



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE UN MODELO DE CALIDAD EN USO  
DEL PORTAL WEB DE LA BOLSA DE TRABAJO DE LA PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ BASADO EN LA NORMA  
ISO/IEC 25000 Y FAMILIA**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Informático**, que presenta el bachiller:

**Renzo José Mogrovejo Chiong**

**ASESOR: Abraham Eliseo Dávila Ramón**

Lima, diciembre del 2013

## Resumen

Edad contemporánea, era en la cual los avances tecnológicos son el auge en muchos campos de la industria y uso diario de la actividad humana. Esta alta interacción entre los usuarios y los softwares dentro de las tecnologías establecen el cumplimiento de ciertos criterios de calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Asimismo, el contexto actual, permite a muchos más usuarios el interactuar más con computadores y sistemas informáticos pues forman parte de la vida personal, profesional y académica; contextos los cuales forman parte esencial de la percepción de la calidad en uso que el usuario pueda tener con un producto de software específico.

Respondiendo a esta necesidad, grupos académicos, organizaciones nacionales (INDECOPI) y organizaciones internacionales (ISO, IEC, IEEE) ejecutan diferentes investigaciones dentro de la Ingeniería de Software enfocadas en el desarrollo de estándares y normalizaciones que satisfagan mínimos de calidad de producto software y calidad en uso.

Una de estas fuertes iniciativas, es del Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Software de la Pontificia Universidad Católica del Perú que constantemente congrega estudiantes y profesionales del área con el fin de realizar investigaciones relacionadas con modelos de calidad de producto basados estándares internacionales como la familia ISO/IEC 25000.

En esa línea, nace el presente proyecto de fin de carrera y se emprende a investigar sobre los modelos de calidad en uso y emplear los estándares de la familia ISO/IEC 25000 para derivar y evaluar el portal web de Bolsa de Trabajo de la Pontificia Universidad Católica del Perú con herramientas de Productividad y Satisfacción.

El presente documento cuenta con cuatro capítulos, en el primero, se presenta la formulación del proyecto con el detalle de los objetivos, alcances y planeamiento; en el segundo, se detalla los conceptos relacionados con la investigación aplicada; en el tercero, se realiza la derivación del modelo de calidad a utilizar y se ejecuta la evaluación del portal web; y en el cuarto, se detallan las conclusiones, observaciones y recomendaciones del presente proyecto.

FACULTAD DE  
 CIENCIAS E  
 INGENIERÍA  
 ESPECIALIDAD DE  
 INGENIERÍA INFORMÁTICA

 PONTIFICIA  
 UNIVERSIDAD  
 CATÓLICA  
 DEL PERÚ

## TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INFORMÁTICO

**TÍTULO:** EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE UN MODELO DE CALIDAD EN USO DEL PORTAL WEB DE LA BOLSA DEL TRABAJO DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ BASADO EN LA NORMA ISO/IEC 25000 Y FAMILIA.

**ÁREA:** Ingeniería de Software

**PROPONENTE:** Abraham Eliseo Dávila Ramón

**ASESOR:** Abraham Eliseo Dávila Ramón

**ALUMNO:** Renzo José Mogrovejo Chiong

**CÓDIGO:** 20080248

**TEMA N°:** S 18

**FECHA:**





## DESCRIPCIÓN

El uso intensivo de internet y también de los equipos móviles en nuestra sociedad hoy en día, ha configurado un nuevo escenario en las organizaciones que desarrollan software pues los usuarios tienen mayor protagonismo en el uso de los productos y por tanto son beneficiarios o afectados de la buena o mala calidad del producto software que utilicen.

En algunos contextos, donde el negocio depende sustancialmente de ciertos productos software (aplicaciones), las empresas tienen mayor cuidado en dichas aplicaciones que ofrecen por internet pues de ello depende su operación. Sin embargo, en otros contextos incluidos en internet, donde las aplicaciones no son parte fundamental del negocio o tienen un público cautivo, las empresas (u organizaciones en general) no son conscientes o descuidan la calidad de los mismos; a pesar que ello afecta su imagen como organización y que en realidad aplicar la calidad les proporciona muchos beneficios que no lo perciben. La calidad de nivel de producto no es muy conocida en nuestro medio por lo que su aplicación es incipiente y que requiere que se hagan mayores esfuerzos para que más organizaciones la tomen en cuenta de manera consciente desde el inicio de sus proyectos.

Considerando lo anterior, nace el interés en el Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software en desarrollar esta disciplina generando experiencia sobre la calidad de producto en portales Web y tomando el caso de la Bolsa de Trabajo de la Pontificia Universidad Católica del Perú (BT-PUCP) como uno de interés sobre el que se hará un estudio sobre los aspectos de calidad de producto de una aplicación relacionada a las oportunidades laborales que promociona la Bolsa de Trabajo. Asimismo, el marco de referencia a ser usado es el de las nuevas normas internacionales ISO/IEC 25000 que se vienen publicando.

Av. Universitaria 1801  
 San Miguel, Lima - Perú

Apartado Postal 1761  
 Lima 100 - Perú



Teléfono:  
 (511) 626 2000 Anexo 4801

FACULTAD DE  
**CIENCIAS E  
 INGENIERÍA**  
 ESPECIALIDAD DE  
 INGENIERÍA INFORMÁTICA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
 CATÓLICA**  
 DEL PERÚ

El presente proyecto de tesis propone el desarrollo de un modelo de calidad y evaluación basado en la ISO/IEC 25000 del Sistema de Oportunidades Laborales BTPUCP que opera dentro del Portal Web de dicha organización.

#### OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y evaluar un modelo de Calidad en Uso del portal web de Bolsa de Trabajo PUCP basado en la familia de normas ISO/IEC 25000.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos son:

- Desarrollar un modelo de Calidad en Uso para el Sistema de Oportunidades Laborales de la BTPUCP
- Desarrollar los instrumentos para la medición de la Calidad en Uso
- Efectuar la medición de calidad del portal web de la Bolsa de Trabajo de la PUCP en base a los instrumentos desarrollados.
- Analizar los resultados obtenidos de la medición.

#### ALCANCE

El proyecto de fin de carrera comprende el desarrollo de un modelo de calidad en uso y la evaluación de calidad de producto de software, este último de tipo portal web de bolsa de trabajo. El portal web a ser evaluado es el Sistema de Oportunidades Laborales BTPUCP. Dicho portal fue seleccionado debido al incremento de la demanda de uso que ha adquirido por parte de los estudiantes PUCP en los últimos años.

En cuanto al modelo de calidad, este se basa en la familia de normas ISO/IEC 25000 del cual se extraerán los principales fundamentos teóricos, herramientas y métodos. Las características a considerarse serán obtenidas en un proceso establecido por el propio estándar. Y respecto a la evaluación de calidad, se utilizara parcialmente las herramientas establecidas por la norma en un contexto académico.

Por último, es importante mencionar que los modelos de calidad en uso son únicos para cada tipo de contexto y grupo de estudio. Es por ello que el modelo de calidad y resultados dependerán directamente de los factores anteriormente mencionados.

*Máximo: 100 páginas*

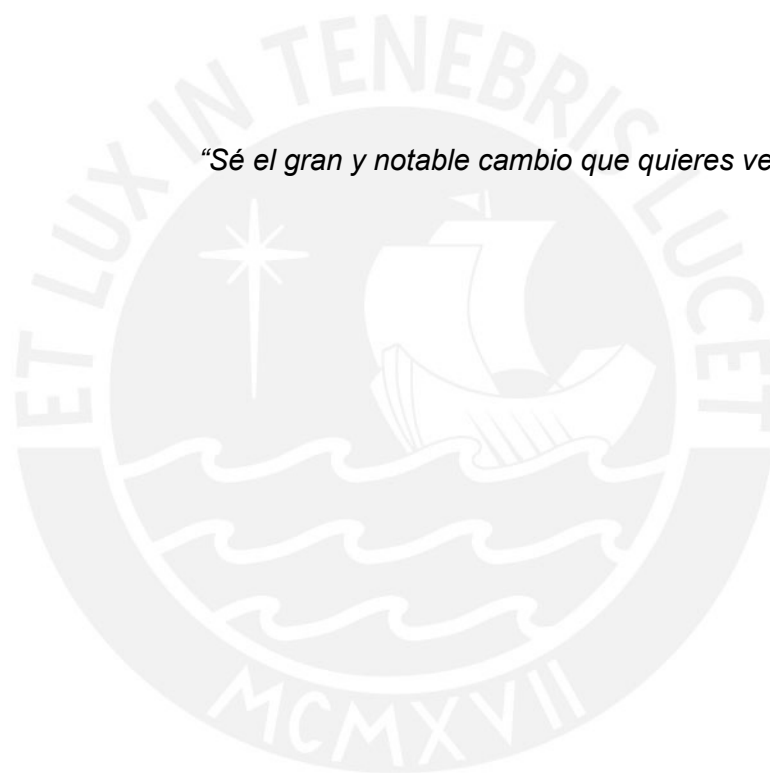



Av. Universitaria 1801  
 San Miguel, Lima – Perú

Apartado Postal 1761  
 Lima 100 – Perú

Teléfono:  
 (511) 626 2000 Anexo 4801





*“Sé el gran y notable cambio que quieres ver en el mundo”*

*-Gandhi-*

## Agradecimientos

**A mis padres (José y Pilar),**

por ser un ejemplo a seguir, formarme como una persona íntegra y ser parte de cada uno de los logros en mi vida.

**A mi asesor (Abraham Dávila),**

por toda su experiencia, paciencia y dedicación que tuvo para encaminarme al éxito en el presente proyecto.

**A mi co-asesora (Cecilia García),**

por su predisposición y contribución en mi proyecto de fin de carrera.

**A mi apoyo incondicional (Denisse Castillo),**

por ser mi soporte, compañera y confidente.

**A mi compañero (Gustavo Medina),**

por su alegría y compañerismo en todo el proyecto.

**A mi familia y amigos,**

porque confían en mis decisiones y soportan mis sueños.

**A la PUCP,**

por formarme como un profesional de alto criterio y con visión humanista.

**A AIESEC,**

por permitirme conocer líderes que día a día peleen por un mundo de paz.

**Y a Dios,**

por ser la luz que siempre me alumbra.

## Índice General

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>2</b>
1.1 CONTEXTO DEL PROYECTO.....	2
1.2 OBJETIVOS, RESULTADOS Y HERRAMIENTAS.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.2.3 Resultados esperados.....	4
1.2.4 Herramientas, métodos y procedimientos.....	5
1.2.5 Mapeo de Resultados Esperados vs Herramientas.....	5
1.3 ALCANCE Y LIMITACIONES.....	6
1.3.1 Alcance.....	6
1.3.2 Limitaciones.....	7
1.4 PLAN DEL PROYECTO.....	8
<b>CAPÍTULO 2: MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>12</b>
2.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	12
2.1.1 Producto de Software.....	12
2.1.2 Portal Web / Sitio Web.....	12
2.1.3 Calidad.....	12
2.1.4 Calidad de Software.....	12
2.1.5 Característica de Calidad de Software.....	12
2.1.6 Atributo de Calidad.....	13
2.1.7 Medida de Calidad.....	13
2.1.8 Medidas Externas de la Calidad de Software.....	13
2.1.9 Medidas Internas de la Calidad de Software.....	13
2.1.10 Medidas de Calidad en uso de Software.....	13
2.1.11 Modelo de calidad de producto software.....	13
2.2 MODELOS DE CALIDAD DE PRODUCTO SOFTWARE.....	13
2.2.1 Modelo de McCall.....	14



2.2.2	Modelo de Boehm.....	14
2.2.3	Modelo IEEE 1061.....	14
2.2.4	Modelos de la ISO/IEC.....	14
2.3	LA ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 Y LA FAMILIA ISO/IEC 250XX.....	17
2.3.1	ISO/IEC 9126.....	17
2.3.2	ISO/IEC 14598.....	17
2.3.3	ISO/IEC 250XX.....	17
2.3.4	Relación y evolución de normas ISO/IEC referidas a calidad de producto software.....	18
2.3.5	Calidad Interna y externa.....	18
2.3.6	Calidad en uso y usabilidad.....	21
2.3.7	Definición de un modelo de calidad en uso.....	21
2.3.8	Métricas de calidad en uso.....	22
2.3.9	Evaluación de la calidad (ISO/IEC 25040).....	24
2.4	TÉCNICAS PARA DERIVAR MODELOS DE CALIDAD DE PRODUCTO SOFTWARE.....	25
2.4.1	Quality Attribute Workshop (QAW).....	25
2.4.2	Software Quality Attributes: Following All the Steps.....	26
2.5	HEURÍSTICAS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD.....	28
2.6	MODELOS DE CALIDAD APLICADOS A SISTEMAS DE INFORMACIÓN WEB.....	29
2.6.1	Para un portal web e-Learning.....	29
2.6.2	Para un portal web de Institución Educativa Superior.....	30
<b>CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DE CALIDAD EN USO A PORTAL DE BOLSA DE TRABAJO.....</b>		<b>31</b>
3.1	PORTAL DE BOLSA DE TRABAJO (PBT) ESTUDIADA.....	31
3.1.1	Funcionalidades a tomar en cuenta en la evaluación.....	31
3.2	GRUPO PARTICIPANTE DE LA EVALUACIÓN DE CALIDAD EN USO.....	32
3.3	MODELO DE CALIDAD EN USO APLICABLE EN LA BTPUCP.....	33
3.4	DEFINICIÓN DE INSTRUMENTOS PARA EVALUAR MÉTRICAS.....	35
3.4.1	Screen-o-matic.....	35
3.4.2	Online-Stopwatch.....	35

3.4.3	The After-Scenario Questionnaire (ASQ).....	36
3.4.4	The Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ).....	36
3.5	EVALUACIÓN DE MÉTRICAS: RESULTADOS.....	36
3.5.1	Resultados de las características de Eficacia y Eficiencia.....	36
3.5.2	Resultados del ASQ (Satisfacción) .....	37
3.5.3	Resultados del PSSUQ .....	38
3.6	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	39
3.6.1	Análisis de Eficacia.....	39
3.6.2	Análisis de Eficiencia .....	39
3.6.3	Análisis de Satisfacción (PSSUQ).....	40
3.6.4	Análisis de Satisfacción (ASQ).....	41
<b>CAPÍTULO 4: OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>43</b>
4.1	OBSERVACIONES.....	43
4.2	CONCLUSIONES.....	43
4.3	RECOMENDACIONES .....	44
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>45</b>

## Índice de Tablas

TABLA 1.1. RESULTADOS ESPERADOS VS HERRAMIENTAS .....	6
TABLA 2.1 DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO ADAPTADO DE ISO/IEC 25010 ....	22
TABLA 2.2 MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO SEGÚN ISO/IEC 25022 .....	24
TABLA 2.3 PROCESO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTO SOFTWARE.....	25
TABLA 2.4 DIEZ HEURÍSTICAS DE USABILIDAD PARA EL DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO (NEILSEN 1995) .....	29
TABLA 2.5 MODELO DE CALIDAD PARA PORTALES WEB E-LEARNING .....	30
TABLA 2.6 MODELO DE CALIDAD PARA PORTALES WEB INSTITUCIÓN EDUCATIVA SUPERIOR .....	30
TABLA 3.1 FUNCIONALIDADES EVALUADAS DE SOL - BTPUCP .....	32
TABLA 3.2 DATOS DEMOGRÁFICOS DE LOS PARTICIPANTES DE LA EVALUACIÓN .....	33
TABLA 3.3 RESULTADOS DE LA TÉCNICA GRUPAL NOMINAL .....	34
TABLA 3.4 RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA TGN .....	34
TABLA 3.5 MÉTRICAS DE EFICACIA DEL MODELO .....	35
TABLA 3.6 RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE EFICACIA Y EFICIENCIA .....	37
TABLA 3.7 RESULTADOS DE LA ENCUESTA ASQ .....	38
TABLA 3.8 RESULTADO DE LA ENCUESTA PSSUQ .....	38

## Índice de Figuras

FIGURA 2.1. MODELO DE MCCALL (OLSINA 1999).....	15
FIGURA 2.2. MODELO DE BOEHM (OLSINA 1999) .....	16
FIGURA 2.3. MODELO IEEE 1061 (OLSINA 1999) .....	16
FIGURA 2.4 CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE CALIDAD DE PRODUCTO – FAMILIA DE NORMAS ISO/IEC 25000 (ELABORACION PROPIA).....	19
FIGURA 2.5 CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE CALIDAD EN USO – FAMILIA DE NORMAS ISO/IEC 25000 (ELABORACIÓN PROPIA) .....	20
FIGURA 2.6 CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DE USABILIDAD – ISO 9241-11 (ELABORACIÓN PROPIA).....	20
FIGURA 2.7 ESQUEMA DE PRIORIZACIÓN DE CARACTERÍSTICAS PARA MODELO DE CALIDAD (BROUSSEU 2007) .....	27
FIGURA 2.8 MAPEO PARCIAL ENTRE ATRIBUTOS Y CARACTERÍSTICAS (BROSSEAU 2007) .....	28
FIGURA 3.1 PANTALLA DE LA PORTADA DEL SOL-BTPUCP.....	31



## Introducción

Edad contemporánea, era en la cual los avances tecnológicos son el auge en muchos campos de la industria y uso diario de la actividad humana. Esta alta interacción entre los usuarios y los softwares dentro de las tecnologías establecen el cumplimiento de ciertos criterios de calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Asimismo, se evidencia una evolución en la cantidad de usuarios que interactúan con computadores en los diferentes ámbitos de la vida: trabajo, familia, amigos, estudios, etc. En ese sentido, la calidad de la experiencia del usuario es uno de los factores más relevantes a tomar en cuenta para el desarrollo de los productos de software.

Bajo esta premisa se inician muchas investigaciones y aplicaciones por parte de diferentes entidades académicas nacionales (INDECOPI) e internacionales (ISO, IEC, IEEE) con el fin de satisfacer cada vez más a los usuarios a nivel de producto de software y a nivel de uso de los mismos.

Una de esas iniciativas es la del Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Software de la Pontificia Universidad Católica del Perú con sus constantes iniciativas de investigación de soluciones ad-hoc basadas en normas internacionales, como ISO/IEC 9126, 14598 y familia 25000, enfocados en diferentes productos de software.

Y el presente proyecto forma parte de una de esas iniciativas de investigación aplicada para derivar un modelo de calidad y evaluar la calidad en uso del portal web de la Bolsa de Trabajo de la Pontificia Universidad Católica del Perú por su fuerte interacción con el alumnado y egresados PUCP.

## Capítulo 1: Formulación del proyecto

En este capítulo se presentará de manera general el proyecto de fin de carrera por medio de un contexto, objetivos, resultados esperados, herramientas a utilizar, alcance y planificación del mismo.

### 1.1 Contexto del proyecto

El uso masivo de los productos de software a nivel mundial se ve favorecido en los últimos años por la creciente tasa de servicios relacionados a la Internet en equipos móviles y de escritorio, hecho que ha convertido a los usuarios en actores relevantes para evaluar la calidad de los productos de software (Covella 2005).

A su vez, estudios recientes muestran que el uso de la internet en el mundo ha tenido un crecimiento del 500% desde el 2000 al 2012 (IWS 2012). El Perú, no ha sido la excepción, pues se evidencia un incremento en la penetración del internet en el mercado de un 34% en diciembre del 2011 a un 36% junio del 2012 (IWS 2011, IWS 2012a). Esto se debe al cambio de paradigmas en el manejo de la información y automatización de los procesos en empresas de diversos sectores, como financieros, comerciales, industriales y educativos. Como consecuencia de lo anterior se observa que la calidad de los productos de software es una preocupación cada vez mayor en el ámbito informático debido a la creciente demanda de uso y producción de software (ISO25000 2009).

La respuesta a esta alta demanda, por parte de la industria y la comunidad de desarrolladores, fue considerar relevante a la calidad del software y con ello su medición (Rifkin 2001). Sin embargo, a pesar de dicha importancia, las empresas todavía la ignoran por priorizar el ahorro de tiempo y porque además carecen de los recursos humanos especializados (Baskerville y Levine 2001).

Esta circunstancia ha conllevado a la necesidad de contar con enfoques ingenieriles que aborden el problema de la comprensión, evaluación y mejoramiento de la calidad de los sitios web. En este sentido se han creado, a lo largo de la historia, diferentes modelos para evaluar la calidad, tanto del producto final como del proceso de obtención del mismo. En particular a nivel de calidad de producto se encuentran las normas ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14958 y la reciente familia ISO/IEC 25000.

En el caso del Perú, en los últimos 10 años han surgido diferentes iniciativas de agentes económicos, instituciones educativas, asociaciones gremiales y profesionales, así como en diversas entidades del sector público, que han desarrollado proyectos cuya ejecución

han tenido como común denominador el aprovechamiento de las tecnologías de la información y comunicación (ONGEI 2004a). Así mismo, estudios muestran que la industria peruana de software aún es joven pero con mucho potencial de crecimiento (PROMPEX 2003).

Sin embargo, más del 50% de las empresas encuestadas en el estudio consideran que las certificaciones de calidad son muy caras, situación que dificulta su obtención (PROMPEX 2003). Cabe resaltar que el 87% de las mismas, estarían dispuestas a invertir en calidad de sus procesos y productos con el fin de alcanzar una ventaja competitiva en el mercado local e internacional (PROMPEX 2003).

Consecuentemente, entidades internacionales como IEEE (Instituto de Ingenieros, Eléctricos y Electrónicos), la IEC (Comisión Electrónica Internacional) y la ISO (Organización Internacional para la Estandarización) han realizado varios esfuerzos de estandarización para el tratamiento de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), las cuales pueden ser utilizadas en diversos contextos como el sector público y privado en nuestro país.

En este sentido, en el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) se trabaja elaborando las Normas Técnicas Peruanas las cuáles ayudarán a un adecuado uso de las TIC del país. Un ejemplo de éste es la NTP ISO/IEC 9126:2004 la cual propone un modelo para la calidad producto de software.

A partir del contexto anterior, nace el interés de investigar acerca de la calidad de diversos portales Web, las cuales demandan una alta calidad de desarrollo y operación (Dávila Nicanor 2003). De manera especial, el presente proyecto de fin de carrera se enfocará en el portal Web de la Bolsa de Trabajo de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), la cual cuenta con una demanda de servicios tanto por el lado de los estudiantes como de las empresas.

Los flujos que presentan mayor uso son los servicios dirigidos para estudiantes (BTPUCP 2013). Por lo tanto se han considerado dichos flujos para poder realizar las evaluaciones de Calidad en Uso en base a la familias de normas ISO/IEC. Cabe mencionar que el presente proyecto está bajo el marco del proyecto de investigación “Desarrollo y evaluación de modelos de calidad de producto basado en la nueva familia de estándares ISO/IEC 25000 (Proyecto SQuaRE) y la series ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598” del Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software (GIDIS) de la PUCP, el cual tiene como objetivo principal el derivar y evaluar modelos de calidad de

producto *ad-hoc* para cada tipo de software evaluado; en la primera fase se trabajará con Bolsas de Trabajo en entornos web y Sistemas de Inteligencia de Negocio.

Finalmente, el propósito del presente proyecto de fin de carrera es desarrollar y evaluar un modelo de Calidad en Uso del portal web de la Bolsa de Trabajo PUCP basado en la familia de normas ISO/IEC 25000.

## 1.2 Objetivos, resultados y herramientas

En esta sección se presentan los objetivos y resultados esperados a obtener en el presente proyecto de fin de carrera. Así como, las herramientas a ser utilizadas.

### 1.2.1 Objetivo general

Desarrollar y evaluar un modelo de Calidad en Uso del portal web de Bolsa de Trabajo PUCP basado en la familia de normas ISO/IEC 25000.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos para alcanzar el objetivo general son:

- OE1: Desarrollar el modelo de Calidad en Uso para la BTPUCP
- OE2: Desarrollar los instrumentos para la medición de la Calidad en Uso
- OE3: Efectuar la medición de calidad del portal web de la Bolsa de Trabajo de la PUCP en base a los instrumentos creados.
- OE4: Analizar los resultados obtenidos de la medición.

### 1.2.3 Resultados esperados

Los resultados esperados para cada Objetivo Específico (OE) son:

- Para el OE1:
  - RE1: Documento de modelo de Calidad en Uso para la BTPUCP
- Para el OE2:
  - RE2: Documento de instrumentos de medición de calidad
  - RE3: Documento de validación de instrumento de medición de calidad.
- Para el OE3:
  - RE4: Documento de la toma de datos de los resultados de la medición de calidad.



- Para el OE4:
  - RE5: Documento de análisis de resultados.

#### 1.2.4 Herramientas, métodos y procedimientos

- Para alcanzar el OE1 se requerirá:
  - Norma ISO/IEC 25010: System and Software quality models.
  - Técnica de Grupo Nominal
- Para alcanzar el OE2 se requerirá:
  - Norma ISO/IEC 25040: Evaluation Process for evaluators.
  - Norma ISO/IEC 25022: Measurement of quality in use.
  - The After-Scenario Questionnaire (ASQ)
  - The Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)
  - ScreenCast-o-Matic
  - Online-Stopwatch
  - Método Delphi
- Para alcanzar el OE3 se requerirá:
  - Norma ISO/IEC 25062: Common Industry Format for usability test
- Para alcanzar el OE4 se requerirá:
  - IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires
  - Norma ISO/IEC 25062: Common Industry Format for usability test

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**: Herramientas, Métodos y procedimientos, se podrá encontrar más información acerca de las herramientas, métodos y procedimientos utilizados para alcanzar los objetivos específicos del proyecto.

#### 1.2.5 Mapeo de Resultados Esperados vs Herramientas

Resultados esperado	Herramientas a usarse
RE1: Documento de modelo de Calidad en Uso para la BTPUCP	- Norma ISO/IEC 25010: System and Software quality models. - Técnica de Grupo Nominal

Resultados esperado	Herramientas a usarse
RE2: Documento de instrumentos de medición de calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norma ISO/IEC 25040: Evaluation Process for evaluators.</li> <li>- Norma ISO/IEC 25022: Measurement of quality in use.</li> <li>- The After-Scenario Questionnaire (ASQ)</li> <li>- The Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)</li> <li>- ScreenCast-o-Matic</li> <li>- Online-Stopwatch</li> </ul>
RE3: Documento de Validación de Instrumento de medición de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método Delphi</li> </ul>
RE4: Documento de la toma de datos de los resultados de la medición de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norma ISO/IEC 25062: Common Industry Format for usability test</li> </ul>
RE5: Documento de análisis de resultados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires</li> <li>- Norma ISO/IEC 25062: Common Industry Format for usability test</li> </ul>

**Tabla 1.1. Resultados Esperados vs Herramientas**

### 1.3 Alcance y Limitaciones

En esta sección se presenta la información acerca del alcance del proyecto y sus limitaciones.

#### 1.3.1 Alcance

El presente proyecto de fin de carrera se relaciona con la evaluación de calidad del portal web de tipo bolsa de trabajo, específicamente con el Sistema de Oportunidades Laborales BTPUCP. Se ha elegido este portal web por el incremento de la demanda de uso que ha adquirido de parte de los estudiantes PUCP. En cuanto a la metodología, el proyecto pretende desarrollar un modelo de Calidad en Uso en base a familia de normas ISO/IEC 25000 para luego utilizar instrumentos de medición, los cuales brindarán información acerca de la experiencia de los usuarios con dicho portal.

### 1.3.2 Limitaciones

Con respecto al desarrollo del modelo de calidad, se utilizará, como base, el Modelo de Calidad en Uso y se utilizarán las características de Eficacia, Eficiencia y Satisfacción.

Con respecto a la evaluación de calidad, se utilizará parcialmente lo establecido por la familia de normas ISO/IEC 25000 en un contexto académico.

Con respecto a las funcionalidades a evaluar del portal web, se considerarán las principales funcionalidades del lado de los estudiantes dejando fuera las características del producto que atienden a empresas y los administradores de la Bolsa de Trabajo.



## 1.4 Plan del Proyecto

El este cuadro muestra de manera detallada la planificación de todo el proyecto de fin de carrera.

Nombre de la Tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>Proyecto de Fin de carrera</b>	<b>194.13 días</b>	<b>17/03/2013</b>	<b>29/11/2013</b>
<b>1. Inicio</b>	<b>1 día</b>	<b>14/06/2013</b>	<b>14/06/2013</b>
Elaborar Acta de constitución del proyecto de fin de carrera	1 día	14/06/2013	14/06/2013
<b>2. Planificación</b>	<b>68.13 días</b>	<b>17/03/2013</b>	<b>14/06/2013</b>
<b>Gestión de la Integración</b>	<b>55 días</b>	<b>17/03/2013</b>	<b>29/05/2013</b>
Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	55 días	17/03/2013	29/05/2013
<b>Gestión de Alcance</b>	<b>61.75 días</b>	<b>26/03/2013</b>	<b>14/06/2013</b>
Recopilar requisitos	60 días	26/03/2013	13/06/2013
Definir el Alcance	11 días	20/05/2013	03/06/2013
Crear EDT	1 día	14/06/2013	14/06/2013
<b>Gestión de Tiempo</b>	<b>3 días</b>	<b>12/06/2013</b>	<b>14/06/2013</b>
Definir Actividades	1 día	12/06/2013	12/06/2013
Secuenciar las Actividades	1 día	12/06/2013	12/06/2013
Desarrollar el Cronograma	1 día	14/06/2013	14/06/2013
<b>Gestión de Riesgos</b>	<b>12 días</b>	<b>21/05/2013</b>	<b>05/06/2013</b>
Planificar la Gestión de Riesgos	5 días	27/05/2013	31/05/2013
Identificar los Riesgos y Planificar la respuesta de los riesgos	12 días	21/05/2013	05/06/2013

Nombre de la Tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>3. Ejecución</b>	<b>190.13 días</b>	<b>17/03/2013</b>	<b>25/11/2013</b>
<b>Gestión de la Integración</b>	<b>181 días</b>	<b>17/03/2013</b>	<b>13/11/2013</b>
Dirigir y Gestionar la ejecución del Proyecto	181 días	17/03/2013	13/11/2013
<b>TESIS 1</b>	<b>73.38 días</b>	<b>18/03/2013</b>	<b>24/06/2013</b>
E1: Elección y justificación de la problemática	6 días	18/03/2013	25/03/2013
E2: Definir Problemática. Desarrollar Marco Teórico. Estado del Arte	20 días	27/03/2013	22/04/2013
E3: Definir el Objetivo General, Objetivo Específicos y Resultados Esperados	20 días	24/04/2013	20/05/2013
E4: Definir alcance, limitaciones, métodos y procedimientos	15 días	21/05/2013	10/06/2013
E5: Proyecto de TESIS1 completo y viabilidad	5 días	10/06/2013	16/06/2013
Sustentación	1 hora	24/06/2013	24/06/2013
<b>TESIS 2</b>	<b>127 días</b>	<b>10/06/2013</b>	<b>25/11/2013</b>
<b>Expo1</b>	<b>6.25 días</b>	<b>19/08/2013</b>	<b>26/08/2013</b>
Hacer E1: Correcciones de TESIS1	2 días	19/08/2013	20/08/2013
Entregar E1	1 día	21/08/2013	21/08/2013
Expo1: Capítulo 1	1 día	26/08/2013	26/08/2013
<b>Expo2</b>	<b>8.5 días</b>	<b>22/08/2013</b>	<b>02/09/2013</b>
Hacer E2: Correcciones de E1 + 50%(RE1 y RE2)	<b>4.25 días</b>	<b>22/08/2013</b>	<b>27/08/2013</b>
Entregar E2	1 día	28/08/2013	28/08/2013
Expo2: 50%(RE1 y RE2)	1 día	02/09/2013	02/09/2013
<b>Expo3</b>	<b>8.5 días</b>	<b>29/08/2013</b>	<b>09/09/2013</b>

Nombre de la Tarea	Duración	Comienzo	Fin
Hacer E3: Correcciones de E2 + 100%(RE1 y RE2)	<b>4.25 días</b>	<b>29/08/2013</b>	<b>03/09/2013</b>
Entregar E3	1 día	04/09/2013	04/09/2013
Expo3: 100%(RE1 y RE2)	1 día	09/09/2013	09/09/2013
<b>Expo4</b>	<b>8.5 días</b>	<b>05/09/2013</b>	<b>16/09/2013</b>
Hacer E4: Correcciones de E3 + 50%(RE3 y RE4)	4.25 días	05/09/2013	10/09/2013
Entregar E4	1 día	11/09/2013	11/09/2013
Expo4: 50%(RE3 y RE4)	1 día	16/09/2013	16/09/2013
<b>Expo5</b>	<b>8.5 días</b>	<b>12/09/2013</b>	<b>23/09/2013</b>
Hacer E5: Correcciones de E4 + 100%(RE3 y RE4)	4.25 días	12/09/2013	17/09/2013
Entregar E5	1 día	18/09/2013	18/09/2013
Expo5: 100%(RE3 y RE4)	1 día	23/09/2013	23/09/2013
<b>Expo6</b>	<b>8.5 días</b>	<b>19/09/2013</b>	<b>30/09/2013</b>
Hacer E6: Correcciones de E5 + 50%(RE5 y RE6)	4.25 días	19/09/2013	24/09/2013
Entregar E6	1 día	25/09/2013	25/09/2013
Expo6: 50%(RE5 y RE6)	1 día	30/09/2013	30/09/2013
<b>Expo7</b>	<b>8.5 días</b>	<b>24/10/2013</b>	<b>04/11/2013</b>
Hacer E7: 100%(RE5 y RE6) + Discusión de loa Res + Conclusión	4.25 días	24/10/2013	29/10/2013
Entregar E7	1 día	30/10/2013	30/10/2013
Expo7: 100%(RES) + Discusión de loa RES + Conclusión	1 día	04/11/2013	04/11/2013
<b>Expo8</b>	<b>8.5 días</b>	<b>31/10/2013</b>	<b>11/11/2013</b>

Nombre de la Tarea	Duración	Comienzo	Fin
Hacer E8: Correcciones de E7 + TODO	4.25 días	31/10/2013	05/11/2013
Entregar E8	1 día	06/11/2013	06/11/2013
Expo8: TODO	1 día	11/11/2013	11/11/2013
<b>Expo Final</b>	<b>13.75 días</b>	<b>07/11/2013</b>	<b>25/11/2013</b>
Hacer E9: TODO + Correcciones de E8	7.5 días	07/11/2013	17/11/2013
Expo8: TODO	6.25 días	18/11/2013	25/11/2013
<b>4. Seguimiento y Control</b>	<b>181.25 días</b>	<b>01/04/2013</b>	<b>27/11/2013</b>
<b>Gestión de la Integración</b>	<b>181.25 días</b>	<b>01/04/2013</b>	<b>27/11/2013</b>
Monitorizar y Controlar el trabajo del Proyecto	181.25 días	01/04/2013	27/11/2013
Realizar el Control Integrado de Cambios	86.5 días	05/08/2013	27/11/2013
<b>Gestión del Alcance</b>	<b>88.5 días</b>	<b>01/08/2013</b>	<b>27/11/2013</b>
Verificar el Alcance	88.5 días	01/08/2013	27/11/2013
Controlar el Alcance	86.5 días	05/08/2013	27/11/2013
<b>Gestión del Tiempo</b>	<b>181.25 días</b>	<b>01/04/2013</b>	<b>27/11/2013</b>
Controlar el cronograma	181.25 días	01/04/2013	27/11/2013
<b>Gestión de Riesgos</b>	<b>181.25 días</b>	<b>01/04/2013</b>	<b>27/11/2013</b>
Monitorizar y Controlar los Riesgos	181.25 días	01/04/2013	27/11/2013
<b>5. Cierre</b>	<b>1 día</b>	<b>29/11/2013</b>	<b>29/11/2013</b>
Cierre del proyecto	1 día	29/11/2013	29/11/2013

## Capítulo 2: Marco de referencia

En este capítulo se muestra la teoría básica de los conceptos que ayudarán a un mejor entendimiento de la futura aplicación de la evaluación de la calidad.

### 2.1 Conceptos fundamentales

Los conceptos fundamentales son los siguientes:

#### 2.1.1 Producto de Software

Producto de software es el conjunto de programas de computadores, procedimientos y posiblemente documentación y datos asociados (ISO 2010).

#### 2.1.2 Portal Web / Sitio Web

Un sitio web es una colección de páginas web conectadas lógicamente y manejadas como una sola entidad. A su vez, una página web es un objeto multimedia digital entregado a un sistema cliente (ISO 2010).

#### 2.1.3 Calidad

La calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. Entiéndase “inherente” como una característica intrínseca permanente (ISO 2005a).

#### 2.1.4 Calidad de Software

Grado en el cual un producto de software satisface necesidades implícitas o explícitas cuando es utilizado bajo condiciones específicas (ISO 2005).

#### 2.1.5 Característica de Calidad de Software

Es una categoría de un conjunto de atributos de Calidad de Software. Puede ser definido como múltiples niveles de subcaracterísticas las cuales finalmente desembocan en atributos de calidad de Software (ISO 2005).



### **2.1.6 Atributo de Calidad**

Propiedad Inherente de una entidad que puede ser distinguida cuantitativa y cualitativamente; ésta puede ser medida tanto por un humano o automáticamente. (ISO 2007).

### **2.1.7 Medida de Calidad**

Medida se define como una función de medición de dos o más valores de los elementos de medida de calidad (ISO 2012).

### **2.1.8 Medidas Externas de la Calidad de Software**

Medida del grado en que un producto de software operando satisface las necesidades implícitas o explícitas al ser usado bajo condiciones específicas (ISO 2011a).

### **2.1.9 Medidas Internas de la Calidad de Software**

Medida del grado en que un conjunto de atributos estáticos de un producto de software satisface necesidades implícitas y explícitas para que el producto de software sea usado bajo condiciones específicas (ISO 2011a).

### **2.1.10 Medidas de Calidad en uso de Software**

Medida del grado en que un producto o sistema permite a usuarios alcanzar sus necesidades a través de metas específicas como por ejemplo eficacia, eficiencia, libertad de riesgo y satisfacción en un contexto de uso específico (ISO 2011a).

### **2.1.11 Modelo de calidad de producto software**

Un modelo de calidad de producto software es un conjunto de características interrelacionadas, los cuales proveen un marco de requisitos específicos de calidad y evaluación (ISO 2005).

## **2.2 Modelos de calidad de producto software**

En esta sección se presentan brevemente diferentes modelos de calidad de producto software. De esta manera, se logra apreciar la evolución de diferentes enfoques a través

de los años en cuanto a los conjuntos de características que identifican a cada uno de ellos. A continuación se describen algunos modelos calidad:

### 2.2.1 Modelo de McCall

El modelo de calidad de software McCall nace bajo la iniciativa de la Fuerza Aérea Estadounidense, especialmente para usarlo en los productos de software del Departamento de Defensa (McCall 1977). En la Figura 2.1 se podrá observar el modelo de calidad que propone McCall.

### 2.2.2 Modelo de Boehm

Este modelo presenta tres divisiones en las cuales engloba la calidad de producto software. En la Figura 2.2 se podrá observar el modelo calidad que propone Boehm (Olsina 1999).

1. Servicios que hace el sistema (Portabilidad)
2. Operación del producto (Usabilidad)
3. Mantenibilidad del producto de software

### 2.2.3 Modelo IEEE 1061

Otros de los modelos que representan factores, atributos y métricas es el modelo de calidad de producto de software IEEE 1061 y se basa en la descomposición de métricas de calidad de software (IEEE 1992). En la Figura 2.3 se podrá observar el modelo de calidad que propone IEEE.

### 2.2.4 Modelos de la ISO/IEC

La International Organization for Standardization (ISO) en conjunto con la International Electrotechnical Commission han tenido diferentes iniciativas para la estandarización en ingeniería de software y en general de modelos de calidad de producto software y calidad en uso. Entre los más relevantes están la norma ISO/IEC 9126: Calidad de Producto Software, ISO/IEC 14598: Evaluación de Producto Software y la nueva familia ISO/IEC 25000: Requisitos y Evaluación de Calidad de Producto Software, los cuales se presentan en la siguiente sección.

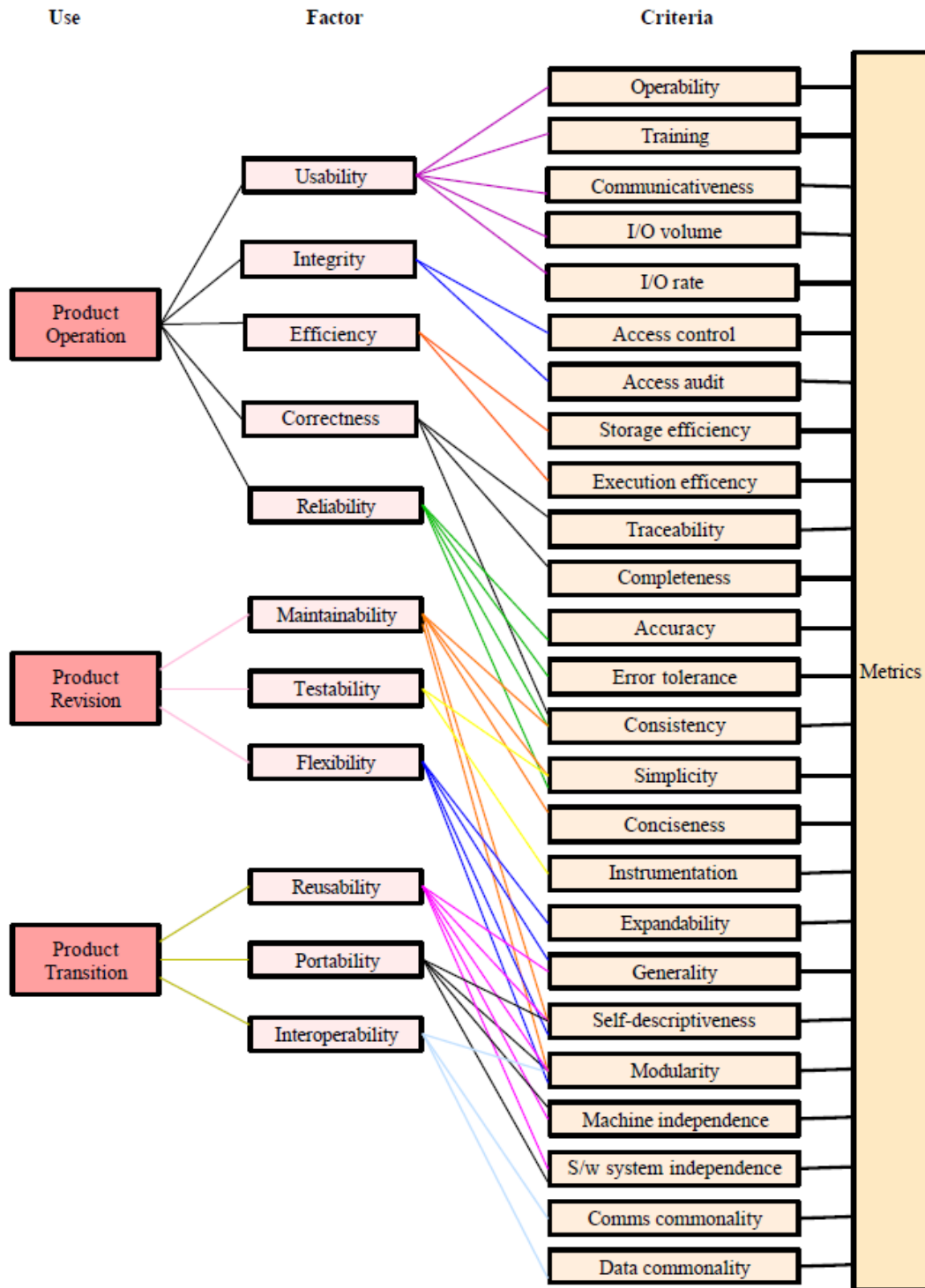


Figura 2.1. Modelo de McCall (Olsina 1999)

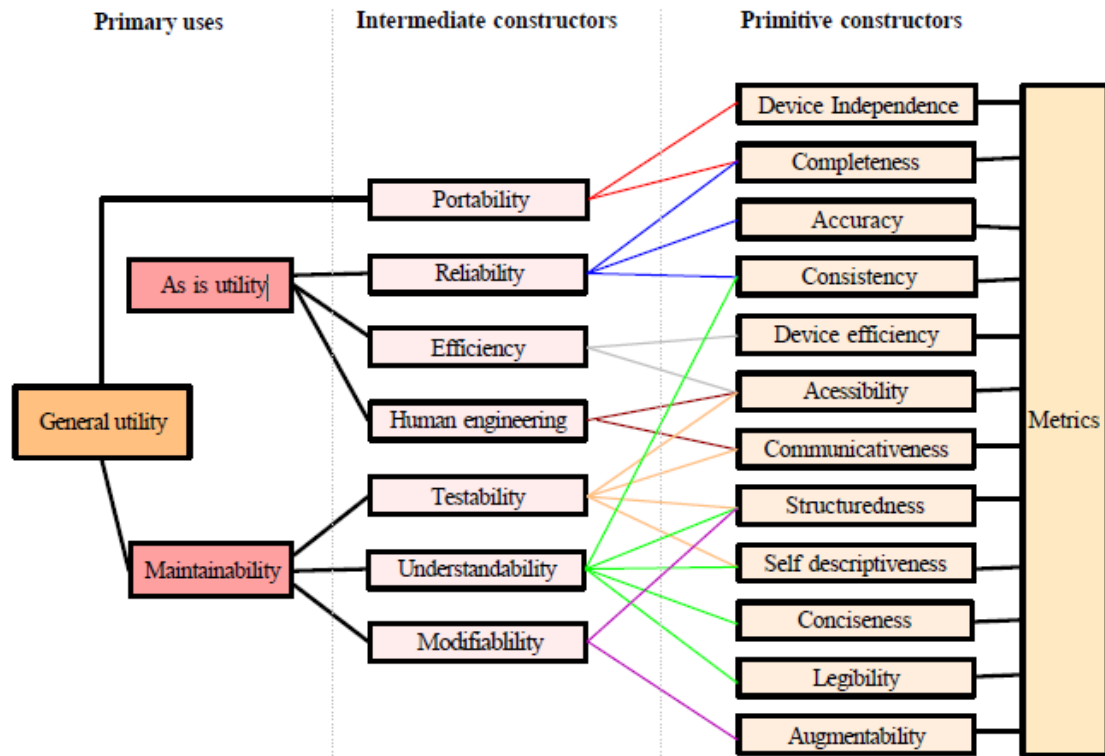


Figura 2.2. Modelo de Boehm (Olsina 1999)

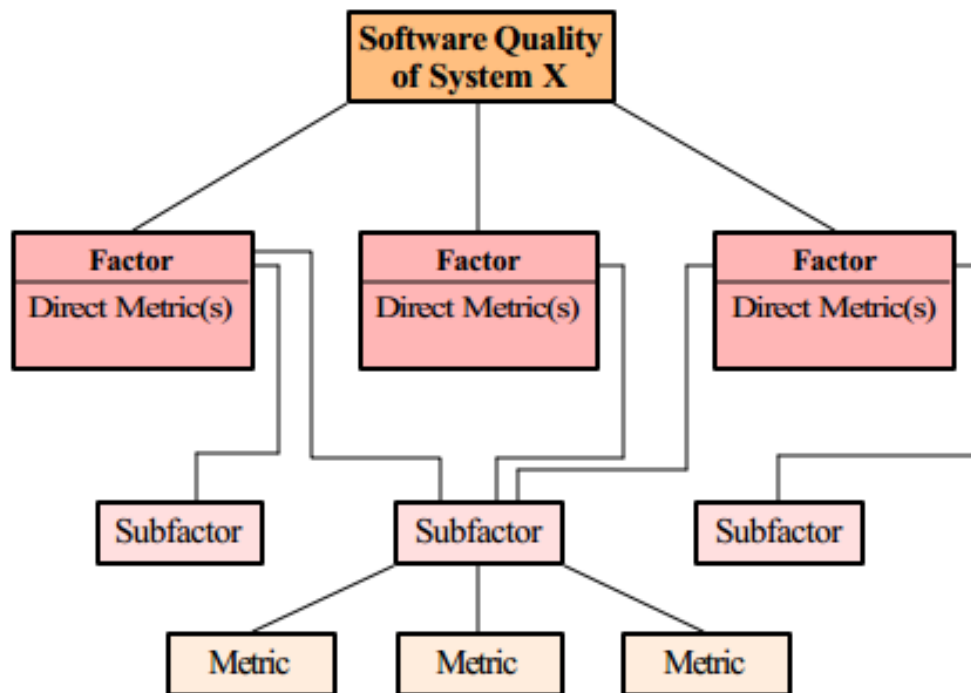


Figura 2.3. Modelo IEEE 1061 (Olsina 1999)

## 2.3 La ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 y la familia ISO/IEC 250XX

En esta sección se presenta las normas ISO/IEC referidas a la calidad de producto software.

### 2.3.1 ISO/IEC 9126

La norma ISO/IEC 9126 es un marco conceptual el cual presenta tres modelos de calidad de Producto: Interna, Externa y en Uso, las que definen sus características, subcaracterísticas y métricas (ISO 2000).

La calidad interna está relacionada con las propiedades estáticas de software mientras que la calidad externa con las propiedades dinámicas del sistema informático (ISO 2011a) y ambos modelos comparten las mismas características (funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad) y subcaracterísticas (ISO 2000).

Mientras que la Calidad en Uso está relacionado con el resultado de la interacción del usuario con él producto de software en un contexto de uso particular (ISO 2011a). Este modelo de calidad presente cuatro características las cuales son: Eficiencia, Productividad, Seguridad, Satisfacción (ISO 2000).

### 2.3.2 ISO/IEC 14598

La norma ISO/IEC 14598 presenta un modelo para la evaluación del producto software la cual se divide en seis partes que son: Visión General, Planeamiento y Gestión, Procesos para desarrolladores, Procesos para adquirientes, Proceso para evaluadores y la Documentación de Módulos de evaluación (ISO 2001). De manera particular se creó esta norma para ser utilizada en conjunto con la norma ISO/IEC 9126 (ISO 2005).

### 2.3.3 ISO/IEC 250XX

La reciente familia ISO/IEC 250XX es más conocido como el proyecto SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation). Esta se organiza en seis divisiones o series: Serie 2500n: Gestión de la Calidad, Serie 2501n: Modelo de Calidad, Serie 2502n: Medida de la Calidad, Serie 2503n: Requisitos de Calidad, Serie 2504n: Evaluación de Calidad, Serie 25050-25099: Estándares de Extensión SQuaRE (ISO 2005).

Actualmente, la norma ISO/IEC 250XX, que al igual que la ISO/IEC 9126 también presenta el Modelo de Calidad Externa, que refiere a las características estáticas, y el Modelo de Calidad Interno, que refiere a las propiedad dinámicas de los sistemas informáticos (ISO 2011a). Ambos modelos comparten las mismas características las cuales son: Adecuación funcional, eficiencia en el desempeño, compatibilidad, usabilidad, confiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad (ISO 2011a). En la Figura 2.4 se podrán observar las características y subcaracterísticas del Modelo de Calidad de Producto.

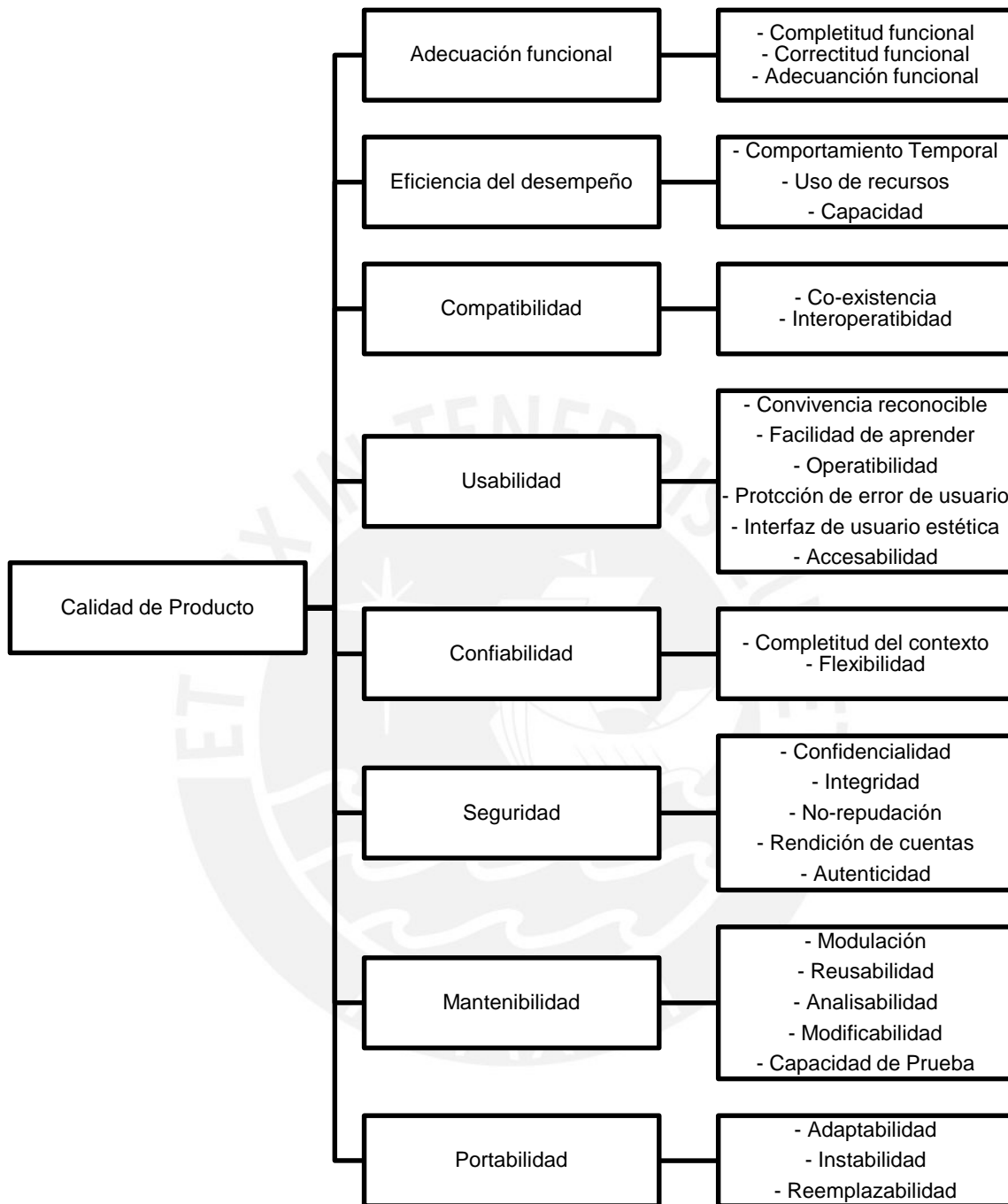
Asimismo, la reciente norma ISO/IEC 250XX presenta el Modelo de Calidad en Uso que refiere a la interacción entre el usuario y el producto software utilizado (ISO 2011a). Las características que representan a este modelo son las siguientes: Eficacia, eficiencia, satisfacción, libertad de riesgo y cobertura del contexto (ISO 2011a). Cada característica puede ser asignada para diferentes actividades de los grupos de interés (ISO 2011a). En la Figura 2.5 se podrán observar las características y subcaracterísticas del Modelo de Calidad en Uso.

#### **2.3.4 Relación y evolución de normas ISO/IEC referidas a calidad de producto software.**

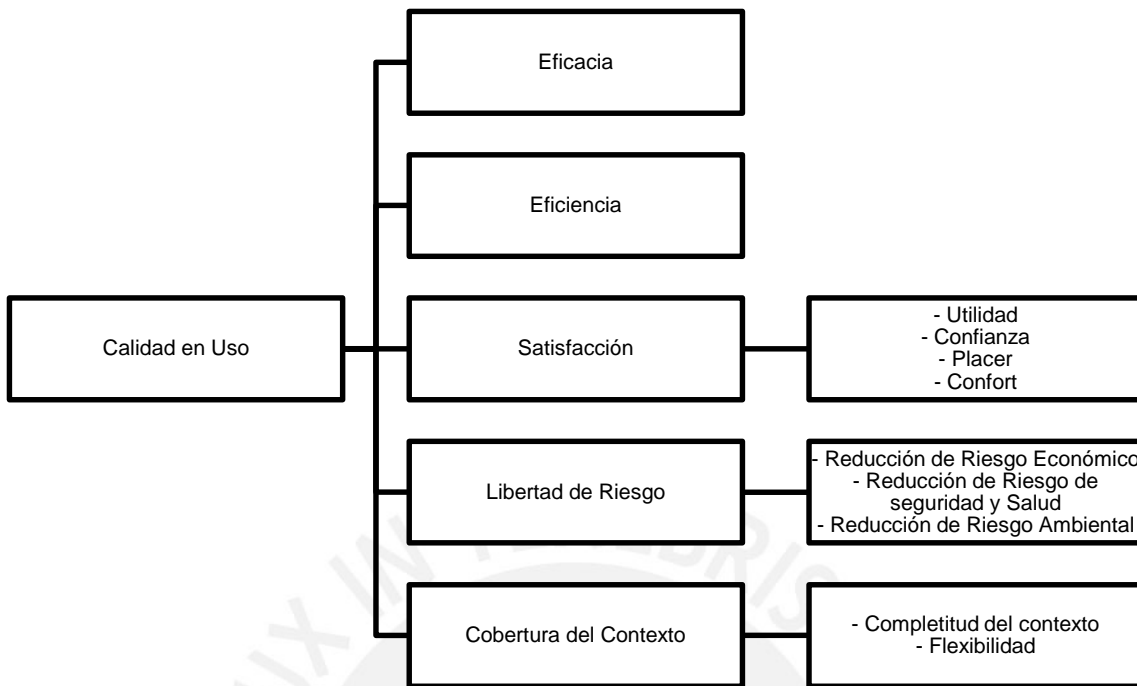
La nueva familia de normas ISO/IEC 250XX que se desarrolla en el proyecto SQuaRE, es el esfuerzo que hace la ISO para cubrir más temas relacionados a la calidad de producto software y toma como base y reemplaza las series ISO/IEC 9126 y 14598.

#### **2.3.5 Calidad Interna y externa**

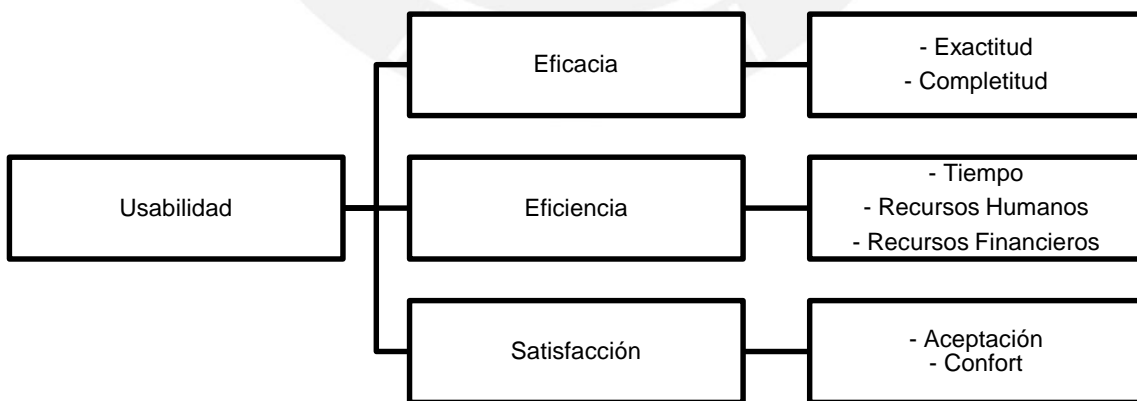
La calidad interna de un producto software está referida a la estructura interna del software. Este puede ser mejorado en las etapas de implementación, revisión y prueba del código fuente del software, pero la manera más adecuada de realizar cambios, luego de una evaluación de calidad interna, es por medio del rediseño (ISO 2000). Mientras que la Calidad Externa está referida cuando el software es ejecutado, la cual es típicamente medida y evaluada en un ambiente simulado, con datos simulados y usando métricas externas (ISO 2000).



**Figura 2.4 Características y Subcaracterísticas del Modelo de Calidad de Producto – Familia de Normas ISO/IEC 25000 (Elaboración propia)**



**Figura 2.5 Características y Subcaracterísticas del Modelo de Calidad en Uso – Familia de Normas ISO/IEC 25000 (Elaboración propia)**



**Figura 2.6 Características y Subcaracterísticas de Usabilidad – ISO 9241-11 (Elaboración propia)**



### 2.3.6 Calidad en uso y usabilidad

Usabilidad es definido en la ISO/IEC 9241-11:1998 (aún vigente) como el grado en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para lograr sus objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico (ISO 1998). Asimismo, la calidad en uso es definida en la ISO/IEC 9126 de manera muy similar a la definición anterior (ISO 1998). En la Figura 2.6 se podrán observar las características y subcaracterísticas de Usabilidad – ISO 9241-11. Sin embargo, ésta estudia más a la satisfacción del usuario en la consecución de sus objetivos específicos (ISO 2011) y podría ser afectada por cualquier otra característica de calidad (ISO 2006).

### 2.3.7 Definición de un modelo de calidad en uso

La ISO/IEC 9126 define Calidad en Uso como “la capacidad de un producto de software de facilitar a usuarios específicos alcanzar metas específicas con eficacia, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto específico de uso” (ISO 2000). Sin embargo, esta definición ha evolucionado en el tiempo y la ISO/IEC 25010 la define como “el grado en el que un producto o sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para satisfacer sus necesidades y alcanzar sus objetivos específicos con eficacia, eficiencia, libertad de riesgo y satisfacción en un contexto específico de uso” (ISO 2011a).

Asimismo, la ISO/IEC 9126 añade que la calidad en uso es la visión de los usuarios en un contexto específico conteniendo software y es medida sobre los resultados de la experiencia con el software en el contexto específico y no sobre las propiedades del software en sí mismo (ISO 2000).

Las definiciones de las características de calidad en uso según la ISO/IEC 25010 son:

Característica	Definición
Eficacia	La precisión y exhaustividad con la que los usuarios logran los objetivos específicos.
Eficiencia	Recursos empleados en relación con la exactitud y la exhaustividad con la que los usuarios logran metas.
Satisfacción	Grado en que se satisfacen las necesidades del usuario cuando se utiliza un sistema en un contexto de uso especificado.
Libertad de Riesgo	Grado en que un sistema reduce el riesgo de la situación económica, la vida humana, la salud o el medio ambiente.

Característica	Definición
Cobertura del Contexto	Grado en que un sistema puede ser utilizado con eficacia, la eficiencia, la libertad de riesgo y la satisfacción en contextos de uso específico y en contextos más allá de los identificados inicialmente de forma explícita.

**Tabla 2.1 Definición de Características de Calidad en Uso adaptado de ISO/IEC 25010**

Cabe resaltar que las características expuestas cuentan con un siguiente nivel el cual es llamado subcaracterísticas. Estas últimas son seleccionadas de tal manera que sean consideradas representativas para la definición de características y sin ser necesariamente una lista exhaustiva (ISO 2011a). Es decir, que al momento de definir un modelo ad-hoc para un sistema o software en específico pueden agregarse u omitirse subcaracterísticas o características. Para realizar esta selección se pueden utilizar diferentes técnicas (Ejemplo: Técnica Grupal Nominal) en las cuales se involucran a los grupos interesados en el sistema y se hace un consenso de las características y subcaracterísticas a tomar en cuenta en el modelo.

### 2.3.8 Métricas de calidad en uso

La norma ISO/IEC 25022 define un conjunto de métricas para la medición cuantitativa y cualitativa de las características y subcaracterísticas de Calidad en Uso (ISO 2011b). A continuación se muestran las métricas utilizadas por la ISO/IEC 25022 para la medición cuantitativa y cualitativa de la calidad en uso. Para más detalles de las métricas ir al **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en la cual se podrá observar a más etalle la función y método de medición de las métricas.

Métricas de Calidad en uso según ISO/IEC 25022
1. Eficacia:
✓ Finalización de la Tarea
✓ Eficacia de la Tarea
✓ Frecuencia de Error
2. Eficiencia:
✓ Tarea Relativa
✓ Eficiencia de una tarea relativa
✓ Productividad Económica Relativa
✓ Proporción Productiva

<b>Métricas de Calidad en uso según ISO/IEC 25022</b>	
✓	Número Relativo de acciones del usuario
3.	Satisfacción:
3.1.	Utilidad:
✓	Psicometría de la Satisfacción del Usuario
✓	Satisfacción Relativa del Usuario
✓	Uso discrecional
✓	Uso discrecional de funciones
✓	Proporción de quejas de los clientes
3.2.	Confianza:
✓	Psicometría de la confianza
3.3.	Placer:
✓	Placer Relativo
3.4.	Comodidad:
✓	Psicometría de la comodidad
4.	Reducción de riesgos
4.1.	Reducción de Riesgos Financieros:
✓	Retorno de la Inversión Relativo
✓	Tiempo relativo para alcanzar retorno de la inversión
✓	Desempeño relativo del negocio
✓	Beneficios Relativos de Inversiones en TI
✓	Tiempo de Entrega Relativo
✓	Elementos faltantes relativos
✓	Ingresos relativos por cada cliente
✓	Errores con consecuencias económicas
✓	Corrupción de Software con consecuencias económicas
4.2.	Reducción de Riesgos de Seguridad y Salud:
✓	Salud del usuario y frecuencia de seguridad
✓	Salud relativa del usuario e impacto de seguridad
✓	seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema
4.3.	Reducción de Riesgos del ambiente:
✓	Impacto relativo del Ambiente
5.	Integridad de contexto:
✓	Integridad del contexto
6.	Flexibilidad:

**Métricas de Calidad en uso según ISO/IEC 25022**

✓ Contexto de uso Flexible
✓ Características de diseño flexible

**Tabla 2.2 Métricas de Calidad en uso según ISO/IEC 25022**

**2.3.9 Evaluación de la calidad (ISO/IEC 25040)**

Una evaluación de calidad se compone de diferentes pasos que hacen coherente el resultado final de la misma. La serie 2504n muestra todos los aspectos relacionados con la evaluación de la calidad del producto software y de manera especial en el 25040 se muestra el proceso de evaluación en la cual se incluyen los requisitos básicos requeridos en cada etapa del proceso de evaluación (ISO 2010a). Los pasos son los siguientes:

**Proceso de Evaluación de Calidad de Producto Software**

1. Establecer los requisitos de evaluación
1.1. Establecer el propósito de la evaluación
1.2. Obtener los requisitos de calidad de producto software
1.3. Identificar las partes del producto a ser incluidas en la evaluación
1.4. Definir el rigor de la evaluación
2. Especificar la evaluación
2.1. Seleccionar medidas de calidad (módulos de evaluación)
2.2. Definir criterios de decisión para las medidas de calidad
2.3. Establecer criterios de decisión para la evaluación
3. Diseñar la evaluación
3.1. Planificar actividades de la evaluación
4. Ejecutar la evaluación
4.1. Hacer las mediciones
4.2. Aplicar criterios de decisión para las medidas de calidad
4.3. Aplicar criterios de decisión para la evaluación
5. Concluir la evaluación
5.1. Revisar los resultados de la evaluación
5.2. Crear un reporte de evaluación
5.3. Revisar evaluación de calidad y proveer retroalimentación a la organización

## Proceso de Evaluación de Calidad de Producto Software

### 5.4. Realizar la disposición de los datos de evaluación

**Tabla 2.3 Proceso de Evaluación de Calidad de Producto Software**

La gran mayoría de estos pasos se han seguido en el presente proyecto de fin de carrera con el fin de tener una metodología base durante todo el proceso de evaluación de la calidad en uso. Es probable que los entregables se encuentren con nombres diferentes pero con la esencia esperada.

## 2.4 Técnicas para derivar modelos de calidad de producto software

En esta sección se presentan diferentes técnicas para definir modelos de calidad de producto de software:

### 2.4.1 Quality Attribute Workshop (QAW)

QAW proporciona un método para identificar los atributos de calidad sobre la arquitectura de productos software como disponibilidad, rendimiento, seguridad, interoperabilidad y modificabilidad, que se pueden definir según el modelo de calidad necesitado en el negocio. El proceso de QAW termina con la lista de los escenarios refinados, los que pueden utilizarse de diferentes maneras y cada uno de estos tendrá un modelo de calidad diferente (BARBACCI 2003). El QAW comprende los siguientes pasos:

#### 1. Presentación e Introducción QAW

Facilitadores de QAW describen la motivación para el QAW y explican cada paso del método.

#### 2. Presentación del Modelo de Negocio

Un representante de la comunidad de partes interesadas presenta la empresa y/o conductores programáticos para el sistema.

#### 3. Presentación del Plan Arquitectural

El especialista técnico presenta los planos de arquitectura del sistema en su forma actual con respecto a los primeros documentos, tales como descripciones de alto nivel del sistema, dibujos contexto, u otros artefactos que describen algunos de los detalles técnicos del sistema.

#### 4. **Identificación de los conductores arquitectónicos.**

Los conductores de arquitectura suelen incluir requisitos de alto nivel, inquietudes, metas y objetivos de negocio / misión, y varios atributos de calidad. Durante esta etapa, los facilitadores y las partes interesadas llegan a un consenso sobre los conductores fundamentales para el sistema.

#### 5. **Escenario de *brainstorming***

Los interesados generan escenarios del mundo real para el sistema. Los escenarios comprenden un estímulo relacionado, una condición ambiental, y una respuesta. Los facilitadores garantizan que al menos uno de los escenarios se dirige a cada uno de los conductores arquitectónicos identificados en el Paso 4.

#### 6. **Escenario de consolidación**

Se consolidan los escenarios que son similares en su contenido.

#### 7. **Escenario de priorización**

Los interesados priorizan los escenarios a través de un proceso de votación.

#### 8. **Escenario de refinamiento**

Los cuatro o cinco escenarios se aclaran aún más y se describen los objetivos de negocio / programación que son afectados por los escenarios y los atributos de calidad relevantes asociados a los escenarios.

### 2.4.2 **Software Quality Attributes: Following All the Steps**

Este es un artículo elaborado por Jim Brosseau en el cual provee una serie de pasos para lograr definir un modelo de calidad de producto software (BROSSEAU 2007). Estos son los siguientes:

#### 1. **Comenzar por una amplia taxonomía**

Consiste en investigar la mayor cantidad de enfoques de modelos de calidad y recoger las características relacionadas al concepto de calidad de producto software. Ya que calidad es un término muy amplio y depende de muchas perspectivas.

#### 2. **Reducir la lista escogida y priorizar**

Dependiendo el proyecto se podrá empezar a elegir priorizar los elementos que deben ser parte del modelo de calidad. Es importante que los grupos de interés estén involucrados en este paso. Un error común es decir por los grupos de interés, hay que evitar esto. Lo más eficiente es poder dividir el problema por partes y conocer si se tiene un conocimiento previo o actualizado para tomar la mejor decisión. En la Figura 2.7 se muestra un esquema de priorización de características.

**3. Traducir a criterios cuantificables**

Lamentablemente, no todos las características escogidas en la fase anterior son tan sencillas de convertirlas en términos cuantificables. Una de las opciones que se proponen es realizar un mapeo entre atributos y características de calidad. En la Figura 2.7 se muestra un mapeo parcial de características vs atributos.

**4. Especificar una buena estructura de requisitos**

Karl Wiegers, sugiere escoger máximo 10 características. La gama inicial de atributos de calidad basados en el orden disciplinado que se ha seguido anteriormente, brinda trazabilidad para regresar a versiones anteriores y reclasificar las características a seleccionar. Tener mucho en cuenta el comportamiento real que los productos software podrían tener en condiciones excepcionales.

Attribute	Score	Availability	Usability	Maintainability	Reusability	Portability
Availability	0		↑	↑	↑	↑
Usability	4			←	←	←
Maintainability	3				←	←
Reusability	2					←
Portability	1					

**Figura 2.7 Esquema de priorización de características para modelo de calidad (BROUSSEU 2007)**

	Reliability	Robustness	Availability	Integrity	Flexibility	Usability	Interoperability	Efficiency	Safety	Installability	Testability	Maintainability	Reusability	Portability
Document Accessibility												x	x	
Error handling		x				x	x		x					
Hazard Analysis		x							x					
Inline Code Use											x	x		
Modularity	x				x		x				x	x	x	x
MTBF	x		x											
MTTR			x											
Simplicity	x				x				x	x	x	x	x	x
Training					x					x				

**Figura 2.8 Mapeo parcial entre atributos y características (BROSSEAU 2007)**

## 2.5 Heurísticas de evaluación de usabilidad

La evaluación heurística es un método de ingeniería de la usabilidad para encontrar los problemas de usabilidad en un diseño de interfaz de usuario para que puedan ser atendidos como parte de un proceso de diseño iterativo. La evaluación heurística consiste en tener un pequeño conjunto de evaluadores examinar la interfaz y juzgar su conformidad con los principios de usabilidad reconocidos (la "heurística") (NEILSEN 1994).

Principios "heurísticos" son técnicas de la indagación y del descubrimiento; investigación de documentos o fuentes históricas; y en algunas ciencias, manera de buscar solución a problemas mediante métodos no rigurosos, ya sea por tanteo, reglas empíricas, entre otras (GONZALES, LORES y PASCUAL 2006).

Una característica importante de esta metodología es su bajo costo y solo dependerá de la cantidad de evaluadores que se utilizan en el proceso. Esta no requiere una larga planificación para ser implementada y puede utilizarse en las etapas iniciales del proceso de desarrollo de software, con la única condición de que se disponga de un prototipo a utilizar. Los resultados de su uso han sido muy favorables pues detecta alrededor de 42% de problemas graves de diseño y 32% de problemas menores. Es por ello que varios autores la recomiendan por ser barata e intuitiva, lo cual motiva a su constante uso (GONZALES, LORES y PASCUAL 2006).

Existen 10 principios de diseño basados en el usuario, que definió Jakob Nielsen en 1990 (NEILSEN 1995). Siguen siendo un referente importante para evaluar la usabilidad de un sitio web aunque un grupo en particular puede definir su propia lista de principios que sean relevantes a su organización. Son los siguientes:



Diez Heurísticas de usabilidad para el diseño de la interfaz de usuario	
1.	Visibilidad del estado del sistema
2.	Correlación entre el sistema y el mundo real
3.	Control del usuario y la libertad
4.	Consistencia y estándares
5.	Prevención de errores
6.	Reconocimiento en lugar de recordatorio
7.	La flexibilidad y la eficiencia de uso
8.	Diseño estético y minimalista
9.	Ayude a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores
10.	Ayuda y documentación

**Tabla 2.4 Diez Heurísticas de usabilidad para el diseño de la interfaz de usuario (NEILSEN 1995)**

## 2.6 Modelos de calidad aplicados a Sistemas de Información Web

En esta sección se mencionarán un par de modelos de calidad aplicados a Sistemas de Información Web.

### 2.6.1 Para un portal web e-Learning

Este modelo de calidad forma parte de un caso de estudio en la Universidad Nacional de Pampa, Argentina, sobre el portal web “QPlus Campus Virtual” el cual fue evaluado en el año 2004 luego de haber estado durante casi 2 años en producción. El objetivo fue validar un modelo de evaluación de calidad en uso para aplicaciones web y, en particular, conocer la percepción de la calidad en uso que tienen, como usuarios finales, los alumnos ingresantes a la Facultad de Ingeniería de la UNLPam, respecto de la aplicación Web “Qplus Campus Virtual” (COVELLA 2005).

El modelo de calidad utilizado en el caso de estudio fue:

Características	Atributo
Eficacia	Complejidad de Tareas
	Eficacia de Tareas
Productividad	Eficiencia en relación a Complejidad de Tareas
	Eficiencia en relación a la Eficacia
Satisfacción	Satisfacción relativa

**Tabla 2.5 Modelo de Calidad para portales web e-Learning**

Se evidencia en el modelo establecido no existen subcaracterísticas y que inmediatamente se han definido los atributos a evaluar en el caso de estudio, se te obtuvo por medio de un estudio ontológico con los diferentes grupos interesados en el portal web e-Learning (COVELLA 2005).

### 2.6.2 Para un portal web de Institución Educativa Superior

Este modelo de calidad forma parte de un caso de estudio del Instituto Tecnológico de Motul en la ciudad de México llevada a cabo en el año 2007. De manera particular se utilizó un sistema auxiliar (SW-AQUA) para hacer las mediciones de la interacción de los usuarios con el portal (MORENO y GONZALES 2007).

El modelo de calidad utilizado en el caso de estudio fue:

Características	Atributo
Efectividad	Efectividad de la tarea
	Terminación de la tarea
	Frecuencia de errores
Productividad	Tiempo en completar una tarea
	Eficiencia en la tarea
	Productividad Económica
	Proporción productiva
Seguridad	Eficiencia relativa al usuario
	Salud y seguridad del usuario
	Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema
	Daño Económico
Satisfacción	Daño del software
	Escala de satisfacción
	Cuestionario de satisfacción
	Uso a discreción

**Tabla 2.6 Modelo de Calidad para portales web Institución Educativa Superior**

Al igual que el anterior modelo, en este modelo no existen subcaracterísticas y que inmediatamente se han definido los atributos a evaluar en el caso de estudio. Y se obtuvieron de un estudio previo con los grupos interesados en la web evaluada.

## Capítulo 3: Aplicación de Calidad en Uso a Portal de Bolsa de Trabajo

En este capítulo se presenta la derivación del modelo de calidad en uso y evaluación del portal de bolsa de trabajo PUCP con los instrumentos de la ISO/IEC 25000 y familia.

### 3.1 Portal de Bolsa de Trabajo (PBT) estudiada

La evaluación realizada fue al Sistema de Oportunidades Laborales BTPUCP (SOL-BTPUCP), que es accesible a través de: <http://btpucp.pucp.edu.pe/>. Este sistema entró en funcionamiento desde agosto del 2011 y ha sido desarrollado por la empresa Simplicity – Estados Unidos, una empresa especializada en la implementación de sistemas para universidades, gobierno y negocios. Solo se evaluarán las funcionalidades del lado de los estudiantes universitarios y egresados.

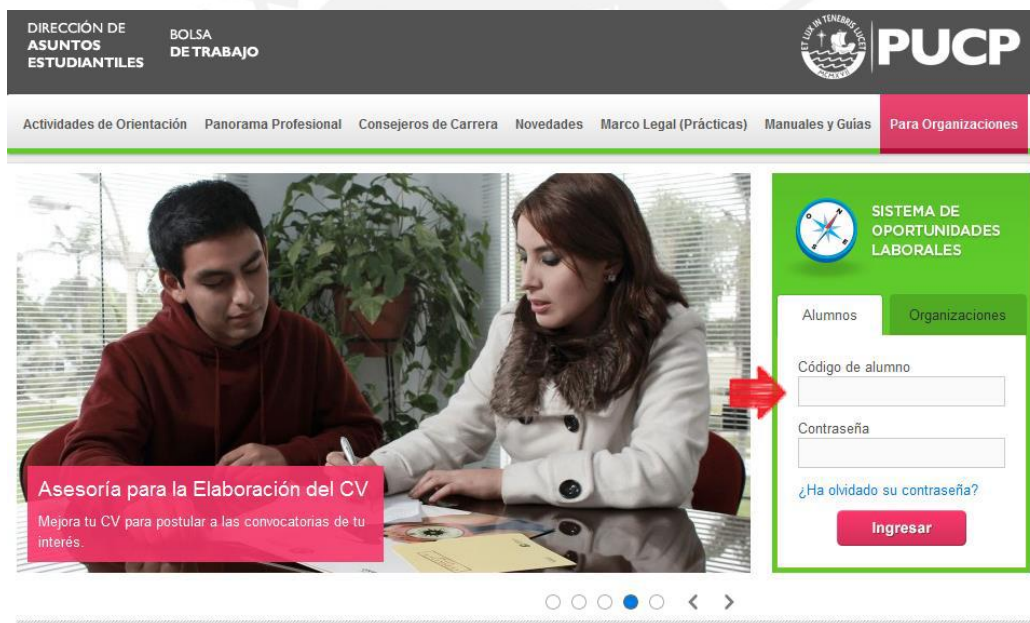


Figura 3.1 Pantalla de la portada del SOL-BTPUCP

#### 3.1.1 Funcionalidades a tomar en cuenta en la evaluación

Las funcionalidades de SOL-BTPUCP se han dividido según el público al cuál va dirigido. En este caso se ha considerado 8 funcionalidades (Tareas) principales definidas para usuarios del tipo: estudiantes y son los siguientes:

Funcionalidades de SOL - BTPUCP	Breve explicación
1. Acceder al sistema de oportunidades laborales:	Esta funcionalidad permite acceder al sistema. Solo será necesario el código del participante para recuperar su contraseña.
2. Actualizar perfil personal y profesional	Esta funcionalidad permite que las empresas puedan ubicar con mayor exactitud los perfiles que buscan.
3. Modificar o actualizar de la privacidad del perfil	Esta funcionalidad permite la configuración del entorno del alumno y/o egresado.
4. Adjuntar currículum vitae u otros documentos al sistema	Esta funcionalidad permite adjuntar hasta 10 documentos, uno de ellos deberá ser el currículum vitae del alumno.
5. Buscar oportunidades laborales	Esta funcionalidad permite buscar convocatorias de personas de acuerdo a los criterios de búsqueda.
6. Postular y Retirarse a una oportunidad laboral	Esta funcionalidad permite postular o retirarse de una convocatoria determinada.
7. Acceder a oportunidades laborales recomendadas	Esta funcionalidad permite que el alumno visualice las oportunidades laborales que están alineadas a su perfil.
8. Configurar búsquedas personalizadas	Esta funcionalidad permite que el alumno configure búsquedas personalizadas de las oportunidades laborales de su interés.

**Tabla 3.1 Funcionalidades evaluadas de SOL - BTPUCP**

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se pueden ver las pantallas del sistema evaluado.

### 3.2 Grupo participante de la evaluación de calidad en uso

El grupo participante para hacer la experiencia de laboratorio fueron alumnos de pregrado de Ingeniería Informática de la PUCP de los últimos 2 o 3 años de la carrera, todos ellos cuentan con acceso al portal web de la BTPUCP. Las diferencias más importantes entre ellos son que algunos de ellos ya habían utilizado con anterioridad el portal para encontrar una oportunidad laboral en el sistema y otros ya habían tenido prácticas pre profesionales las cuáles fueron encontradas en el mismo portal, lo cual les brinda un poco más experiencia que otros. Estos fueron seleccionados de manera

aleatoria en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la PUCP, como lo detalla el alcance del proyecto se evaluará la calidad en uso de usuarios de la especialidad de Ingeniería Informática.

Los datos demográficos de los participantes son los siguientes:

- ✓ A = Actitud hacia la computación
  - 1: Prefiero utilizar el computador lo más posible
  - 7: Prefiero utilizar el computador lo menos posible
- ✓ B = En el caso de Experiencia con el Producto de Software:
  - 1: Utilizo con mucha frecuencia este producto
  - 7: Es la primera vez que utilizo producto

Código	Género	Edad	Educación	Ocupación	A	B
P01	Femenino	20	Universitario	Estudiante	4	7
P02	Masculino	24	Universitario	Estudiante	4	6
P03	Masculino	22	Universitario	Estudiante	2	3
P04	Femenino	22	Universitario	Estudiante	5	5
P05	Masculino	22	Universitario	Estudiante	2	2
P06	Masculino	23	Universitario	Estudiante	3	5
P07	Femenino	22	Universitario	Estudiante	2	3
P08	Masculino	23	Universitario	Estudiante	4	4
P09	Masculino	23	Universitario	Estudiante	1	1
P10	Masculino	21	Universitario	Estudiante	3	1

**Tabla 3.2 Datos demográficos de los participantes de la evaluación**

### 3.3 Modelo de calidad en uso aplicable en la BTPUCP

El modelo de calidad en uso aplicado en la BTPUCP se hizo a través de la Técnica de Grupo Nominal (TGN) con un grupo de 10 personas las cuáles aportaron desde su perspectiva lo que ellos consideraban más relevante como Calidad en Uso, luego se realizó una discusión de los resultados y se dio por concluida la dinámica.

Para llevar a cabo la dinámica se hizo un resumen del tema de tesis involucrado y de las características de calidad en uso que se consideraban a tomar en cuenta. Luego, ellos tuvieron que clasificar del 1 (menos importante) al 6 (más importante) las características para finalmente sumar los resultados y realizar una discusión final de los resultados.

En el siguiente cuadro se podrán observar los resultados finales:

Caract.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Suma	Puesto
Eficiencia	2	3	2	2	3	1	1	1	2	1	18	3°
Eficacia	1	2	3	1	1	2	3	2	3	2	20	2°
Satisfacción	3	1	1	3	2	3	2	3	1	3	22	1°

**Tabla 3.3 Resultados de la Técnica Grupal Nominal**

Característica	Suma	Promedio	Desviación Estándar
Eficiencia	18	1.8	0.8
Eficacia	20	2	0.8
Satisfacción	22	2.2	0.9

**Tabla 3.4 Resultados Estadísticos de la TGN**

De esta manera se obtuvo que la característica más relevante para el grupo de estudio fue la satisfacción con un puntaje de 22, seguido de eficacia con 20 y finalmente eficiencia con 18. Los puntajes son muy parejos, esto demuestra que el conjunto de participantes encuentran una similar importancia por las tres características a evaluar. Y la desviación estándar de todos los resultados muestra un valor casi por la mitad del valor promedio lo que significa que la variación de resultados es alto entre los participantes.

Es importante mencionar que entre las característica no son 100% comparables a nivel de resultados de las métricas porque las unidades utilizadas están en minutos, porcentajes, números de asistencias, etc. Sin embargo, el modelo del modelo de calidad se logró obtener la categorización según el nivel de importancia para el grupo de estudio.

Así mismo, es importante mencionar los atributos a utilizar para cada una de las características seleccionadas pues estos representarán los resultados cuantificables. Son los siguientes:

Característica	Nombre	Método
Eficacia	Tasa de Finalización de Tarea sin asistencia	Medir rendimiento de usuario
	Tasa de Finalización de Tarea con asistencia	
	Número Asistencias	
Eficiencia	Tiempo de la tarea	

Característica	Nombre	Método
	Eficiencia de la Tasa de Finalización de Tarea	
Satisfacción	Utilidad del Sistema	ASQ + PSSU Questionnaire
	Calidad de la Información	
	Calidad de la Interface	

**Tabla 3.5 Métricas de eficacia del Modelo**

### 3.4 Definición de instrumentos para evaluar métricas

Los instrumentos a utilizar para evaluar las métricas son:

#### 3.4.1 Screen-o-matic

Es un software de libre uso el cual permite grabar la pantalla de la PC mientras el usuario continúa realizando sus tareas. La versión sin licencia permite grabar 15min y sin un límite de las veces de uso. El formato del video es mp4, AVI o FLV. Se puede acceder mediante el siguiente url: <http://www.screencast-o-matic.com/>

Esta se utilizó para grabar el performance de cada una de las tareas para validar que los usuarios hayan terminado eficazmente las tareas y el tiempo con el cual han ejecutado las tareas. Las características a evaluar con esta herramienta son: Eficacia y Eficiencia.

#### 3.4.2 Online-Stopwatch

Es un software de libre uso el cual permite medir el tiempo con el cual se ejecutan tareas, funciona tanto como un cronómetro de cuenta progresivo o regresivo. Para lograr validar y verificar que el tiempo sea el correcto se utilizó la herramienta anteriormente mencionada. Mide en horas, minutos, segundo y microsegundos. Se puede acceder mediante el siguiente url: <http://www.online-stopwatch.com/spanish/>

Esta se utilizó para grabar el tiempo que se toman los usuarios a realizar las tareas. Las características involucradas son: eficacia y eficiencia.

### 3.4.3 The After-Scenario Questionnaire (ASQ)

Este cuestionario se brinda a los participantes luego de haber estado en un escenario de evaluación de usabilidad (en este caso Calidad en Uso) y se utiliza luego de cada tarea ejecutada. Promediar el resultado obtenido de las tres preguntas obtendrá el resultado final de ASQ. Un menor resultado es mejor que uno mayor (LEWIS 1993). Cada pregunta se responde de una escala del 1 a 7 y están basadas en la escala de Likert (LEWIS 1993). Se utilizará para medir la satisfacción del uso de producto software. En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se podrá observar la encuesta utilizada.

### 3.4.4 The Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)

Este cuestionario se compone de 19 preguntas que evalúan la satisfacción de los usuarios. Toma más tiempo que el ASQ y se debe completar luego de haber realizado un estudio de usabilidad (en este caso Calidad en Uso). PSSUQ permite a los usuarios brindar una evaluación general de todo el sistema utilizado. Al igual que el anterior, también utilizará la escala de Likert para medir la satisfacción final (LEWIS 1993). Se utilizará para medir la satisfacción del uso de producto software.

## 3.5 Evaluación de métricas: Resultados

Los resultados obtenidos luego de la experiencia de laboratorio son los siguientes:

### 3.5.1 Resultados de las características de Eficacia y Eficiencia

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos de las características de Eficacia y Eficiencia, y se presentan según las métricas definidas anteriormente.

Participantes	Eficacia			Eficiencia	
	A = Tasa de Finalización sin asistencia (%)	B = Tasa de Finalización con asistencia (%)	Número de asistencias	C = Tiempo de la tarea (min)	Eficiencia de la tasa de finalización = $B / C$ (% / min)
P1	100%	100%	2	15	6.47
P2	100%	100%	0	14.60	6.85



Participantes	Eficacia			Eficiencia	
	A = Tasa de Finalización sin asistencia (%)	B = Tasa de Finalización con asistencia (%)	Número de asistencias	C = Tiempo de la tarea (min)	Eficiencia de la tasa de finalización = B / C (% / min)
P3	100%	100%	1	12.45	8.03
P4	100%	100%	1	12.55	7.97
P5	100%	100%	0	8.10	12.35
P6	100%	100%	1	17.35	5.76
P7	100%	100%	1	11.83	8.45
P8	100%	100%	1	13.82	7.24
P9	100%	100%	2	15.87	6.30
P10	100%	100%	1	8.52	11.74
Media	100%	100%	1.00	13.05	8.12
Desv. Est.	0%	0%	0.67	3.02	2.24
Min	100%	100%	0.00	8.10	5.76
Max	100%	100%	2.00	17.35	12.35

**Tabla 3.6 Resultados de las características de Eficacia y Eficiencia**

### 3.5.2 Resultados del ASQ (Satisfacción)

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos de la encuesta de satisfacción por tareas.

Participantes / Preguntas	Q1	Q2	Q3	Total
P1	1.3	1.3	1.3	1.3
P2	1.4	1.6	2.3	1.8
P3	2.5	1.6	2.4	2.2
P4	2.9	2.6	2.3	2.6
P5	2.1	1.4	2.4	2.0
P6	2.0	2.0	2.0	2.0
P7	1.5	1.4	1.8	1.5
P8	2.5	3.0	4.0	3.2
P9	2.3	2.0	1.3	1.8
P10	1.4	1.5	1.4	1.4

Participantes / Preguntas	Q1	Q2	Q3	Total
Media	2.0	1.8	2.1	2.0
Desv. Est.	0.6	0.6	0.8	0.6
Min	1.3	1.3	1.3	1.3
Max	2.9	3.0	4.0	3.2

**Tabla 3.7 Resultados de la encuesta ASQ**

### 3.5.3 Resultados del PSSUQ

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos de la encuesta de satisfacción al final de la experiencia. Se dividen en las métricas de satisfacción definidas anteriormente.

Participante	Utilidad del Sistema	Calidad de la Información	Calidad de la Interface	Total
P01	1.0	1.0	1.0	1.0
P02	2.4	2.9	2.0	2.5
P03	3.0	3.4	3.3	3.2
P04	1.3	1.0	2.0	1.3
P05	3.3	3.7	3.3	3.4
P06	1.9	1.6	2.3	1.8
P07	2.8	4.3	3.0	3.4
P08	2.0	1.0	2.7	1.7
P09	1.6	1.6	2.3	1.7
P10	1.8	1.3	2.3	1.6
Media	2.1	2.2	2.4	2.2
Desv. Est.	0.7	1.3	0.7	0.9
Min	1.0	1.0	1.0	1.0
Max	3.3	4.3	3.3	3.4

**Tabla 3.8 Resultado de la encuesta PSSUQ**

Para más detalle la experiencia de laboratorio ir al **¡Error! No se encuentra el origen e la referencia..** Y para ver los resultados parciales de las métricas ir al **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Cabe resaltar que para la obtención de los resultados en el laboratorio, se utilizó un formato propio el cual contiene lineamientos generales para guiar la experiencia de laboratorio. Para más detalle ir al **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

### 3.6 Análisis de los Resultados

En la siguiente sección se realizará el análisis de los resultados obtenidos en la experiencia de laboratorio. Y se presentará un análisis por métrica evaluada.

#### 3.6.1 Análisis de Eficacia

Sobre la Tasa de Finalización sin asistencia: Todos los participantes lograron terminar las tareas encomendadas. Se evidencia que las tareas son sencillas de ejecutar y algunas de ellas intuitivas. Aquellos que habían utilizado anteriormente el sistema tuvieron mayor facilidad de terminar las tareas y no solicitaron apoyo en ningún momento de la experiencia. En la parte de Análisis de Satisfacción se evaluará si el hecho de terminar las tareas satisfactoriamente sin asistencia es congruente con la satisfacción de los participantes.

Sobre la Tasa de Finalización con asistencia: Al igual que el anterior, los participantes lograron concluir con todas las tareas encomendadas. Algunos de ellos solicitaron asistencia de los instructores o del material digital de soporte de la misma BTPUCP. Analizando los datos demográficos, solicitaron apoyo todos aquellos que tenían menos experiencia con el sistema evaluado.

Sobre el número de asistencia: La media de asistencia de los participantes fue de 1, lo cual es evidencia que las instrucciones de las tareas fueron claras o que los participantes buscaron sus propios medio para lograr alcanzar las tareas en el menor tiempo posible, cualquiera que haya sido la razón, la navegabilidad del sistema es una característica resaltante en algunos de los comentarios de los participantes.

#### 3.6.2 Análisis de Eficiencia

Sobre el Tiempo de la tareas: Si bien en la experiencia de laboratorio no se quiso cortar en ningún momento a los participantes el tiempo de las tareas para que esto no afecte sus ánimos en la participación global de la experiencia, se ha evidenciado que en base a los tiempos límites consignados por tareas todos lograron terminar sobre encima del tiempo medio global de 17.6minutos. La media experimental fue de 13.05min; sin

embargo, esto ha sucedido porque hay algunos usuario, los mismos con experiencia previa en el sistema, que hay terminado sus tareas en una media de 8.5min. Por lo tanto, si excluimos a esos casos, el tiempo medio sería de 15min aproximadamente, valor que evidencia una experiencia eficiente respecto al tiempo global de la experiencia.

Sobre Eficiencia de la Tasa de Finalización: Aquí se evalúa la completitud de las tareas respecto al tiempo que ha tomado total que le ha tomado al participante completar el conjunto de tareas. Congruentemente, aquellos que terminaron más rápido las tareas consiguieron un coeficiente mayor de eficiencia. Ejemplo: el P5 admite que utiliza con frecuencia el sistema, entonces con ello ha conseguido un puntaje de 12.35ptos con un tiempo de 8.1min en todas sus tareas. Por otro lado, aquellos que tienen un coeficiente que fluctúa entre 5 y 8 son aquellos que no tienen tanta afinidad computacional. Ejemplo: P1, P2, P4 y P6.

### 3.6.3 Análisis de Satisfacción (PSSUQ)

Sobre Utilidad del Sistema: hay respuestas muy diferentes a pesar de los resultados cuantificables obtenidos en los resultados de Eficacia y Eficiencia. Hay algunos usuarios como P1, P4 y P9 que encuentran más útil el sistema, como evidencia se tiene que el P1 calificó todas las respuestas con el valor de 1 (muy de acuerdo), el P4 tiene consejos como “Si, pero sería bueno saber que cuando postules a una opción puedas ver si fue leída por la empresa a la cual postulaste” y el P9 piensa que es un sistema muy intuitivo. Mientras que participantes como P3 y P5 son aquellos que fueron más detractores al sistema evaluado. Como evidencia está P5 que tiene opiniones como “Existen opciones difíciles de acceder como el retiro de postulaciones”. Finalmente, a manera global se tiene una media de 2.1 de satisfacción lo cual es favorable para el SOL-BTPUCP, hay cosas por mejorar a nivel de utilidad como: 1) hacer más evidente la funcionalidad de retiro de las postulaciones, 2) colocar mensajes de confirmación luego de cada tarea confirmada o rechazada y 3) saber si la empresa está procesando la solicitud de postulación o no para determinar si postular a otras opciones.

Sobre calidad de información: Hay algunos participantes como P1, P4 y P8 que han calificado con la mayor puntuación al sistema a nivel de calidad de la información. Como evidencia se tiene comentarios de P4 como “Sí, me pareció todo bien indicado” o P8 como “es sencillo de utilizar y entiendo todo”. Sin embargo, también hay puntajes de participantes detractores que requirieron mayor asistencia para entender el cómo ejecutar las tareas como P3, P5 y P7. Lamentablemente ninguno de los tres pone comentarios acerca de su experiencia; sin embargo, esto queda como punto de mejora

para el sistema. Finalmente, la media obtenida fue de 2.2 pero con una desviación estándar de 1.3, quiere decir que las respuestas son muy dispersas y no todos están de acuerdo con que la información mostrada en el sistema es de la más alta calidad. Alguno de los puntos de mejora son: 1) la organización de la información, 2) el soporte de la información del sistema para la finalización de tareas, 3) mejorar el tema de las sub-sub listas.

Sobre Calidad de la Interface: Aquí los resultados equidistantes, pues fluctúan entre 2 y 3 aproximadamente. Los participantes más satisfechos fueron P1, P2 y P4 quienes no tuvieron comentarios negativos acerca de esta sección. Mientras que P3, P5 y P7, los mismos del anterior análisis, mostraron más rechazo con la interfaz del sistema. Como evidencia hubo comentarios como que “sería bueno que sea más intuitivo el lugar de las funciones de postulación y retiro” y “que el sistema muestre si la empresa ya está tramitando mi CV para llamarme”. Finalmente, se obtuvo una media de 2.4, lo cual no está mal pero es evidente que los usuarios opinan que aún puede mejorar el cómo se muestra la información en el sistema y si es que se muestran las funcionalidades a simple vista para el participante.

Por último, a manera global, se ha obtenido una satisfacción de 2.2 con una desviación estándar de 0.9, lo cual indica que los participantes están satisfechos con el uso del sistema y que las opiniones no son tan dispersas con respecto a esto. Sí existen puntos de mejora, los cuales fueron expuestos anteriormente.

#### **3.6.4 Análisis de Satisfacción (ASQ)**

Con respecto a la satisfacción de cada tarea se han obtenido resultados interesantes pues difieren en ciertos decimales con respecto a la satisfacción de la experiencia final de los participantes. Se detallará algunos puntos buenos y de mejora para cada una de las tareas:

- Tarea 1: Fue muy intuitiva y todo se realizó con normalidad. Sin embargo, confundió a un participante cuando se le envió la confirmación y la pantalla siguiente fue la misma en la anterior, pero lo resolvió inmediatamente.
- Tarea 2: Sencilla y los usuarios se sienten satisfechos. El campo de trabajo es muy desordenado, puede mejorar. Cuando se pone guardar no se sabe si se ejecutó la tarea o no.
- Tarea 3: Tarea sencilla y directa. Sin embargo, quisieron más tiempo para realizar la tarea.

- Tarea 4: Fue sencilla pero falta mensaje de error cuando se suben los documentos sin nombre.
- Tarea 5: No se entiende muy bien la manera de buscar oportunidades laborales. No aparecen todas las opciones en pantalla y se tiene que bajar con el scroll.
- Tarea 6: Fue complicado encontrar la opción de retiro de postulación pero todos lo lograron, algunos con asistencia.
- Tarea 7: Muy sencillo y rápido.
- Tarea 8: Todo se realizó con normalidad y la mayor parte se siente conforme. Sin embargo, algunos no encontraron la opción y demoraron mucho tiempo en terminar la tarea.



## Capítulo 4: Observaciones, Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1 Observaciones

Luego de la experimentación se ha podido observar que para hacer una experimentación como esta es necesario hacer una prueba completa de cada uno de los pasos a llevar a cabo en la ejecución de la evaluación de calidad en uso. La calidad de todo el contexto externo a la prueba va a impactar mucho en la percepción de calidad en uso de los participantes, y este debe ser un factor controlable para no sesgar la experiencia. Es necesario que todo esté correctamente preparado con anticipación.

Otro punto importante, es que se tuvieron algunas dificultades como el encontrar las métricas cuantificable para cada una de las características elegidas; sin embargo, la investigación constante hizo que se redefinieran algunas métricas y reenfoque las características que se deseaban evaluar en un principio, los cuales eran las 5 características del modelo de calidad en uso de la ISO/IEC 25000.

Finalmente, se observó que del perfil de grupo de participantes determina mucho el resultado final de la experiencia, su buen humor y servicio para llevar a cabo las tareas son determinantes para obtener resultados certeros.

### 4.2 Conclusiones

Luego de la experimentación se da como concluidos los objetivos específicos del presente proyecto y consecuentemente el lograr el objetivo general que es el de desarrollar y evaluar un modelo de calidad en uso para la BTPUCP. Se logró realizar satisfactoriamente el desarrollo del modelo y la evaluación del mismo. Todas las herramientas seleccionadas fueron muy útiles y fueron evolucionando con el tiempo ya que no todas las establecidas en un principio fueron utilizadas, y otras fueron añadidas.

La parte más dificultosa fue el establecer las métricas de medición de calidad y conseguir los instrumentos para la medición, esto me conllevó tiempo que no tenía previsto en la planificación pero logré encontrar las indicadas y fueron avaladas por el grupo de expertos.

Finalmente, la experiencia de haber realizado un proyecto relacionado con la evaluación de calidad de producto software ha sido una motivación muy grande porque desde mi punto de vista conocer el impacto que tienen las herramientas tecnológicas sobre sus principales usuarios es muy útil para enfocar el desarrollo según las necesidades del

mismo. A comparación con otros proyectos que he analizado y evaluado sobre calidad en uso, me he percatado que el alcance del proyecto llevado a cabo sí es muy parecido e incluso podría ampliarse no en sentido de cantidad de funcionalidades sino de cantidad de las características a evaluar.

### 4.3 Recomendaciones

Como recomendación para una réplica de este tipo de proyecto es poder estudiar y dedicar tiempo a todos los conceptos relacionados a la calidad. Por otro lado, es muy importante el preparar todos los escenarios y logística necesitada para que la evaluación sea de calidad, porque paradójicamente, esta situación afecta la percepción final de calidad en uso de los usuarios. Para llevar a cabo la evaluación, debe cubrirse como mínimo los puntos establecidos en el reporte de usabilidad pues es reconocido por el medio investigador y resulta muy completo para este tipo de ocasiones. Finalmente, en conversaciones con los responsables de la Bolsa de Trabajo sería muy interesante hacer esta experiencia sobre alumnos de otras facultades de la PUCP. Como por ejemplo: Gestión y Alta Dirección, Derecho e Ingeniería Industrial.



## Bibliografía

ALFONZO, Pedro

2012 Revisión de modelos para evaluar la calidad de productos Web. Experimentación en portales bancarios del NEA. Trabajo final para especialista en ingeniería de software. La Plata. La Plata: Universidad Nacional de la plata, Facultad de ingeniería. Consulta: 20 de abril del 2013.

BARBACCI, Mario

2003 Quality Attribute Workshop. Technical Report. Tercera edición.

BROSSEAU, Jim

2007 Software Quality Attributes: Following All the Steps. Clarrus Consulting Group. Agosto, 2007.

BTPUCP

2013 Bolsa de Trabajo PUCP – Dirección Académica de Asuntos Estudiantiles. Consulta: 6 de abril 2013. <<http://btpucp.pucp.edu.pe>>

COVELLA, Guillermo Juan

2005 Medición y Evaluación de Calidad en Uso de Aplicaciones Web. Tesis de Magíster en Ingeniería de Software. Facultad de Informática. Universidad Nacional de la Plata UNLP, La Plata. Argentina.

BASKERVILLE, Richard y LEVINE, Linda

2001 How Internet Software Companies Negotiate Quality. IEEE Computer, May, 2001. pp.51-57.

DÁVILA NICANOR, Leticia

2003 Evaluación de la Calidad en Sistemas de Información en Internet. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias en la Especialidad de Ingeniería Eléctrica opción Computación. México D.F.: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

GONZALES, María Paula; LORÉS, Jesus; PASCUAL, Afra.

2006 Evaluación Heurística. Universidad de Lleida y Universidad Nacional del Sur. Argentina.

IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)

1992 1061 – 1992: IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology.

LEWIS, James

1993 IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. Technical Report 54.787

IWS (INTERNET WORLD STATS)

2011 Latin American Internet Usage Statistics. Consulta: 11 de octubre del 2013.  
<<http://www.internetworldstats.com/stats10.htm>>

2012 Internet Usage Statistics The Big Picture. Consulta: 11 de octubre del 2013.  
<<http://www.internetworldstats.com/stats.htm>>

2012a Internet Usage Statistics for all the Americas. Consulta: 11 de octubre del 2013.  
<<http://www.internetworldstats.com/stats2.htm>>

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION)

1998 Norma ISO/IEC 9241 “Ergonomic requirements for office work with visual display terminals” - Part 11: Guidance on usability

2000 Norma ISO/IEC 9126-1 “Information technology – Software product quality” - Part 1: Quality model.

- 2001 Norma ISO/IEC 14598 “Software Engineering – Product Evaluation – Part 6”. – Documentation of evaluation modules.
- 2005 Norma ISO/IEC 25000 “System and Software Quality Requirements and Evaluation” SQuaRE.
- 2005a Norma ISO 9000:2005 “Quality management systems - Fundamentals and vocabulary”
- 2006 Norma ISO/IEC 25062 “System and Software Quality Requirements and Evaluation” SQuaRE. – Common Industry Format (CIF) for usability test reports.
- 2007 Norma ISO/IEC 15939 “Systems and software engineering” - Measurement process.
- 2010 Norma ISO/IEC/IEEE 24765 “Systems and software engineering - Vocabulary”.
- 2010a Norma ISO/IEC 25040 “System and Software Quality Requirements and Evaluation” SQuaRE. – Evaluation Process for evaluators.
- 2011a Norma ISO/IEC 25010 “System and Software Quality Requirements and Evaluation” SQuaRE. – System and Software Quality Models.
- 2011b Norma ISO/IEC 25022 “System and Software Quality Requirements and Evaluation” SQuaRE. – Measurement of quality in use.
- 2012 Norma ISO/IEC 25021 - “System and Software Quality Requirements and Evaluation” SQuaRE. - Quality measure elements

#### ISO25000, Calidad de Producto

- 2013 Portal ISO 25000. Consulta: 8 de abril del 2013. <<http://iso25000.com>>

#### LINSTONE, Harold; TUROFF, Murray

- 2002 The Delphi Method Techniques and Applications.

#### MADI BIN, Muhammad

- 2011 Nominal Group Technique and its Applications in Managing Quality in Higher Education. International Business School (IBS), Universiti Teknologi Malaysia (UTM) International Campus.

MCCALL, James

1977 Factor in Software Quality. Vol. I , II, III: Final Technical Report. Rome Air Development Center, Air Force System Command, Griffith Air Force Base, NY.

MOGROVEJO, Renzo

2013 Transcripción 1. Entrevista del día 7 de noviembre del 2013 a Marko Luna (Responsable del Sistema de Oportunidades Laborales BTPUCP).

MORENO, Mario; GONZÁLES, Gabriel

2007 Evaluación de la Calidad en Uso de Sitios Web Asistida por Software: SW-AQUA. México: Instituto Tecnológico de Mérida e Instituto Tecnológico de ciudad de México.

NEILSEN, Jacob

1994 Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), Usability Inspection Methods. John Wiley & Sons, New York, NY.

1995 10 Usability Heuristics for User Interface Design. Enero de 1995. Consulta: 15 de octubre del 2013. <<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>>

OLSINA, Luis

1999 Un Survey sobre Atributos de Calidad de Sitios Web. GIDIS (Grupo de I+D en Ingeniería de Software). Departamento de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional La Plata.

ONGEI (Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática)

2004 RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 139-2004-PCM. Aprueban documento “Guía técnica sobre evaluación de software para la Administración Pública”. 27 de mayo del 2004.

2004a Situación de las tecnologías de información y comunicaciones. 08 de enero del 2004.

## PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE)

2008 Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Cuarta Edición.

## PROMPEX

2003 Situación de la Industria Nacional de Software en el Perú. Lima, Diciembre del 2003

## QUALITY PROGRESS

2007 Likert Scales and Data Analyses. Consulta: 14 de octubre del 2013  
<<http://asq.org/quality-progress/2007/07/statistics/likert-scales-and-data-analyses.html>>

## RIFKIN, Stan

2001 What Makes Measuring Software So Hard?. IEEE Software. EEUU, 2001, Mayo/Junio.

## SCALONE, Fernanda

2006 Estudio comparativo de los Modelos y Estándares de Calidad del Software. Tesis para optar al título de Master en Calidad. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires.