicación de la usabilidad al proceso de desarrollo de páginas web”, se apoya en la definición del estándar (ISO 9241-11), contiene en su norma, una visión sobre la aceptabilidad de un producto de software, a través de:

- Eficacia: Representa la exactitud y la cantidad con el cual los usuarios alcanzan sus metas especificadas. Mide usabilidad desde el punto de vista de la salida de la interacción o referida a la calidad de salida. “Las medidas de efectividad relacionan los objetivos del usuario con la precisión e integridad con la que se pueden alcanzar estos objetivos. Por ejemplo, si el objetivo deseado es reproducir con precisión un documento de dos páginas en un formato específico, entonces la precisión podría especificarse o medirse por el número de errores ortográficos y el número de desviaciones del formato especificado, y la integridad por el número de palabras del documento transcrito dividido por el número de palabras en el documento fuente”.

- **Eficiencia:** Son los recursos gastados con relación a la certeza con la cual los usuarios logran las metas. Las medidas de eficiencia relacionan el nivel de efectividad alcanzado con el gasto de recursos. Los recursos relevantes pueden incluir esfuerzo mental o físico, tiempo, materiales o costos financieros. Por ejemplo, si el objetivo deseado es imprimir copias de un informe, entonces la eficiencia podría especificarse o medirse por el número de copias utilizables del informe impreso, dividido por los recursos gastados en la tarea, tales como horas de trabajo, gastos de proceso y materiales consumidos.
- **Satisfacción:** Mide hasta qué punto los usuarios están cómodos y sus actitudes de aceptación hacia el uso del producto. La satisfacción puede especificarse y medirse mediante una calificación subjetiva en escalas como la incomodidad experimentada, el gusto por el producto, la satisfacción con el uso del producto o la aceptabilidad de la carga de trabajo al realizar diferentes tareas, o la medida en que los objetivos de usabilidad particulares (como la eficiencia o capacidad de aprendizaje) se han cumplido. Otras medidas de satisfacción pueden incluir el número de comentarios positivos y negativos registrados durante el uso.

**Figura 27**

*Dimensiones de usabilidad – estándar ISO 9241-11*

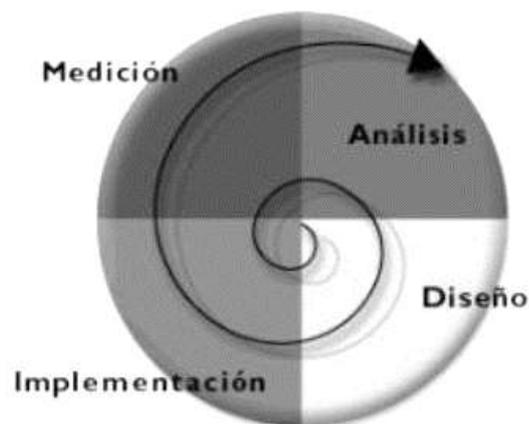


Granollers y Perurena (2004), mencionan a la Ingeniería de la Usabilidad como “una aproximación metodológica que permite desarrollar aplicaciones interactivas con el parámetro de la facilidad de uso o usabilidad como objetivo preferente”.

Mascheroni et al. (2012), en su estudio exploratorio basado en entrevistas realizadas a pymes productoras de software, para saber la importancia que le dan a la usabilidad, técnicas que utilizan y participación de los usuarios; y en qué etapa del ciclo de vida del software se incorporan los métodos y técnicas que aseguran un nivel de usabilidad acorde a los requerimientos del usuario. Los resultados obtenidos indican que las empresas no desconocen la importancia de la usabilidad y que incorporan determinadas técnicas específicas; sin embargo, el grado de participación de los usuarios en el diseño de la interfaz es bajo solo se da al inicio del proceso. Proponen la integración de la Ingeniería de Software y la Ingeniería de Usabilidad.

### **Figura 28**

*Ciclo de vida de la Ingeniería de Usabilidad*



*Nota.* Elaboración propia

El objetivo primordial de la usabilidad, es obtener mejoras en el uso de los proyectos de desarrollo de software dirigidos, para lograrlo, es necesario dar cumplimiento a los procesos que implica el ciclo de vida de desarrollo de software pertinente, que permite obtener sistemas de información que hagan al usuario más productivo, incrementen su eficiencia y satisfacción al utilizarlo.

**F. De la usabilidad a la calidad en uso.** Según (2012), hacen mención del producto de software, incorporando el concepto de *calidad en uso*; en el estándar ISO/IEC TR 9126-4:2004, “mide los efectos de la utilización del software en un contexto específico de uso; sin dejar de lado, las características internas miden el propio software y las métricas externas, que miden el comportamiento del sistema basado en la computadora que incluye el software”.

**G. De la usabilidad a la calidad de la interacción.** La calidad en uso comprende a la usabilidad, cuando el producto de software está siendo utilizado, y aporta como novedad la atención de riesgos y la adecuación del contexto de uso, las métricas ofrecidas para evaluar la calidad en uso, son las aportadas en el estándar ISO/IEC TR 9126-4:2004; y añaden otras características como la seguridad,

**H. Ingeniería de Usabilidad.** Ahora, los sistemas de información web, hacen uso de metodologías y técnicas que permiten el análisis, diseño e implementación; y garantizan la calidad de los sistemas web, y cumpla con las especificaciones de usabilidad, seguridad, accesibilidad y navegabilidad, donde el usuario interactúa con la información a través de bases de datos de; banca móvil, compra de pasajes aéreos, reserva de hoteles, entre otros. Las aplicaciones web ayudan a reducir gastos de personal y tiempo de espera. Por otro lado, las

organizaciones están comenzando a migrar sus sistemas de información, aplicaciones web a la nube (Cloud Computing).

**I. Evaluación heurística.** Una heurística es un conjunto de reglas metodológicas no formales, que propone cómo proceder y qué problemas evitar al momento de generar soluciones que se debería implementar.

Entonces, la evaluación heurística consiste en comprobar reglas de usabilidad a través de un análisis técnico que busca identificar los errores de usabilidad y mostrar oportunidades de optimización, y si es pertinente se realiza un proceso repetitivo constante de mejora, mediante la aplicación heurística necesaria.

**J. Modelo de procesos y datos métricas de usabilidad.** El Modelo de Análisis de Procesos y Datos, incorpora atributos de usabilidad, obtiene mejoras a lo largo de todo el proceso de desarrollo, y garantiza el desarrollo de software; en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Andahuaylas, es necesario dar cumplimiento a los procesos que implica el ciclo de vida de desarrollo de software pertinente, que hagan al usuario más productivo, incrementen su eficiencia y satisfacción al utilizarlo.

Para medir o especificar la usabilidad se necesita identificar los objetivos y descomponer la efectividad, la eficiencia y la satisfacción, y los componentes del contexto de uso, en subcomponentes con atributos verificables y mensurables.

**Figura 29**

*Objetivos a lograr Métricas de Usabilidad*



*Nota.* SOPRA – Directrices de usabilidad

**Tabla 2**

*Estándares internacionales utilizados en la investigación*

<b>Categoría</b>	<b>Estándar Internacional</b>	<b>Definición</b>
<b>Estándar orientado a proceso</b>	ISO 9241-11, 1998	"La medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos, para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso. "(ISO 9241-11, 1998
<b>Estándar orientado a producto</b>	ISO 9126-1	"La capacidad del producto de software para ser entendido, aprendido, utilizado y atractivo para el usuario, cuando se utiliza en condiciones específicas"

*Nota.* ISO 9241 e 9126

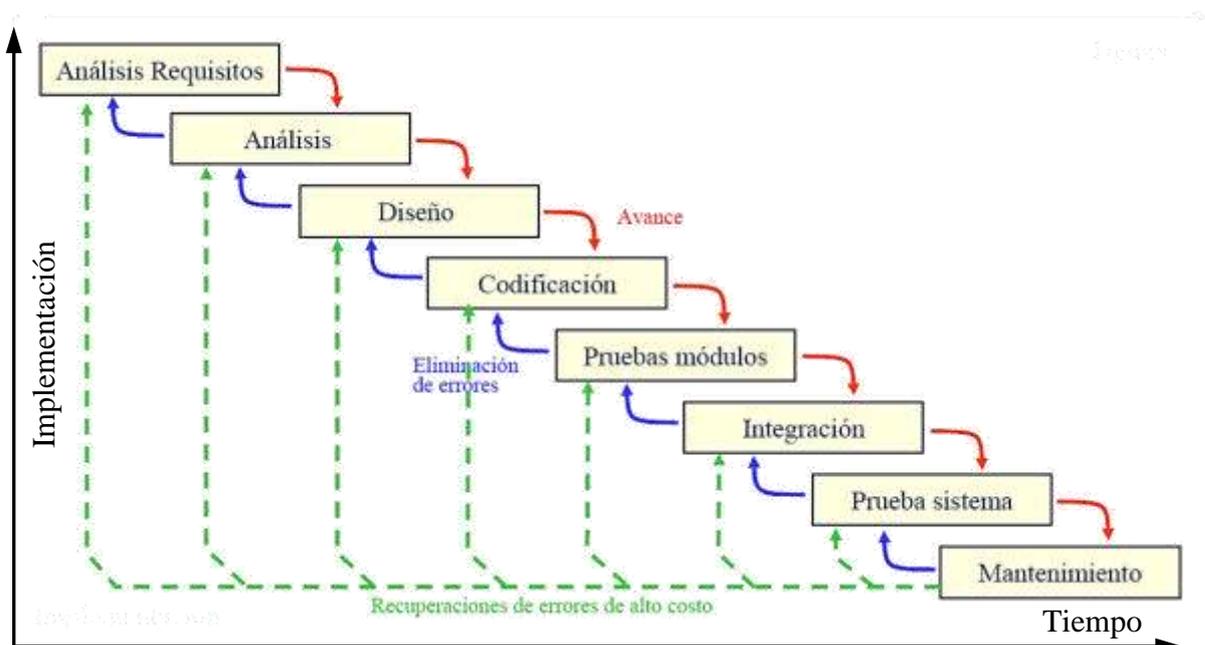
### 2.1.5. Propuesta del Modelo de Análisis de Procesos y Datos

Sabemos que el desarrollo de software es una actividad compleja, de transformación de procesos de la realidad.

El importante trabajo de desarrollar sistemas, como producto de software, y faciliten cumplir tareas a sus usuarios; es ahora “*obtener los requisitos planteados*”, factor muy importante para lograr un producto de software; una vez recopilado los requisitos de los usuarios, se debe hacer un análisis del contexto de desarrollo y seguir especificaciones funcionales a través de un plan, ciclo de vida, método o modelo de desarrollo de software.

**Figura 30**

*Modelo de desarrollo de software en cascada*



Nota. J. M. Drake (2008)

Construir software de acuerdo al uso de métodos, modelos, técnicas, herramientas, y ciertos parámetros; existen varios modelos para especificar el proceso de desarrollo, cada uno de ellos con ciertas ventajas más que otras; el proyecto de desarrollo, debe elegir el más

adecuado, para cubrir sus necesidades. En ocasiones es necesario combinar varios modelos de desarrollo según su contexto.

El Modelo de Análisis de Procesos y Datos (MAPD, hizo referencia la Norma Técnica Peruana - NTP-ISO/IEC 12207:2016 Ingeniería de software y sistemas. Procesos del ciclo de vida del software, 3ª Edición, el 16 de julio de 2016; señala que “El propósito de esta norma es proporcionar un conjunto definido de procesos para facilitar la comunicación entre adquirientes, proveedores y otros interesados en el ciclo de vida de un producto software”.

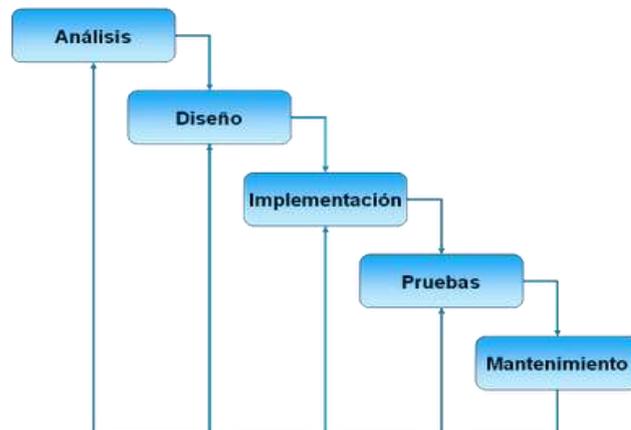
Por lo tanto, esta norma no constituye de manera específica un modelo de ciclo de vida obligatorio a seguir, el proceso de desarrollo e implementación de software tiene etapas según la NTP-ISO/IEC 12207, a saber:

1. Análisis de Requisitos del Software
2. Diseño Arquitectural del software
3. Diseño Detallado del Software
4. Construcción del Software
5. Integración del Software
6. Pruebas de Calificación del Software

Para comprender las diversas metodologías, los desarrolladores establecen pasos genéricos que caracterizan el desarrollo de software de manera independiente del método o modelo de ciclo de vida utilizado; para transformar, de forma ordenada un problema, en una solución de software. Por ende, en esta investigación se hizo uso del modelo genérico de desarrollo.

**Figura 31**

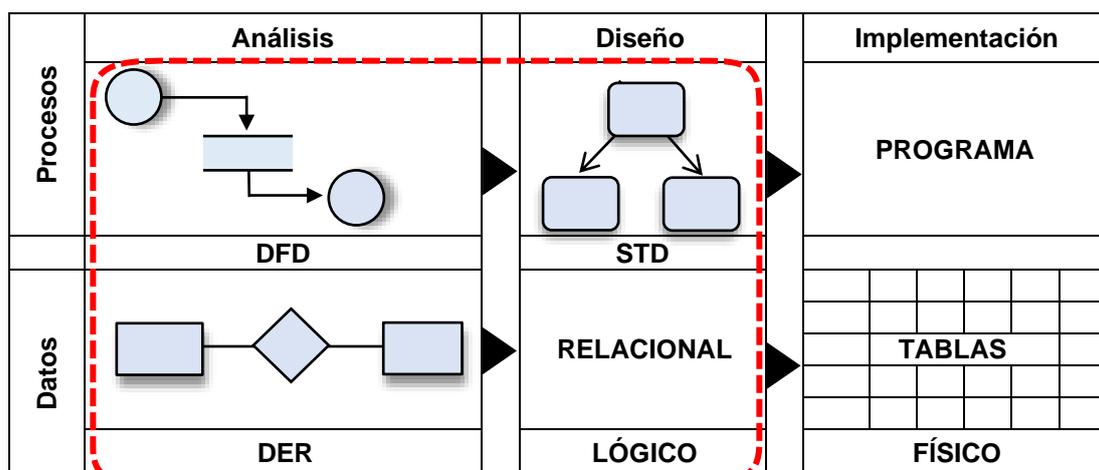
*Modelo de desarrollo de 5 etapas genéricas*



El Modelo de Análisis de Procesos y Datos (MAPD), representa a los procesos de un proyecto de software, desde un punto de vista de datos, a través de diagramas, que facilitan la gestión, restricciones y seguimiento de proyectos de software que define todo el análisis funcional del sistema, etapa indispensable del diseño, que garantiza la usabilidad.

**Figura 32**

*Modelo de análisis de procesos y datos (MAPD)*



*Nota.* Elaboración propia

El MAPD, nos indica cómo proceder con cada uno de los procesos que componen un sistema, diagramas de contexto, tabla de eventos, diagrama de flujos de datos, diccionario de datos y definición de procesos –análisis funcional– y diseño de software –datos–.

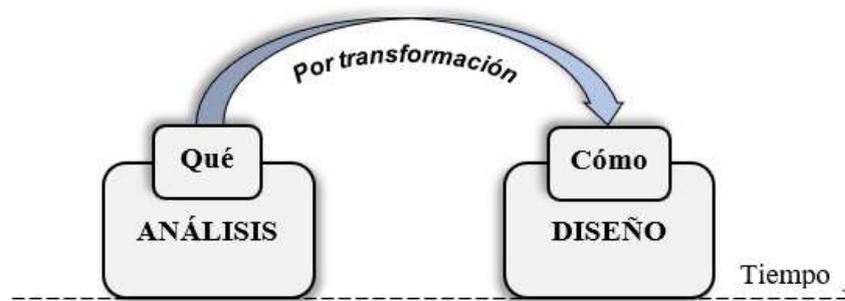
**A. Transición del modelo de análisis de procesos y datos (MAPD).** La transición del Modelo de Análisis de Procesos y Datos se realizó a proyectos de desarrollo de software, en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región de Apurímac en 2 etapas muy importantes: Del Análisis al diseño, en donde el proceso de transición, soporta la complejidad del análisis funcional del sistema y su estructura, a un modelo de datos.

1. El análisis especifica: Qué es lo que el sistema debe de hacer
2. El diseño establece: Cómo alcanzar el objetivo

En esta investigación las etapas de análisis y diseño, ha tenido mayor importancia porque: el análisis se ocupa del “qué” y el diseño del “cómo”, ejemplo, “qué” necesidades tiene el usuario y “como” represento esas necesidades en modelos físicos o lógicos.

### Figura 33

*Modelo análisis de procesos y datos por transformación*



*Nota.* Elaboración propia

El proceso de diseño establece la estructura de datos, traducción de los DFD, a una arquitectura del proyecto de desarrollo de software producto de los requisitos de un sistema de información.

El análisis y diseño de sistemas se realiza en dos momentos: el análisis de sistemas que comprende la planificación, el levantamiento inicial de información y el estudio en detalle del sistema actual para luego recomendar o estructurar las especificaciones necesarias para el nuevo sistema; y el diseño que consiste en llevar a cabo el sistema por medio de la clasificación y empleo de la información de manera que se pueda ofrecer una alternativa mucho más viable.

**B. *Etapas del Modelo propuesto. Primero:*** Especificación de requerimientos de software, es parte fundamental del proceso de desarrollo de software, que describe todas las interacciones que tendrá el software con los usuarios.

1. Se abstrae y esboza a través de un gráfico, las funciones básicas del sistema que debe de cumplir.
2. Identificar las “entidades externas” del sistema, estableciendo los flujos de datos de entrada y de salida del mismo.
3. Establecer los procesos funcionales más importantes para la solución del problema.
4. Definir las estructuras de datos y de código que realicen los procesos.

**Figura 34**

*Mundo real, visión general del problema*



Nota. <https://bit.ly/DFDYaskellyY>

*Segundo:* Los DFD, son modelos que representan gráficamente los *requisitos funcionales* del sistema, apoyados en técnicas de diagramación visual y herramientas de diseño de software; dado que se encontraron deficiencias en esta etapa, que afectan significativamente en el éxito de un proyecto de software.

**Figura 35**

*Propuesta de DFD del sistema*



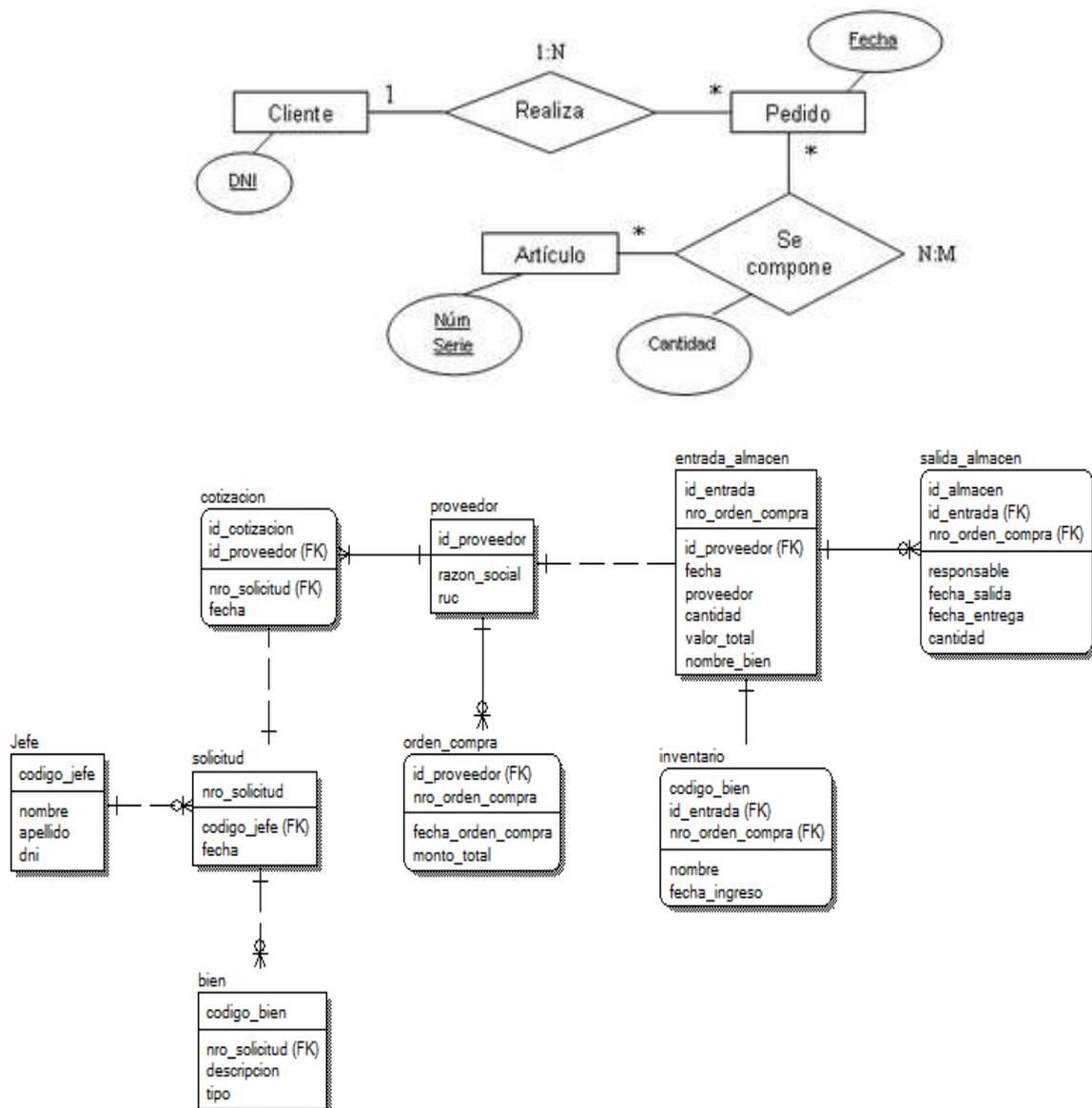
Nota. <https://bit.ly/DFDYaskellyY>

El diagrama de flujo de datos se evalúa para determinar un conjunto de medidas de dominio de información muy relevante, que son requeridas para calcular, la métrica de punto de función (PF); esta métrica *mide la funcionalidad* que entra a un sistema, se utiliza, para estimar el esfuerzo o costo requerido para diseñar, codificar y probar el software.

**Tercero:** Los diagramas ER se centran en los datos, propiedades y en sus interrelaciones entre entidades; se modelan utilizando herramientas CASE, para luego utilizar modeladores de base de datos.

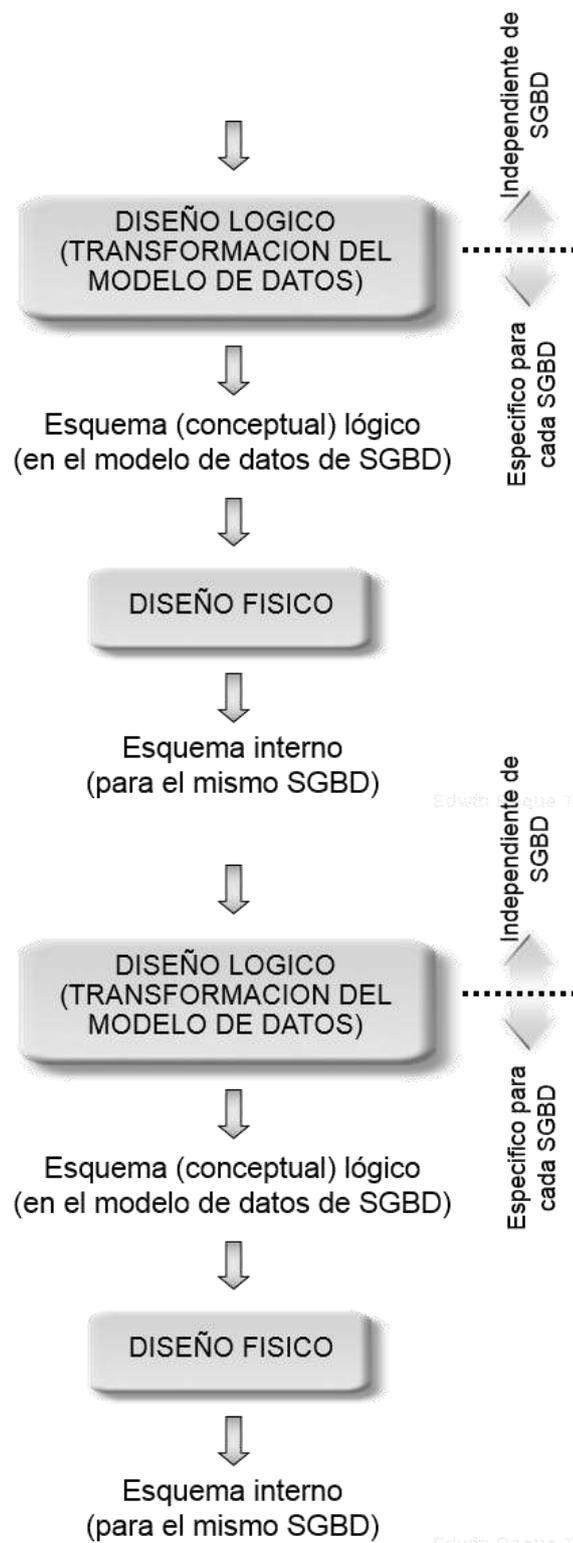
**Figura 36**

*Modelo entidad relación*



**Figura 37**

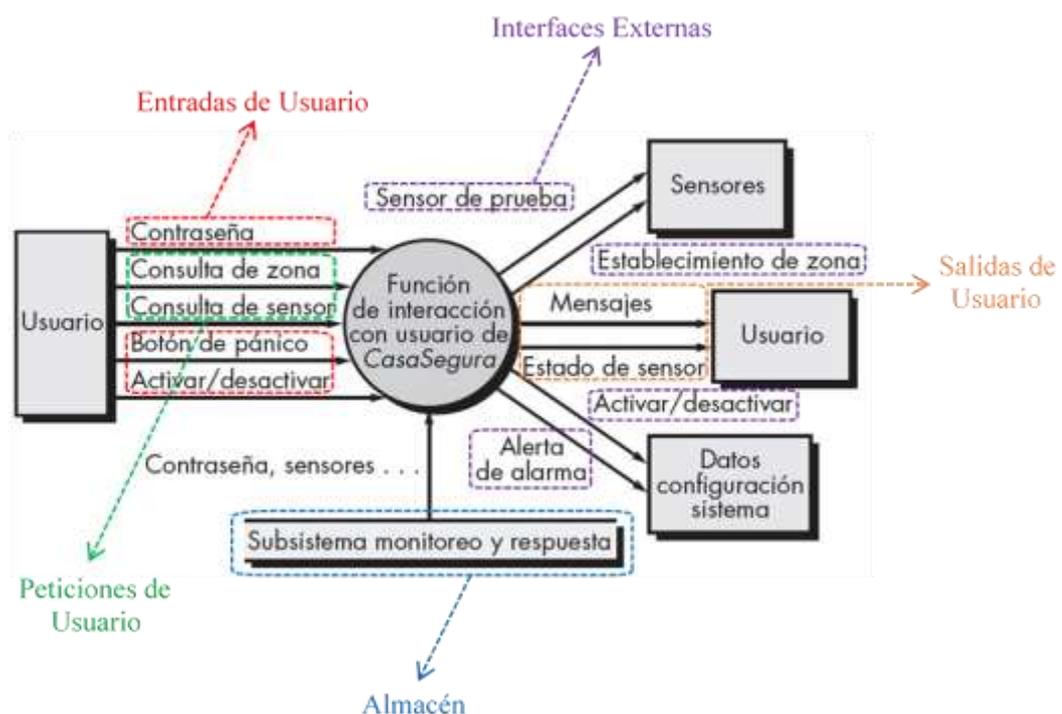
*Modelo lógico y físico de base de datos*



**Cuarto:** Los desarrolladores de software realizan las pruebas necesarias, que aseguren la calidad de software, la usabilidad se considera durante todo el proceso de desarrollo; en el análisis y diseño; se evalúa el diagrama de flujo de datos, para determinar un conjunto de medidas de dominio de información, que centrará en mantener la atención de los usuarios finales, como las características y especificaciones de cada usuario, y visualice, la información que ha solicitado, verifiquen y validen toda la documentación que esta genera.

**Figura 38**

*Métrica orientada a la función*



*Nota.* Pressman (2010) Ingeniería de Software

Entonces, la métrica de Punto de función (PF), mide la funcionalidad, el esfuerzo para diseñar; predice la cantidad de errores probables, que se encontraran durante las pruebas y prevé el número de componentes o líneas de código que se proyecta en la implementación del sistema.

**Figura 39**

*Métrica punto de función (PF)*

Valor dominio de información	Conteo	×	Factor ponderado			=		
			Simple	Promedio	Complejo			
Entradas externas (EE)	3	×	3	4	6	=	9	
Salidas externas (SE)	2	×	4	5	7	=	8	
Consultas externas (CE)	2	×	3	4	6	=	6	
Archivos lógicos internos (ALI)	1	×	7	10	15	=	7	
Archivos de interfaz externos (AIE)	4	×	5	7	10	=	20	
Conteo total	→							50

$$PF = \text{conteo total} \times [0.65 + 0.01 \times \Sigma (F_i)]$$

$$PF = 50 \times [0.65 + (0.01 \times 46)] = 56$$

*Nota.* Pressman (2010) Ingeniería de Software

**Quinto:** Realizar la evaluación heurística de usabilidad al proyecto de desarrollo de software, tiene dos elementos importantes: **primero**, hace referencia a la *funcionalidad del sistema*, operaciones o acciones que el sistema de información realiza y **segundo**, *cómo los usuarios finales pueden hacer uso de la funcionalidad del sistema*. La primera es la que se abordó en esta investigación, a través de la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos, para luego ver la satisfacción y garantizar el éxito de los proyectos de desarrollo de software conducidos.

Por lo tanto, el modelo de análisis de procesos y datos (MAPD), se basa en el estudio de la realidad y el modelado de los sistemas en procesos y flujos de datos, el cual se fundamenta en procesos de descomposición funcional de los sistemas, fase indispensable del diseño que garantiza la usabilidad, a través de diagramas, objetos de datos, relaciones entre ellos y las transformaciones que ocurren durante su ejecución.

### **III. MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Según Hernández Sampieri (2014) el presente estudio será de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, porque tendrá por finalidad la búsqueda y consolidación del marco teórico para aplicarlos en el análisis y evaluación del comportamiento de las variables. Diseño no experimental, sin manipular intencionalmente las variables. Se basa fundamentalmente en la observación de atributos de calidad tal y como se dan en su contexto a través de su interface, para analizarlos y evaluarlos.

#### **3.2. Población y Muestra**

##### **3.2.1. Población**

Para recolectar la información, se ha considerado como población a tres escuelas profesionales de ingeniería de sistemas, de las universidades de la región Apurímac (dos públicas y una privada). Universidad Nacional de Abancay, Universidad Nacional de Andahuaylas y Universidad Privada de Abancay. cada una de aproximadamente de 20 estudiantes de los últimos años y egresados.

##### **3.2.2. Muestra.**

La muestra permite elegir, de la población de estudiantes –desarrolladores–, que han conducido un proyecto de desarrollo de software, se brindara información sobre el propósito y uso de la aplicación del modelo de análisis de procesos y datos, en los sistemas y probar la Hipótesis de la investigación. La muestra será tomada de las tres escuelas profesionales de ingeniería de sistemas a saber:

02 proyectos de desarrollo de la Universidad Nacional de Abancay

02 proyectos de desarrollo de la Universidad Privada de Abancay

06 proyectos de desarrollo de la Universidad Nacional de Andahuaylas

10 proyectos de desarrollo de software conducidos

Muestreo no probabilístico, intencional, no se utilizará ninguna fórmula para calcular tamaño de la muestra, se realizará según criterio del investigador.

### 3.3. Operacionalización de Variables

**Tabla 3**

*Variables de la investigación*

<b>Variab</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>
Modelo de Análisis de Procesos y Datos	Requerimientos	Modelo de contenido	Ordinal
		Modelo de interacción	
		Modelo funcional	
		Modelo de navegación	
		Modelo de configuración	
	Planificación integrada de las necesidades de los procesos	Reducir ambigüedad	
		Obtener descripción precisa	
		Validar diseño del sistema	
		Descripción de procesos	
		DFD	
	Requisitos de las partes interesadas	Requisitos de software	
		Requisitos de interfaces	
		Integrar los requisitos	
		Mantenimiento	
	Estrategias para el desarrollo de software	Escalabilidad	
Diccionario de datos			
Descripción de procesos			
Compleción			
Integridad			
Usabilidad de proyectos de desarrollo de software, según ISO 9241-11	Eficacia	Exactitud	Ordinal
		Tasas de error	
		Numero de fallos de usabilidad	
	Eficiencia	Dificultad de la tarea	
		Tiempo para completar una tarea	
		Tareas completadas por unidad de tiempo	
		Rendimiento	

Satisfacción	$\frac{\text{Tasa de escala de satisfacción}}{\text{Tasa de uso en el tiempo}}$
1 = Para nada Útil, 2 = No tan Útil, 3 = Algo Útil, 4 = Muy Útil y 5 = Extremadamente Útil	
1 = Muy insatisfecho, 2 = Relativamente insatisfecho, 3 = Indiferente, 4 = Relativamente satisfecho y 5 = Muy satisfecho	

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.4. Instrumentos

**Observación Sistemática.** es un elemento principal de un proceso de investigación, de donde se obtiene la mayor cantidad de datos. Se utilizó la observación no directa o no participante porque se emplearon elementos que registraron aspectos visuales de los proyectos conducidos. Por lo tanto, se observó, como los proyectos de tesis se han venido desarrollando según sus características inherentes a sus necesidades, esto nos conllevó a realizar entrevistas y encuestas.

**Focus Group.** Consistió en poner al MAPD como foco de atención a grupos de discusión, con el objetivo de Validar la Hipótesis de Investigación, se entrevistó personalmente a los desarrolladores de los proyectos de software y usuarios finales, este procedimiento habitual fue una conversación guiada y conducida por el investigador (moderador), que planteó 5 situaciones de debate, que requirió de preguntas e ítems preparados y bien estructurados, con el objetivo de obtener datos e información sobre las variables y sus indicadores de la investigación, se organizó un grupo de 10 personas

**Encuesta.** Técnica hecha a través de cuestionarios, que serán citadas por los desarrolladores de proyectos de software, los datos se obtendrán mediante el uso de procedimientos estandarizados, el cual implicará solicitar información a través de cuestionarios, con la fin de saber sobre métricas de usabilidad que se aplicaban en sus proyectos de desarrollo, porque cada proyecto cubre necesidades propias según su contexto; pero siempre existen características similares en las etapas de análisis y diseño de sistemas.

**Figura 40**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<b>Observación:</b> Indirecta Sistemática No participante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agenda de apuntes</li> <li>• Fichas de Observación</li> <li>• Fotografías</li> <li>• Proyectos de desarrollo conducidos y/o culminados</li> </ul>
<b>Entrevistas:</b> Estructuradas Espontanea Dirigida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de entrevista</li> <li>• Bloc de Notas</li> <li>• Grabaciones</li> </ul>
<b>Cuestionarios:</b> Cerrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas</li> <li>• Test de usabilidad</li> </ul>



*Nota.* Elaboración propia.

### 3.5. Procedimientos

**Primera etapa:** Se recopilará información de las tesis y proyectos de desarrollo de software presentadas a direcciones de escuela de las universidades en estudio.

**Segunda Etapa:** Se evaluará los proyectos de desarrollo presentados (2018) y concluidos.

**Tercera etapa:** Se verificará que las aplicaciones y proyectos de desarrollo de software presentados a las escuelas profesionales y sustentadas son funcionales en las organizaciones propuestas o no.

**Cuarta etapa:** Se seleccionará los proyectos según categorías: Proyectos de investigación financiados, en 3 categorías (semilleros de investigación, grado de bachiller y título profesional), establecido por las universidades nacionales y reglamentos de investigación.

**Quinta etapa:** Se aplicará el MAPD en la etapa de Análisis y Diseño para determinar si influye en la Usabilidad de Proyectos de desarrollo de Software en la EPIS de la primera universidad licenciada de la región Apurímac.

**Sexta etapa:** El trabajo se propuso sobre las bases de la ISO 9241 e ISO/IEC 9126, se recogió los elementos que más se direccionaron al objetivo de esta investigación, se evaluó la Usabilidad a través del Método Heurístico (o no empírico) con la participación de profesionales y expertos en Usabilidad, se extrajo de estas métricas la evaluación de usabilidad desde el punto de vista del usuario luego de su interacción con los proyectos de desarrollo conducidos.

### 3.6. Análisis de datos

Con el fin de alcanzar los objetivos del estudio, Los datos se procesaron a través del programa informático Hoja de cálculo, y Software Estadístico V23, luego fueron analizados, según las variables de la investigación X e Y, se interpretaron y presentaron en gráficos y tablas, se utilizó el método cuantitativo para el procesamiento de la encuesta en términos matemáticos, para analizar e interpretar los datos a partir de los resultados obtenidos. Se realizó *métricas de usabilidad* en cada proyecto desarrollado. Se utilizó la estadística descriptiva, frecuencia porcentual, para determinar el nivel de consistencia, pertinencia y los factores críticos que limitan a la investigación, a través del análisis datos e información. La recolección de datos y ciertos análisis preliminares. Sin embargo, es importante mostrar los datos en función de la verificación de cada una de las hipótesis formuladas, ya que estas definiciones condicionaron la fase de recolección de datos.

#### **Variable X:** Modelo de Análisis de Procesos y Datos

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Para nada Útil, **2** = No tan Útil, **3** = Algo Útil, **4** = Muy Útil y **5** = Extremadamente

Útil

**Tabla 4***Variable Independiente*

<b>VARIABLE X</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>
Modelo de Análisis de Procesos y Datos	Requerimientos	Modelo de contenido
		Modelo de interacción
		Modelo funcional
		Modelo de navegación
		Modelo de configuración
	Planificación integrada de las necesidades de los procesos	Reducir ambigüedad
		Obtener descripción precisa
		Validar diseño del sistema
		Descripción de procesos
		DFD
	Requisitos de las partes interesadas	Requisitos de software
		Requisitos de interfaces
		Integrar los requisitos
		Mantenimiento
		Escalabilidad
	Estrategias para el desarrollo de software	Diccionario de datos
		Descripción de procesos
		Compleción
		Integridad
Exactitud		

*Nota.* Elaboración propia.

**Variable Y:** Usabilidad de proyectos de desarrollo de software

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Muy insatisfecho, **2** = Relativamente insatisfecho, **3** = Indiferente, **4** = Relativamente satisfecho y **5** = Muy satisfecho

**Tabla 5**

*Variable Dependiente*

VARIABLE Y	DIMENSIÓN	INDICADORES
USABILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE	Eficacia	Tasas de error
		Numero de fallos de usabilidad
		Dificultad de la tarea
	Eficiencia	Tiempo para completar una tarea
		Tareas completadas por unidad de tiempo
		Rendimiento
	Satisfacción	Tasa de escala de satisfacción
		Tasa de uso en el tiempo

*Nota.* Elaboración propia.

#### IV. RESULTADOS

La presentación de resultados después de haber aplicado el Modelo de Análisis de Procesos y Datos (MAPD), el cual hace referencia al aspecto funcional del sistema, mostrándonos el flujo de datos que todo sistema de información o proyecto de software debe de tener; permitiendo así, representar los procesos de un sistema de información desde el punto de vista de datos y así visualizar *la funcionalidad del sistema*,

La usabilidad como atributo de la calidad de software, muy necesario al momento de emprender un proyecto de desarrollo de software los analistas no aseguran la calidad de sus proyectos de desarrollo y en peor de los casos olvidan mencionar este atributo, pues, la usabilidad implica un proceso iterativo para identificar errores en todo el proceso o ciclo de vida de un sistema, para así incrementar la experiencia del usuario final.

Para mostrar los resultados, de la aplicación del Modelo de análisis de procesos y datos (MAPD), se está nombrando a los 10 proyectos de desarrollo de la muestra, en la tabla 6.

**Tabla 6***Proyectos de desarrollo de software evaluados según MAPD*

<b>N° de Proyecto</b>	<b>Nombre Proyecto</b>
<b>01</b>	Desarrollo de un sistema experto para el proceso de orientación vocacional para estudiantes egresados del nivel secundario
<b>02</b>	Desarrollo de un sistema de horarios académicos con algoritmos genéticos para la escuela profesional de ingeniería de sistemas de la universidad Nacional de Andahuaylas - 2015
<b>03</b>	Desarrollo de una aplicación web, modelo vista controlador (MVC) para gestionar historias clínicas de pacientes de un centro de salud de San Jerónimo
<b>04</b>	Solución de una aplicación inteligente de negocios para el área de compras y ventas de Argos data.
<b>05</b>	Desarrollo de un prototipo ecoeficiente con tecnología Android y Arduino, para el uso del agua potable en los predios del distrito de Talavera
<b>06</b>	Desarrollo de un sistema de seguridad vehicular con geo localización en dispositivos móviles con hardware y software libre
<b>07</b>	Implementación de un sistema web responsive de venta de paquetes de viaje para la empresa Data Traveler, 2018
<b>08</b>	Diseño e implementación de un módulo domótica de bajo costo, para la seguridad de predios en el distrito de san Jerónimo
<b>09</b>	Análisis y Diseño de una Plataforma de E-learning con Chamilo para una institución educativa privada de Abancay
<b>10</b>	Implementación de un sistema de seguridad dactilar con Arduino, con alcocheck e identificación dactilar de motociclistas en el distrito de Andahuaylas

*Nota.* Elaboración propia.

## 4.1. Indicadores de Variable X

### 4.1.1. Modelo de Análisis de Procesos y Datos

A. *Indicadores de la dimensión. Requerimientos*; estos indicadores son parte del MAPD al momento de hacer el análisis y los requerimientos que debe de contar el proyecto de desarrollo.

Los indicadores están valorados en la escala de:

1 = Para nada Útil

2 = No tan Útil

3 = Algo Útil

4 = Muy Útil

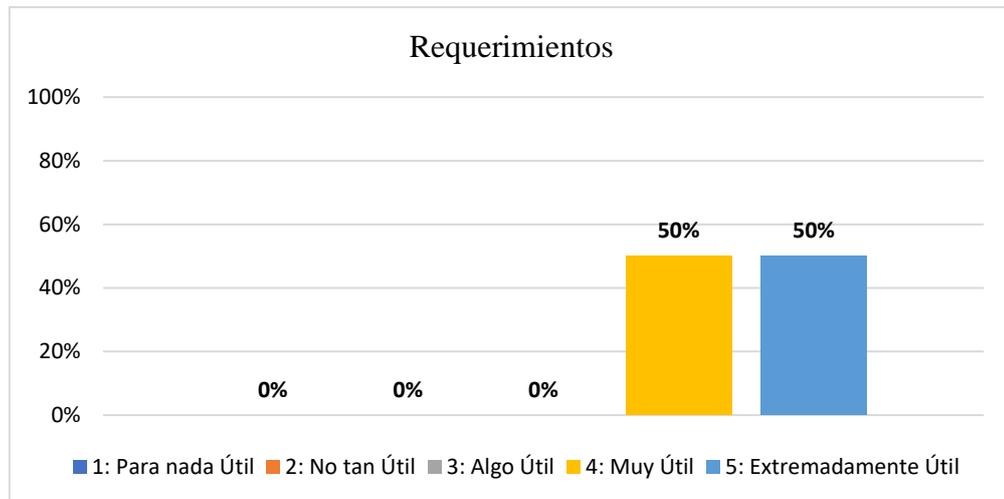
5 = Extremadamente Útil

**Tabla 7**

*Requerimientos*

Proyecto	Indicadores					Prom.
	Modelo de contenido	Modelo de interacción	Modelo funcional	Modelo de navegación	Modelo de configuración	
1	4	4	4	4	4	4
2	5	5	5	5	5	5
3	4	4	4	4	4	4
4	5	5	5	5	5	5
5	5	4	4	4	4	4
6	4	4	5	4	5	4
7	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5
9	5	4	5	4	4	4
10	5	5	5	5	5	5

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 41***Resultados de requisitos*

*Nota.* Elaboración propia.

**B. Indicadores de la dimensión. Planificación integrada de las necesidades de los procesos;** el indicador DFD, es el más importante durante el análisis que realiza el desarrollador, el cual le permite visualizar internamente la funcionalidad con todas sus características de comportamiento con el entorno.

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Para nada Útil

**2** = No tan Útil

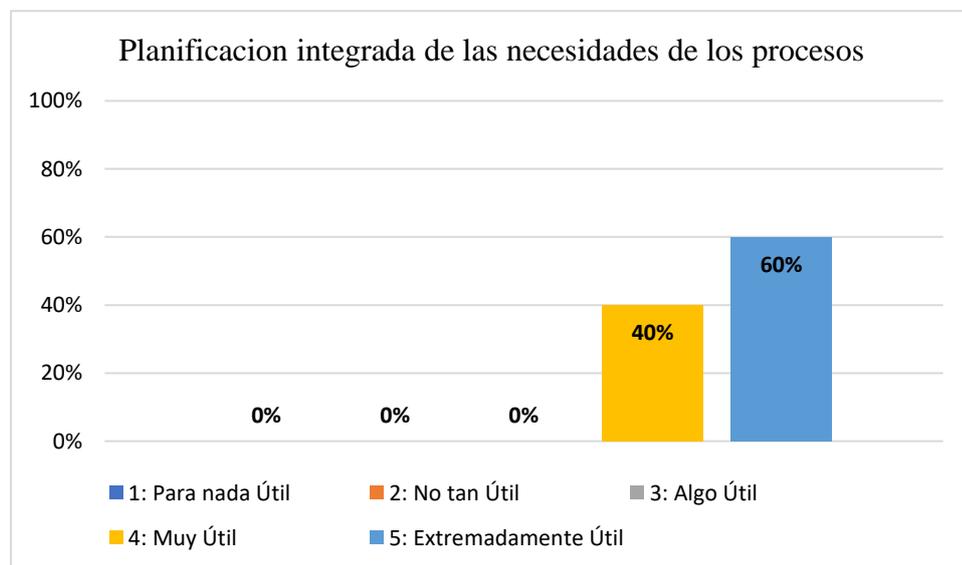
**3** = Algo Útil

**4** = Muy Útil

**5** = Extremadamente Útil

**Tabla 8***Planificación integrada de las necesidades de los procesos*

Proyecto	Procesos					DFD	Prom.
	Reducir ambigüedad	Obtener descripción precisa	Validar diseño del sistema	Descripción de procesos			
<b>1</b>	4	4	4	4	4	4	<b>4</b>
<b>2</b>	5	4	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>3</b>	5	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>4</b>	4	4	4	4	4	4	<b>4</b>
<b>5</b>	5	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>6</b>	4	4	4	5	5	5	<b>4</b>
<b>7</b>	5	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>8</b>	5	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>9</b>	4	4	5	4	4	4	<b>4</b>
<b>10</b>	5	5	5	5	5	5	<b>5</b>

*Nota.* Elaboración propia.**Figura 42***Resultados de planificación integrada de necesidades de procesos**Nota.* Elaboración propia.

**C. Indicadores de la dimensión. Requisitos de las partes interesadas.**

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Para nada Útil, **2** = No tan Útil, **3** = Algo Útil, **4** = Muy Útil y **5** = Extremadamente Útil

**Tabla 9**

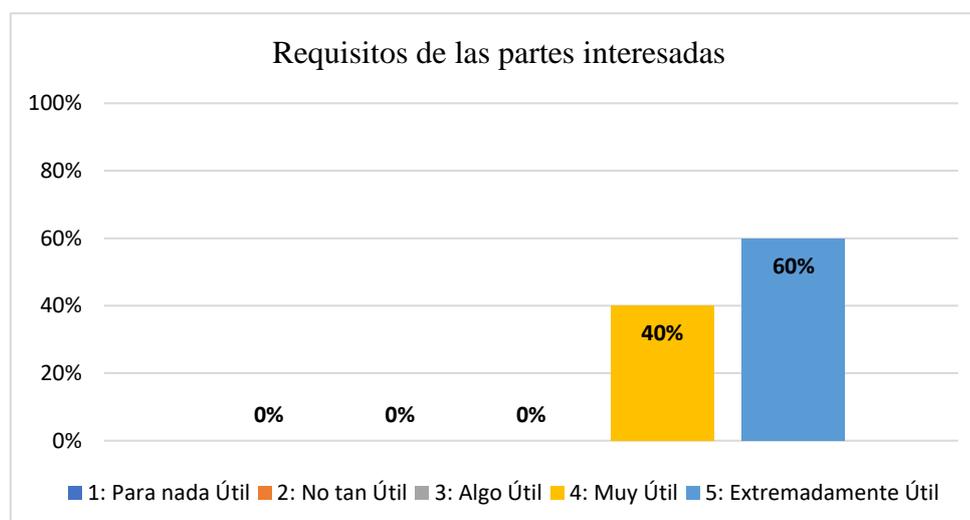
*Requisitos de las partes interesadas*

Requisitos						
Proyecto	Requisitos de software	Requisitos interfaces	Integrar los requisitos	Mantenimiento	Escalabilidad	Prom.
<b>1</b>	4	4	4	4	4	<b>4</b>
<b>2</b>	4	4	4	4	4	<b>4</b>
<b>3</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>4</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>5</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>6</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>7</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>8</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>9</b>	4	4	4	4	4	<b>4</b>
<b>10</b>	4	4	4	4	4	<b>4</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 43**

*Resultados de requisitos de las partes interesadas*



*Nota.* Elaboración propia.

**D. Indicadores de la dimensión Estrategias para el desarrollo de software.**

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Para nada Útil, **2** = No tan Útil, **3** = Algo Útil, **4** = Muy Útil y **5** = Extremadamente Útil

**Tabla 10**

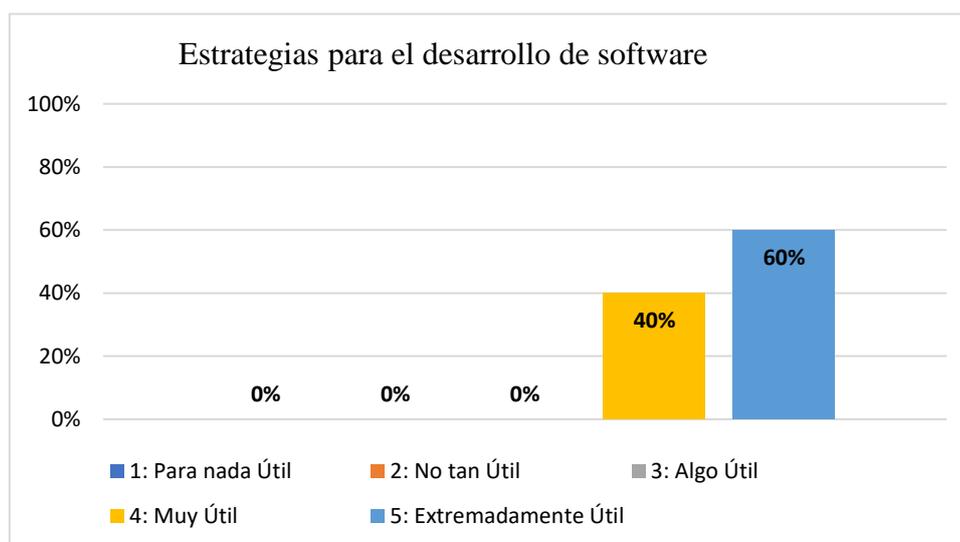
*Estrategias para el desarrollo de software*

Estrategias						
Proyecto	Diccionario de datos	Descripción de procesos	Compleción	Integridad	Exactitud	Prom.
<b>1</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>2</b>	4	4	4	4	4	<b>4</b>
<b>3</b>	4	4	4	4	4	<b>4</b>
<b>4</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>5</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>6</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>7</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>8</b>	4	4	4	4	4	<b>4</b>
<b>9</b>	5	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>10</b>	4	4	4	4	4	<b>4</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 44**

*Resultados de estrategias para el desarrollo de software*



*Nota.* Elaboración propia.

## 4.2. Indicadores de variable Y

### 4.2.1. Usabilidad de proyectos de desarrollo de software

#### A. Indicadores de la dimensión. Eficacia.

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Muy insatisfecho, **2** = Relativamente insatisfecho, **3** = Indiferente, **4** = Relativamente satisfecho y **5** = Muy satisfecho

**Tabla 11**

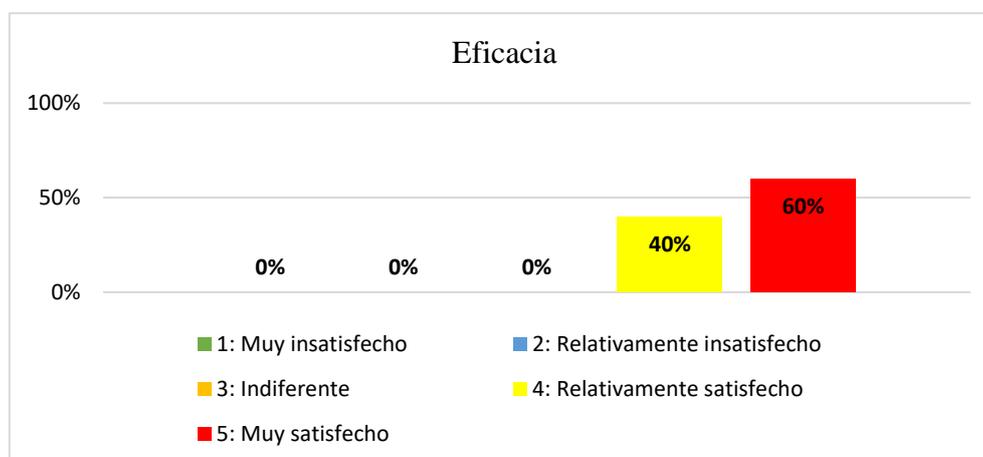
*Eficacia*

Proyecto	Resultados			
	Tasas de error	Numero de fallos de usabilidad	Dificultad de la tarea	Prom.
<b>1</b>	4	4	5	<b>4</b>
<b>2</b>	5	4	4	<b>4</b>
<b>3</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>4</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>5</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>6</b>	4	4	4	<b>4</b>
<b>7</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>8</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>9</b>	4	4	4	<b>4</b>
<b>10</b>	5	5	5	<b>5</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 45**

*Resultados de eficacia*



*Nota.* Elaboración propia.

**B. Indicadores de la dimensión. Eficiencia.**

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Muy insatisfecho, **2** = Relativamente insatisfecho, **3** = Indiferente, **4** = Relativamente satisfecho y **5** = Muy satisfecho

**Tabla 12**

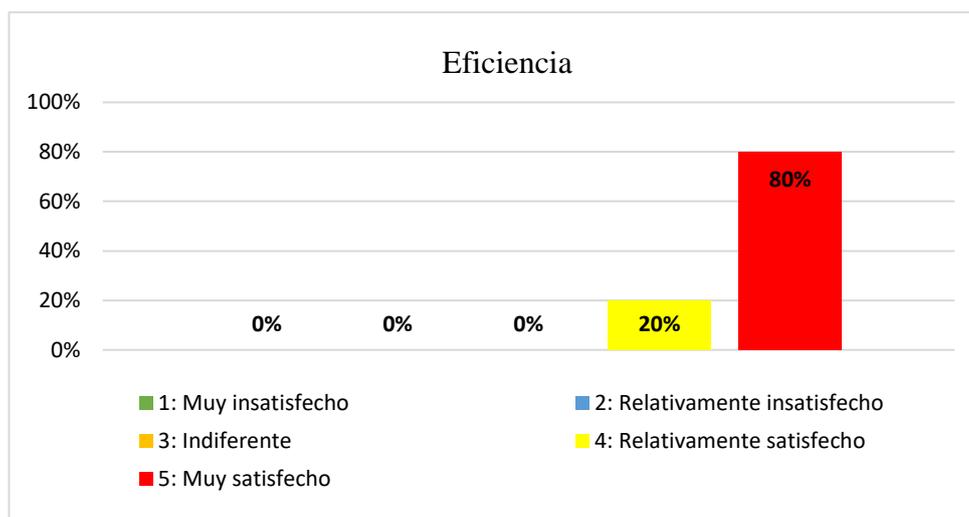
*Eficiencia*

Proyecto	Resultados			
	Tiempo para completar una tarea	Tareas completadas por unidad de tiempo	Rendimiento	Prom.
<b>1</b>	4	4	4	<b>4</b>
<b>2</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>3</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>4</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>5</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>6</b>	4	4	4	<b>4</b>
<b>7</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>8</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>9</b>	5	5	5	<b>5</b>
<b>10</b>	5	5	5	<b>5</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 46**

*Resultados de eficiencia*



*Nota.* Elaboración propia.

**C. Indicadores de la dimensión. Satisfacción.**

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Muy insatisfecho, **2** = Relativamente insatisfecho, **3** = Indiferente, **4** = Relativamente satisfecho y **5** = Muy satisfecho

**Tabla 13**

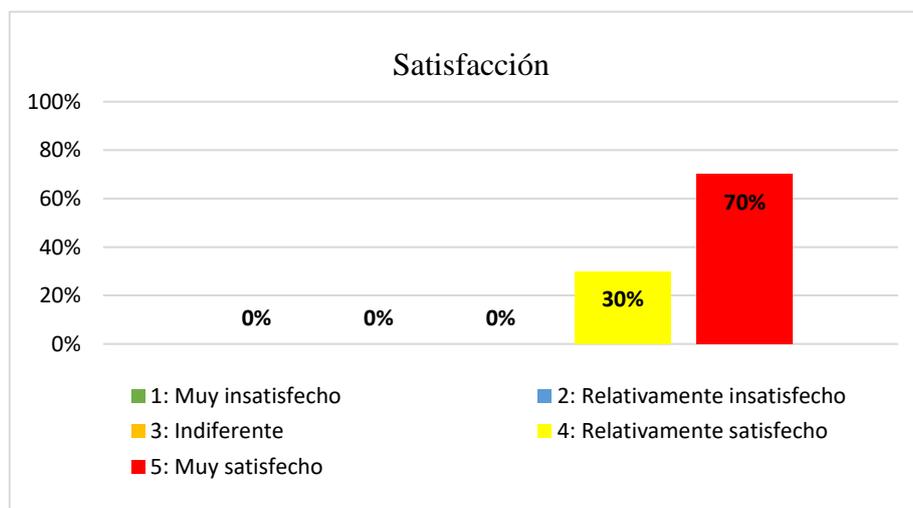
*Satisfacción*

Resultados			
Proyecto	Tasa de escala de satisfacción	Tasas de uso en el tiempo	PROM
<b>1</b>	5	5	<b>5</b>
<b>2</b>	5	5	<b>5</b>
<b>3</b>	4	4	<b>4</b>
<b>4</b>	5	5	<b>5</b>
<b>5</b>	5	5	<b>5</b>
<b>6</b>	4	4	<b>4</b>
<b>7</b>	5	5	<b>5</b>
<b>8</b>	5	5	<b>5</b>
<b>9</b>	4	4	<b>4</b>
<b>10</b>	5	5	<b>5</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 47**

*Resultados de satisfacción*



*Nota.* Elaboración propia.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la actualidad no existe una metodología de desarrollo de software que realmente garantice la usabilidad en base al diseño centrado en el usuario, se desea tener un software de fácil uso, eficiente e intuitivo, veloz con que realiza una tarea, cuántos errores se cometen y la satisfacción de los usuarios que lo utilizan.

Se propuso aplicar el (MAPD), para un correcto análisis y diseño de sistemas de procesamiento de información robusto y funcional durante el análisis y diseño del ciclo de vida genérico de un proyecto de software, la aplicación de este modelo puede ser útil en aspectos relevantes de procesos y datos en los proyectos de desarrollo de software presentados a las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac, el cual no pretende ser un parámetro para asegurar la Usabilidad de estos sistemas; Para el estudio se elaboró un cuestionario estructurado de preguntas, las cuales nos permitieron recolectar información y medir las variables las comparaciones de acuerdo a nivel de investigación.

## 5.1. Resumen de resultados de variable X.

### 5.1.1. Modelo de Análisis de Procesos y Datos

Los indicadores están valorados en la escala de:

**1** = Para nada Útil, **2** = No tan Útil, **3** = Algo Útil, **4** = Muy Útil y **5** = Extremadamente Útil

**Tabla 14**

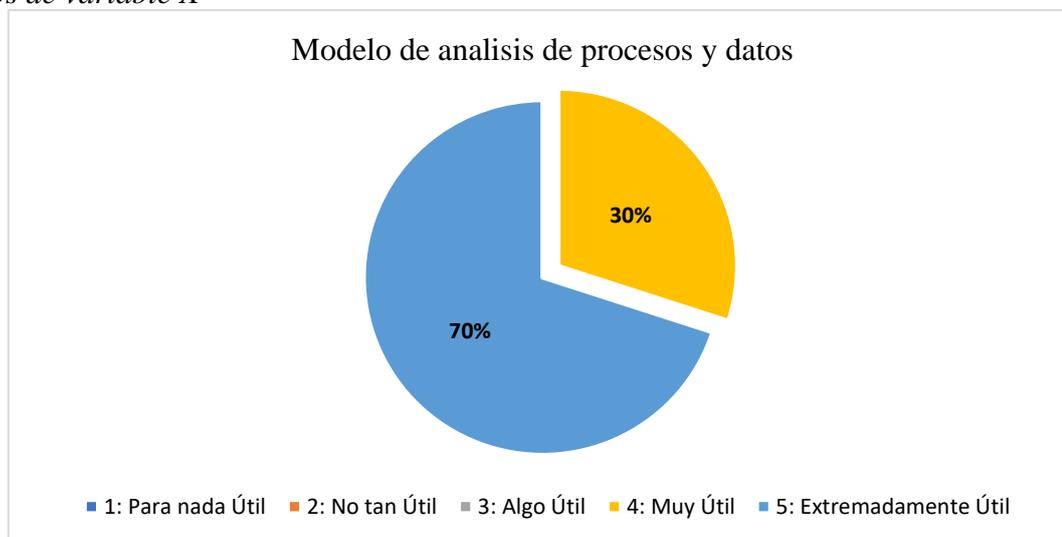
*Modelo de análisis de procesos y datos*

Modelo de análisis de procesos y datos.					
Proyecto	Requerimientos	Planificación integrada de las necesidades de los procesos	Requisitos de las partes interesadas	Estrategias para el desarrollo de software	PROM
<b>1</b>	4	4	4	5	<b>4</b>
<b>2</b>	5	5	4	4	<b>4</b>
<b>3</b>	4	5	5	4	<b>5</b>
<b>4</b>	5	4	5	5	<b>5</b>
<b>5</b>	4	5	5	5	<b>5</b>
<b>6</b>	4	4	5	5	<b>5</b>
<b>7</b>	5	5	5	5	<b>5</b>
<b>8</b>	5	5	5	4	<b>5</b>
<b>9</b>	4	4	4	5	<b>4</b>
<b>10</b>	5	5	4	4	<b>5</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 48**

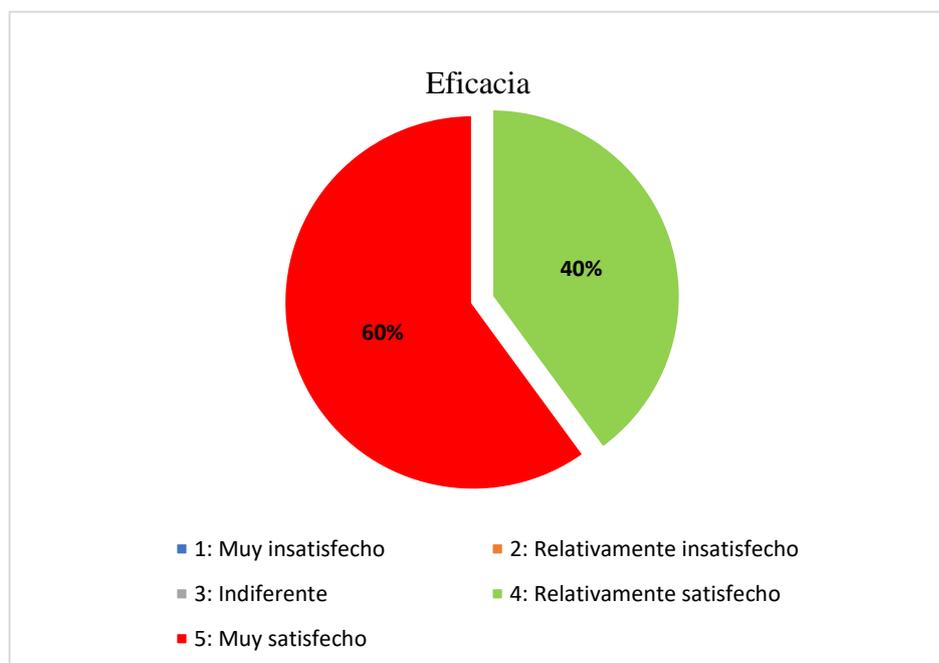
*Resultados de variable X*



*Nota.* Elaboración propia.

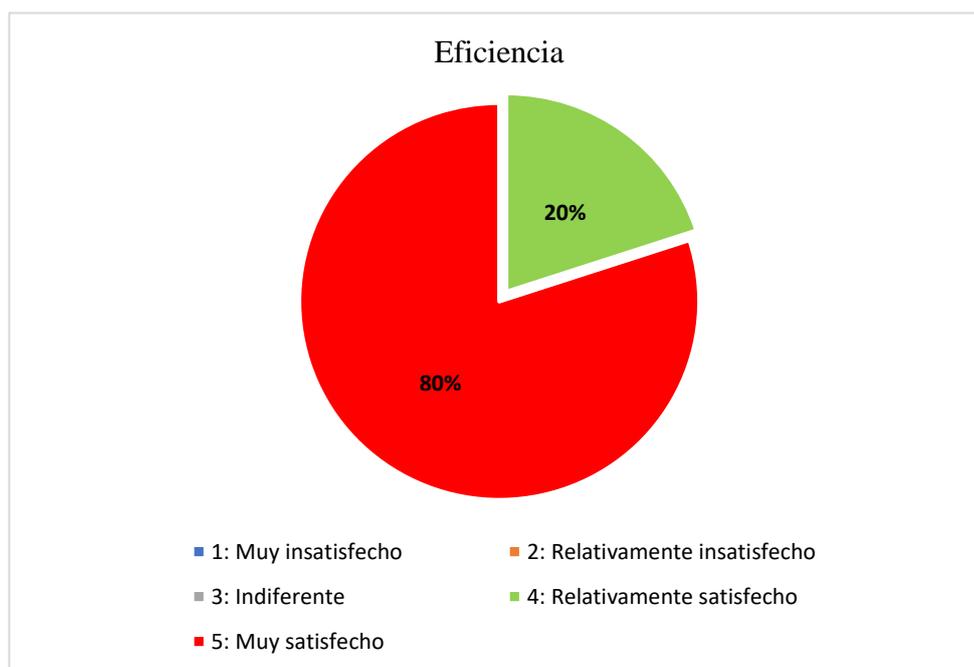
**Tabla 15***Resumen de resultados para la dimensión Eficacia*

<b>Eficacia</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>Y1</b>
<b>01</b>	<b>4</b>
<b>02</b>	<b>4</b>
<b>03</b>	<b>5</b>
<b>04</b>	<b>5</b>
<b>05</b>	<b>5</b>
<b>06</b>	<b>4</b>
<b>07</b>	<b>5</b>
<b>08</b>	<b>5</b>
<b>09</b>	<b>4</b>
<b>10</b>	<b>5</b>

*Nota.* Elaboración propia.**Figura 49***Resultados de indicador eficacia**Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 16***Resumen de resultados para la dimensión Eficiencia*

Eficiencia	
Proyecto	Y2
01	4
02	5
03	5
04	5
05	5
06	4
07	5
08	5
09	5
10	5

*Nota.* Elaboración propia.**Figura 50***Resultados de indicador eficiencia**Nota.**Elaboración propia.*

**Tabla 17**

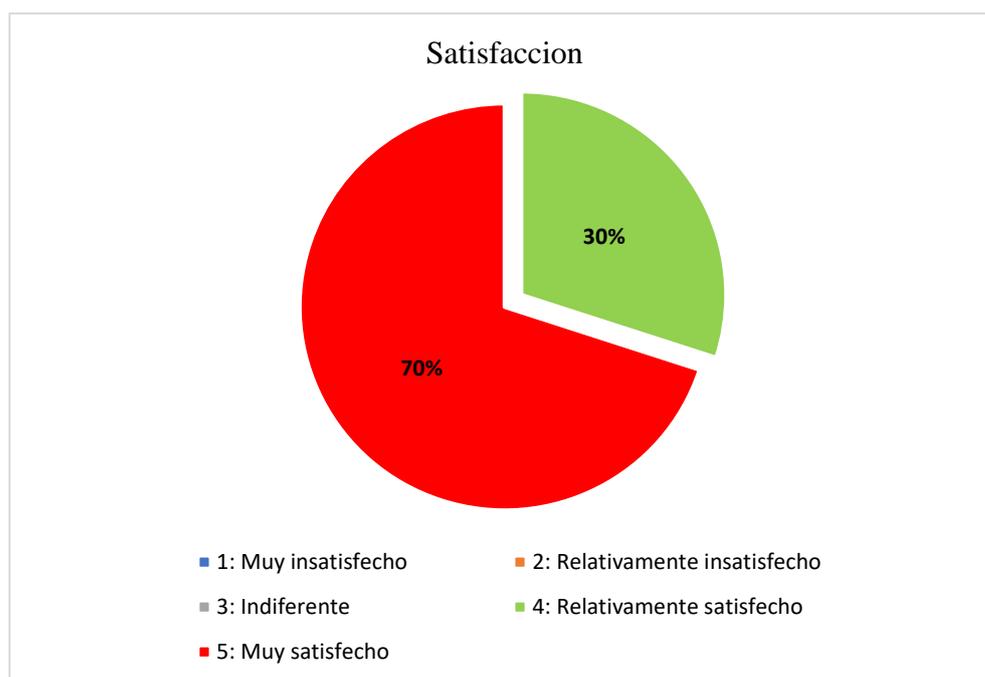
*Resumen de resultados para la dimensión Satisfacción*

Satisfacción	
Proyecto	Y3
01	5
02	5
03	4
04	5
05	5
06	4
07	5
08	5
09	4
10	5

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 51**

*Resultados de indicador satisfacción*



*Nota.* Elaboración propia.

Para la validez y confiabilidad de los instrumentos, se realizó a través de la evaluación de juicio de expertos (3), de reconocida trayectoria y/o especialistas en el tema, los cuales determinaron la muestra, se les suministró la matriz de consistencia, los instrumentos y la ficha de validación donde se determinaron: la correspondencia de los criterios, objetivos e ítems, calidad técnica de representatividad y la calidad del lenguaje.

## 5.2. Contratación de Hipótesis

Para poder realizar la contratación de la Hipótesis General de investigación planteada como:

<b>HG</b>	La Aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la Usabilidad en Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
-----------	--

Sera necesario descartar la Hipótesis Nula (Ho)

<b>HG(Ho)</b>	La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos <b>NO</b> influye positivamente en la Usabilidad en Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
---------------	--

A través del uso del coeficiente de correlación (r), que permita determinar el grado de relación existente entre la variable de modelo de análisis de procesos y datos y la variable de usabilidad

**Tabla 18***Coefficiente de correlación*

VALOR	SIGNIFICADO
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

*Nota.* Elaboración propia.

En general,  $r > 0$  indica una relación positiva y  $r < 0$  indica una relación negativa, mientras que  $r = 0$  indica que no hay relación (o que las variables son independientes y no están relacionadas), es decir no existiría influencia alguna.

Cuando,  $r = 1,0$  describe una correlación positiva perfecta y cuando  $r = -1,0$  describe una correlación negativa perfecta.

Cuanto más cerca estén los coeficientes de  $+1,0$  y  $-1,0$ , mayor será la fuerza de la relación entre las variables, como norma general, las siguientes directrices sobre la fuerza de la relación son útiles. Para realizar la prueba es necesario descomponer la Hipótesis general en Hipótesis específicas.

### 5.2.1. Prueba de Hipótesis

#### A. Hipotesis Especifica 1.

<b>H1</b>	La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la Eficacia de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
-----------	--

#### Hipótesis Nula Especifica 1

<b>H1o</b>	La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos <b>NO</b> influye positivamente en la Eficacia de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
------------	--

#### Calculando R con el coeficiente de Pearson

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

#### Dónde:

X es la Variable Independiente.

Y es la Variable Dependiente

N es el número de datos

#### Resultados con Software Estadístico

##### Correlaciones

	Modelo de Análisis de Procesos y Datos	Eficacia
Modelo de Análisis de Procesos y Datos	1	,802
	Sig. (bilateral)	,005
	N	10
Eficacia	,802	1
	Sig. (bilateral)	,005
	N	10

Donde R es igual a 0.802, encontrándose dentro del intervalo 0,7 a 0,89 con lo que podemos afirmar primero que si existe una **Relación Positiva** y segundo que esta relación es **Alta**. En tal sentido se acepta la Hipótesis de Investigación (H1) y se descarta la Hipótesis nula (Ho1). Ya que para afirmar que no existe relación nuestro valor R debió ser cero (0) es decir “Correlación nula”.

**B. Para la Hipótesis Específica 2.**

<b>H2</b>	La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la Eficiencia de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
-----------	--

**Hipótesis Nula específica 2**

<b>H2o</b>	La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos <b>NO</b> influye positivamente en la Eficiencia de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
------------	--

**Calculando R con el coeficiente de Pearson**

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

**Dónde:**

X es la Variable Independiente.

Y es la Variable Dependiente

N es el número de datos

	Modelo de Análisis de Procesos y Datos	Eficiencia
Modelo de Análisis de Procesos y Datos	1	,218
Correlación de Pearson		,545
Sig. (bilateral)		
N	10	10
Eficiencia	,218	1
Correlación de Pearson	,545	
Sig. (bilateral)		
N	10	10

Donde R es igual a 0.218, encontrándose dentro del intervalo 0,2 a 0,39 con lo que podemos afirmar primero que existe una **Relación Positiva** y segundo que esta relación es **baja**. En tal sentido se acepta la Hipótesis de Investigación (H1) y se descarta la Hipótesis nula (Ho1). Ya que para afirmar que no existe relación nuestro valor R debió ser cero (0) es decir “Correlación nula”.

**C. Para la Hipótesis Específica 3.**

<b>H3</b>	La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la Satisfacción de los usuarios en Proyectos de desarrollo de Software de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
-----------	--

**Hipótesis Nula específica 3**

<b>H3o</b>	La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos <b>NO</b> influye positivamente en la Satisfacción de los usuarios en Proyectos de desarrollo de Software de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.
------------	--

### Calculando R con el coeficiente de Pearson

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

#### Dónde:

X es la Variable Independiente.

Y es la Variable Dependiente

N es el número de datos

Correlaciones

		Modelo de Análisis de Procesos y Datos	Satisfacción
Modelo de Análisis de Procesos y Datos	Correlación de Pearson	1	,212
	Sig. (bilateral)		,557
	N	10	10
Satisfacción	Correlación de Pearson	,212	1
	Sig. (bilateral)	,557	
	N	10	10

Donde R es igual a 0.212, encontrándose dentro del intervalo 0,2 a 0,39 con lo que podemos afirmar primero que existe una **Relación Positiva** y segundo que esta relación es **baja**. En tal sentido se acepta la Hipótesis de Investigación (H1) y se descarta la Hipótesis nula (Ho1). Ya que para afirmar que no existe relación nuestro valor R debió ser cero (0) es decir “Correlación nula”.

## VI. CONCLUSIONES

Luego de haber comprobado mediante la contrastación de la hipótesis que, el MAPD si influye en la Usabilidad de proyectos de desarrollo de software, el cual respalda la aseveración formulada en la hipótesis de este trabajo de investigación; por lo tanto, es posible llegar a las siguientes conclusiones de los objetivos planteados:

- El Modelo de Análisis de Procesos y Datos si influye en la Usabilidad de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac. la aplicación de este modelo puede ser, Extremadamente útil 70% en aspectos relevantes de procesos y datos en los proyectos de desarrollo de software presentados a la Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas, el cual no pretende ser un parámetro para asegurar la Usabilidad de estos sistemas: Muy Útil (30%) y Extremadamente Útil (70%), según indicadores de escala.
- Al aplicar y hacer uso de este MAPD, se precisó que si influye en la **Eficacia** de cada uno de los Proyectos de desarrollo de Software aplicados en el momento de realizar el Análisis y Diseño de los proyectos emprendidos. Los indicadores más relevantes y valorados en la escala de: Relativamente satisfecho (40%) y Muy satisfecho (60%).
- Al aplicar y hacer uso de este MAPD, se precisó que si influye en gran medida la **Eficiencia** de los Proyectos de desarrollo de Software aplicados en el momento de realizar el Análisis y Diseño de los proyectos emprendidos. Los indicadores más relevantes y valorados en la escala de: Relativamente satisfecho (20%) y Muy satisfecho (80%).
- Al aplicar y hacer uso de este MAPD, se precisó en gran medida que si influye en la **Satisfacción** del Usuario respecto a la Usabilidad de los Proyectos de desarrollo de Software aplicados. Los indicadores más relevantes y valorados en la escala de: Relativamente satisfecho (30%) y Muy satisfecho (70%).

## VII. RECOMENDACIONES

En la investigación se formulan algunas recomendaciones orientadas a mejorar la Usabilidad de los proyectos de desarrollo de software que se presentan a la EPIS de esta Universidad Pública de la región de Apurímac, las cuales son:

- El Modelo de Análisis de Procesos y Datos no pretende ser único modelo que se utiliza para poder garantizar la Usabilidad de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac. la aplicación de este modelo puede ser útil en aspectos relevantes de procesos y datos.
- Al aplicar y hacer uso de este MAPD, no aspira a ser el modelo que asegure la Eficacia de los Proyectos de desarrollo de Software, se puede tomar como referencia a otro modelo, como el Modelo Basado en escenarios.
- Al aplicar y hacer uso de este MAPD, no aspira a ser el modelo que asegure la Eficiente de los Proyectos de desarrollo de Software, se puede tomar como referencia a otro modelo, como al Modelos de Clase.
- Al aplicar y hacer uso de este MAPD, no pretende satisfacer en su totalidad al usuario final, ya que se puede tomar otros indicadores de satisfacción, no son los únicos planteados en esta investigación, porque no existe proyectos de desarrollo capaces de satisfacer las necesidades de la organización, porque surgen nuevas necesidades de uso en entornos laborales cambiantes tecnológicamente.

## VIII. REFERENCIAS

- Abran, A., Khelifi, A., & Suryan, W. (2003). *Software Quality Journal*. págs. 11-35.  
doi:<https://doi.org/10.1023/A:1025869312943>
- Alarcon Aldana, A. C., Diaz, E. L., & Callejas Cuervo, M. (2014). Guía para la evaluación de la Usabilidad en los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). *Información tecnológica*, 25(3), 135-144. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000300016>
- Beltré Ferreras, H. J. (2008). Aplicación de la usabilidad al proceso de desarrollo de páginas web. Obtenido de [http://oa.upm.es/1176/1/hayser\\_jacquelin\\_beltre\\_ferreras.pdf](http://oa.upm.es/1176/1/hayser_jacquelin_beltre_ferreras.pdf)
- Booch, G. (1996). *Análisis y diseño orientado a objetos con aplicaciones* (2da ed.). Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Constantine, L., DeMarco, Gane, & Sarson. (1979). *Análisis y Diseños orientado a objetos*.
- Enriquez, J., & Casas, S. (2014). Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos Técnicos. UNPA*, 5(2), 25-47. doi:<https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v5i2.71>
- González Sánchez, J., Montero Simarro, F., & Gutiérrez Vela, F. (2012). Evolución del concepto de usabilidad como indicador de calidad del software. *El profesional de la información*, 21(5). doi:<http://dx.doi.org/10.3145/epi.2012.sep.13>
- Granollers, T., & Lorés, J. (2004). *Esfuerzo de Usabilidad: un nuevo concepto para medir la usabilidad de un sistema interactivo basada en el Diseño Centrado en el Usuario*. V Congreso Interacción Persona Ordenador. Obtenido de <https://aipo.es/articulos/3/18.pdf>
- Mascheroni, M., Greiner, C., & Petris, R. (2012). *Técnicas de usabilidad: Estudio exploratorio sobre su incorporación en los procesos de desarrollo de software en pymes locales*. Obtenido de <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/1091>

- Mascheroni, M., Greiner, C., Dapozo, G., & Estayno, M. (2013). Ingeniería de usabilidad. Una propuesta tecnológica para contribuir a la evaluación de la usabilidad del software. *Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1(4), 125-34. doi:<https://doi.org/10.18294/relais.2013.125-134>
- Nielsen, J. (2001). *Usabilidad: Diseños de sitios Web*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Paz Espinoza, F. A. (2018). Método para la evaluación de usabilidad de sitios web transaccionales basado en el proceso de inspección heurística. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9903>
- Pressman , R. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. (7ta ed.). España: McGraw-Hill Interamericana.
- Saavedra Martínez, P., Pollo Cattaneo, M. F., Rodríguez, D., Britos, P. V., & García Martínez, R. (2012). *Proceso de identificación de errores de apropiación de conceptos basado en explotación de información*. Red de Universidades con Carreras en Informática. VII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18450>
- Salvador Ortiz, C. S. (2013). Una revisión sistemática de usabilidad en metodologías ágiles. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Serrano Gómez, C., & Vera Arango, P. (2015). Análisis de la usabilidad en el portal web CDISCOUNT Colombia. (U. EAFIT, Ed.) Obtenido de <http://hdl.handle.net/10784/8081>
- Soto, A. P., & Miró, J. (2009). Usabilidad y accesibilidad para un e-learning inclusivo. *Revista de educación inclusiva*, 2(1). doi:<http://revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/download/26/25>
- Yourdon, E. (1993). *Análisis estructurado moderno*. Prentice-Hall Hispanoamericana.

## IX. ANEXOS

## Anexo A

**APLICACIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS DE PROCESOS Y DATOS PARA LA USABILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE UNIVERSIDADES DE LA REGIÓN APURÍMAC**

PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>GENERAL</b></p> <p>¿Cómo la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos <b>influye</b> en la Usabilidad de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la <b>Eficacia</b> de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac?</li> <li>• ¿Cómo la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la <b>Eficiencia</b> en Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac?</li> <li>• ¿Cómo la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la <b>Satisfacción</b> de los usuarios en Proyectos de desarrollo de Software de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac?</li> </ul>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Determinar si la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos <b>influye</b> en la Usabilidad de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisar si la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la <b>Eficacia</b> de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.</li> <li>• Precisar si la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la <b>Eficiencia</b> de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.</li> <li>• Precisar si la aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye en la <b>Satisfacción</b> de los usuarios en Proyectos de desarrollo de Software de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.</li> </ul>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la <b>Usabilidad</b> en Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la <b>Eficacia</b> de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.</li> <li>• La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la <b>Eficiencia</b> de Proyectos de desarrollo de Software en las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.</li> <li>• La aplicación del Modelo de Análisis de Procesos y Datos influye positivamente en la <b>Satisfacción</b> de los usuarios en Proyectos de desarrollo de Software de las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac.</li> </ul>	<p><b>APLICACIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS DE PROCESOS Y DATOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos</li> <li>- Planificación integrada de las necesidades de los procesos</li> <li>- Requisitos de las partes interesadas</li> <li>- Estrategias para el desarrollo de software.</li> </ul> <p><b>USABILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE</b></p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Eficacia en:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasas de error</li> <li>- Numero de fallos de usabilidad</li> <li>- Dificultad de la tarea</li> </ul> </li> <li>• <b>Eficiencia en:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo para completar una tarea</li> <li>- Tareas completadas por unidad de tiempo</li> <li>- Rendimiento</li> </ul> </li> <li>• <b>Satisfacción</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasa de escala de satisfacción</li> <li>- Tasa de uso en el tiempo</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Enfoque:</b> <b>CUANTITATIVO</b></p> <p><b>Alcance:</b> <b>APLICADA</b></p> <p><b>Diseño:</b> <b>Exploratorio – tipo descriptivo</b></p> <p><b>Transversal:</b></p> <p><b>Población:</b> Tesis sustentadas y proyectos de software</p> <p><b>Muestra:</b> 10 Proyectos de Software</p> <p><b>Técnicas:</b> Encuesta Observación Entrevista</p> <p><b>Instrumentos:</b> Cuestionario Observación Guía de entrevista Test de Usabilidad Focus GROUP</p>

## Anexo B



Universidad Nacional  
Federico Villarreal

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO  
OFICINA DE GRADOS

FORMATO N° 2

FICHA DE ASESORIA DE TESIS

1. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del graduando: RODRIGUEZ TITO EDWIN  
 1.2 Apellidos y Nombres del asesor: DR. JOCKELINE ROSARIO HUAMAN FERNANDEZ  
 1.3 Maestría  Doctorado  en INGENIERIA DE SISTEMAS  
 1.4 Título de la Tesis: "Aplicación del Modelo de análisis de procesos y datos para la usabilidad de proyectos de desarrollo de software en las escuelas profesionales de Ingeniería de Sistemas de Universidades de la región Apurímac"

2. SESIONES DE ASESORAMIENTO

	FECHA	HORA DE INICIO	ASUNTO TEMÁTICO	HORA DE TÉRMINO	FIRMA DEL ASESOR	FIRMA DEL GRADUANDO
1ra. Sesión	26-05-19	9 am	DESARROLLO MODELO TEMÁTICO	11 am		
2da Sesión	16-06-19	9 am	APLICACIÓN DISEÑO METODOLÓGICO	11 am		
3ra. Sesión	17-07-19	9 am	DISEÑO DE INSTRUMENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS	11 am		
4ta Sesión	04-08-19	9 am	PRUEBA DE HIPÓTESIS DISEÑO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	11 am		

Lima 07 de Setiembre del 20 19

Firma del Asesor

DR. JOCKELINE ROSARIO  
HUAMAN FERNANDEZ  
DNI 10713496

## Anexo C

TABLA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTOS

Apellidos y Nombres del Informante	Institución donde labora	Nombre del Instrumento	Autor del Instrumento
Calderon Ruiz, Guillermo	UCSM	CUESTIONARIO	M.Sc. EDWIN ROQUE TITO
Título de la Investigación: APLICACIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS DE PROCESOS Y DATOS PARA LA USABILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE INGENIERIA D E SISTEMAS DE UNIVERSIDADES DE LA REGION APURIMAC			

		DEFICIENTE				REGULAR				BUENA				MUY BUENA				EXCELENTE				
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.																				X	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.																				X	
3. ACTUALIZACIÓN	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.																				X	
4. ORGANIZACIÓN	Esta organizado en forma lógica.																					X
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos cuantitativos																				X	
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar el aprendizaje de estadística																					X
7. CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos científicos.																				X	
8. COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones, Indicadores e ítems.																				X	
9. METODOLOGÍA.	La estrategia responde al propósito de la investigación.																				X	
10. PERTINENCIA	La escala es aplicable.																					X

## 1. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

## I. OPINIÓN DE APLICACIÓN

El instrumento es adecuado para las fines propuestos

## II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
AP, 7/06/19	29591972		954 182 554

## Anexo D

TABLA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTOS

Apellidos y Nombres del Informante	Institución donde labora	Nombre del Instrumento	Autor del Instrumento
MÁXIMO RONDO RONDON	UCSM	CUESTIONARIO	M.Sc. EDWIN ROQUE TITO
Título de la Investigación: APLICACION DL. MODELO DE ANALISIS DE PROCESOIS Y DATOS PARA LA USABILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE INGENIERIA D E SISTEMAS DE UNIVERSIDADES DE LA REGION APURIMAC			

		DEFICIENTE				REGULAR				BUENA				MUJ BUENA				EXCELENTE			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.																X				
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.																		X		
3. ACTUALIZACIÓN	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.																	X			
4. ORGANIZACIÓN	Esta organizado en forma lógica.																		X		
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos cuantitativos																		X		
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar el aprendizaje de estadística																		X		
7. CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos científicos.																X				
8. COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.															X					
9. METODOLOGÍA.	La estrategia responde al propósito de la investigación.																		X		
10. PERTINENCIA	La escala es aplicable.																				X

## 1. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

## I. OPINIÓN DE APLICACIÓN

## II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
AQP 09-06-2019	29202992		987 765 584

Máximo Rondón R.

## Anexo E

TABLA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTOS

Apellidos y Nombres del Informante	Institución donde labora	Nombre del Instrumento	Autor del Instrumento
JOSE SULLA TORRES	UCSM	CUESTIONARIO	M.Sc. EDWIN ROQUE TITO
Titulo de la Investigación: APLICACIÓN DEL MODELO DE ANALISIS DE PROCESOS Y DATOS PARA LA USABILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE INGENIERÍA D E SISTEMAS DE UNIVERSIDADES DE LA REGION APURIMAC			

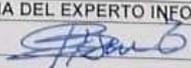
		DEFICIENTE				REGULAR				BUENA				MUY BUENA				EXCELENTE			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.														X						
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.																	X			
3. ACTUALIZACIÓN	Está adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.															X					
4. ORGANIZACIÓN	Esta organizado en forma lógica.														X						
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos cuantitativos													X							
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar el aprendizaje de estadística															X					
7. CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos científicos.																X				
8. COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.																	X			
9. METODOLOGÍA.	La estrategia responde al propósito de la investigación.															X					
10. PERTINENCIA	La escala es aplicable.																X				

## 1. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

## I. OPINIÓN DE APLICACIÓN

## II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
Arequipa 09/04/2019	29612305		959950967