

ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE MÉTRICAS PARA EMPRESAS GRANDES DESARROLLADORAS DE SOFTWARE EN EL ECUADOR

Gypsy Bracco Vera¹
Mónica Villavicencio Cabezas²

¹Ingeniera en Estadística Informática 2006; email: gbracco@espol.edu.ec, vanesa_bracco@hotmail.com

²Director de Tesis, Ingeniera en Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1993, Magister en Sistemas de Información Gerencial, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2002, Master of business administration, University of Québec in Montreal UQAM, 2004, Profesora de ESPOL desde 1993; email: mwillavi@espol.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo analiza las diferentes etapas del proceso de desarrollo del software de las empresas desarrolladoras del Ecuador.

A continuación se presentará un breve resumen de la evolución del desarrollo del software en el Ecuador, conceptos básicos de los procesos del software y de métricas. Luego describiremos el análisis estadístico y los resultados obtenidos, realizado por cada etapa del proceso de desarrollo del software y al final se presentaran conclusiones del estudio.

ABSTRACT

The present job analyzes the different stages of the software development process of Ecuador Enterprises.

Next, it will be introduced a brief summary about software development in Ecuador, metrics and software basic concepts. Then we will describe the statistic analysis and output obtained, done for each stage of the software development process. After that the job conclusions will be presented.

INTRODUCCIÓN

La Escuela Superior Politécnica del Litoral, en conjunto con el consorcio de la Universidades Flamenca, se encuentran trabajando en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, el Componente 8 del Programa VLIR, Área de Ingeniería de Software, tiene como uno de sus objetivos brindar apoyo a la industria del software en el País, suministrando información y conocimientos que faciliten el desarrollo del mismo, para un mejor ingreso al mercado internacional.

Es importante mencionar que para obtener un software de calidad se necesita de la consideración de métricas de software, las que permitirán estimar con mayor precisión entre otros aspectos, los costos de desarrollo, el tiempo empleado, los recursos humanos requeridos, la complejidad y el tamaño de los sistemas.

Es por eso que el Área de Ingeniería del Software del Programa VLIR, conscientes de que el sector de desarrollo del software carece de información y calidad en sus productos impulsó a la elaboración de esta investigación, realizando un estudio a las empresas desarrolladoras de software.

El objetivo principal de este estudio es analizar las etapas del proceso de desarrollo del software y utilizar métodos estadísticos que permitan identificar las fortalezas y debilidades de las empresas en el desarrollo del software.

La primera etapa de este estudio fue recolectar los datos, en las ciudades de Quito y Guayaquil, estos fueron recogidos por personal de la facultad de la FIEC; la segunda etapa fue codificarlos y consecuentemente organizarlos.

Finalmente se procedió a realizar el análisis estadístico el cual incluye análisis univariado, multivariado y determinación de índices.

Este estudio podría ser utilizado para que en un futuro se elabore un plan de métricas que permita a las empresas desarrolladoras de software del Ecuador obtener productos de alta calidad y competitivos en el mercado internacional.

CONTENIDO

Acerca del desarrollo del software

Hoy en día, las computadoras están presentes en todas las áreas de la actividad humana. En muchos casos es necesario el intercambio de información con otras computadoras.

El software de la computadora, se ha convertido en el alma mater. Es la máquina que conduce a la toma de decisiones comerciales. Sirve como la base de la investigación científica moderna y de resolución de problemas de ingeniería. Es el factor clave que diferencia los productos y servicios modernos. Está inmerso en sistemas de todo tipo: de transporte, médicos, de telecomunicaciones, militares, procesos industriales, entretenimientos, etc. A medida que transcurren los siglos, el desarrollo del software, es uno de los pilares que contribuye a grandes cambios que se muestran en la actualidad, desde la educación elemental, hasta la ingeniería genética.

Desarrollo del software en el Ecuador

Es claro que las tecnologías de la información juegan un papel protagónico durante estos tiempos. Ya se encuentran en la base de la economía de muchas naciones desarrolladas y la única manera de competir en el mercado moderno es incorporándolas en las economías de los países en desarrollo.

El Software es la industria para todas las industrias, es una herramienta para generar competitividad en todos los sectores, y por qué no, un sector con potencial de desarrollo internacional que genere bienestar para el gran talento humano que existe en el país y que se ha demostrado a través de algunas historias de éxito, de varias empresas ecuatorianas.

Según un estudio exploratorio realizado en el 2004 por la ESPOL – VLIR [8], en asociación con el consorcio de la Universidades Flamenca, se determinó que existen 160 empresas desarrolladoras de software distribuidas de la siguiente forma: 36 en Guayaquil, 98 en Quito y 26 Cuenca.

Este estudio reveló que el mercado objetivo de estas empresas se lo puede dividir según el tamaño de la misma. Las empresas desarrolladoras pequeñas, en su mayoría, orientan sus productos a satisfacer las necesidades de las empresas comerciales pequeñas. Las empresas medianas producen principalmente software para: a) empresas industriales grandes, b) comerciales pequeñas y medianas, c) de servicio pequeñas y d) financieras medianas y grandes. Las empresas grandes venden sus productos a: a) las empresas comerciales medianas, b) al gobierno y c) a financieras grandes.

El proceso de desarrollo del software [2]

Se define como un conjunto estructurado de actividades o etapas requeridas para desarrollar un sistema de software, por ejemplo: Especificación, Diseño, Validación, Evolución, etc. Las actividades o etapas varían dependiendo de la organización y del tipo de sistema a desarrollarse.

Aunque existen muchos procesos diferentes de software, tienen actividades fundamentales que son comunes para todos ellos. Estas son:

- Especificación del software.
- Diseño e implementación del software
- Validación del software
- Evolución del software

Definición y clasificación de métricas de software [3]

La aplicación continua de mediciones basadas en técnicas para el proceso de desarrollo del software y sus productos para suministrar información relevante a tiempo, así el administrador junto con el empleo de estas técnicas mejorará el proceso y sus productos. Las métricas de software proveen la información necesaria para la toma de decisiones técnicas.

La medición es esencial, si es que se desea realmente conseguir la calidad en software. Es por eso que existen distintos tipos de métricas para poder evaluar, mejorar y clasificar al software final, en donde serán manejadas dependiendo del entorno de desarrollo del software al cual pretendan orientarse.

La clasificación de una métrica de software refleja o describe la conducta del software. A continuación se muestra una breve clasificación de métricas de Software:

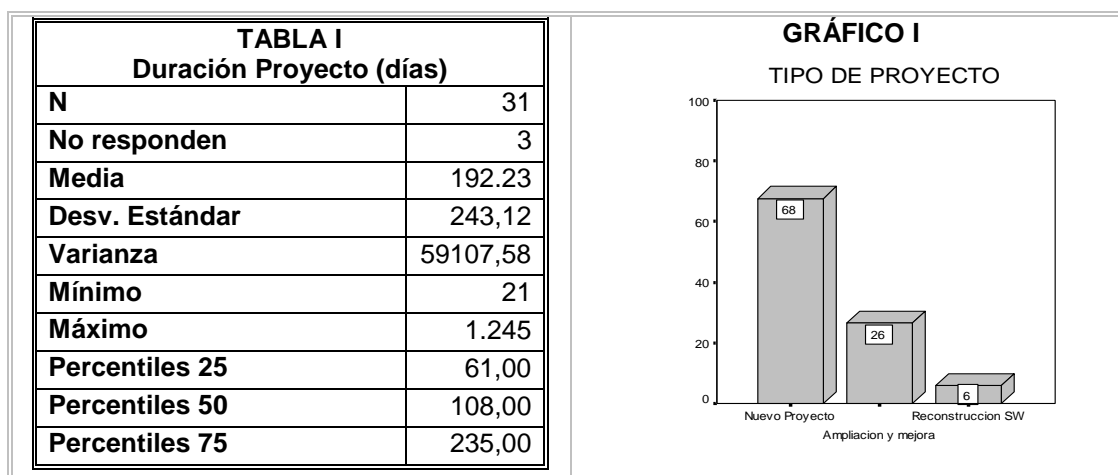
- Métricas de complejidad
- Métricas de calidad
- Métricas de competencia
- Métricas de desempeño

ANÁLISIS

A continuación se presenta el análisis de las variables estudiadas de manera individual, obteniéndose estadísticas básicas acerca de los proyectos de software de las empresas desarrolladoras del Ecuador.

Tipo de Proyecto

El Gráfico I presenta el respectivo diagrama de barras de esta variable, del cual se observa que el 68% corresponde a nuevo proyecto, 26% a una ampliación y mejora y el 6% a la reconstrucción del software, en los que a tipo de proyecto se refiere.

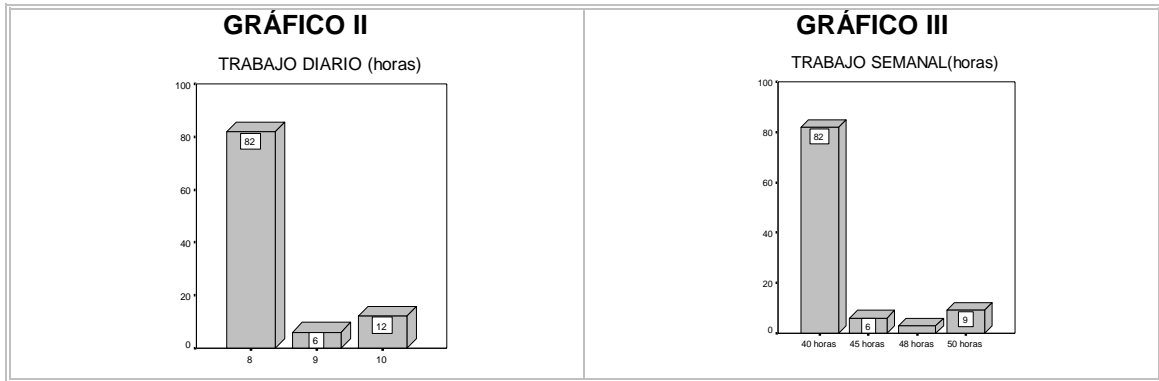


En la TABLA I, entre las medidas descriptivas obtenidas, se tiene que el tiempo medio que toma la realización de un proyecto es 192 ± 44 días, una Desv. Estándar de 243.12, mínimo de 21 días y máximo de 1245 días.

Horas de Trabajo

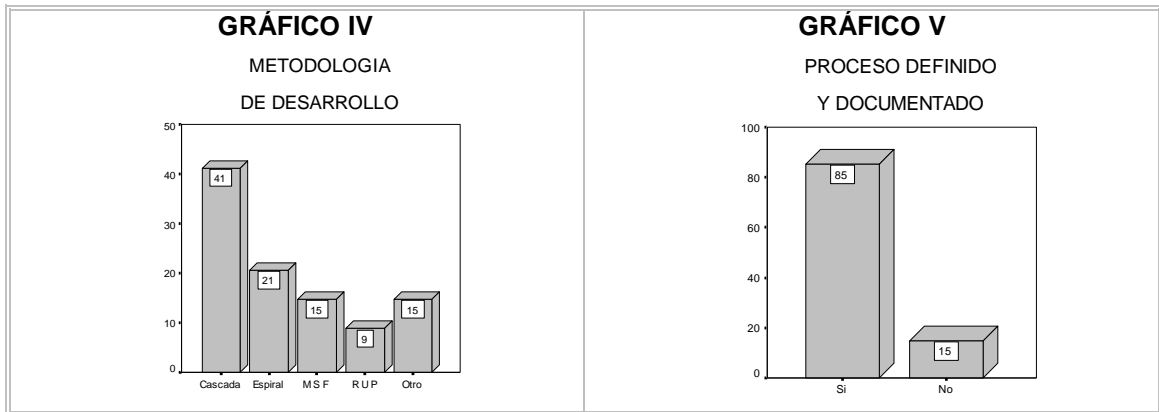
El Gráfico II presenta el respectivo diagrama de barras, que nos presenta la variable trabajo diario, del cual se observa que del total de los proyectos el 82% trabaja jornadas de 8 horas diarias, 6% jornadas de 9 horas diarias y el 12% jornadas de 10 horas diarias

En el Gráfico III presenta el diagrama de barras, que nos presenta la variable trabajo semanal, en el cual se observa que 82% de las empresas desarrolladoras de software emplean 40 horas de trabajo semanalmente en un proyecto, 6% trabaja 45 horas a la semana y el 9% 50 horas a la semana.



Modelos utilizados

En el Gráfico IV presenta el respectivo diagrama de barras, del cual se observa que el 41% de la muestra utiliza una metodología de tipo cascada, el 21% de tipo espiral, el 15% tipo MSF y 9% tipo RUP.



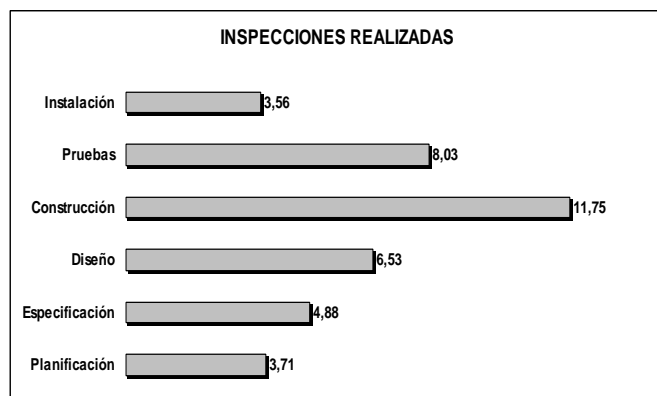
El Gráfico V presenta el respectivo diagrama de barras, del cual se observa que 85% de la muestra utiliza un proceso definido y documentado al desarrollar un proyecto de software.

Inspecciones por etapas

En el Gráfico VI presenta la media del número de inspecciones realizadas en cada etapa, la media de inspecciones en la planificación es 3.71, de especificación 4.88, de diseño 6.53, de construcción 11.75, de pruebas 8.03 y de la etapa instalación es 3.56.

Según esta información, el mayor número de inspecciones se las realiza en las etapas de construcción, prueba y diseño

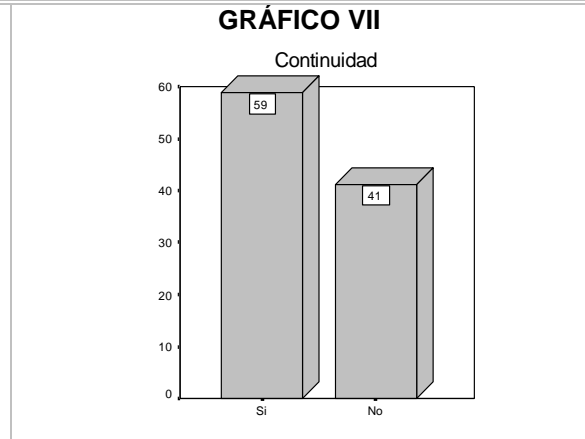
GRÁFICO VI



Continuidad

En el Gráfico VII presenta el respectivo diagrama de barras, el que muestra que el 59% de los proyectos han sufrido alguna interrupción, provocando que no haya continuidad en el desarrollo.

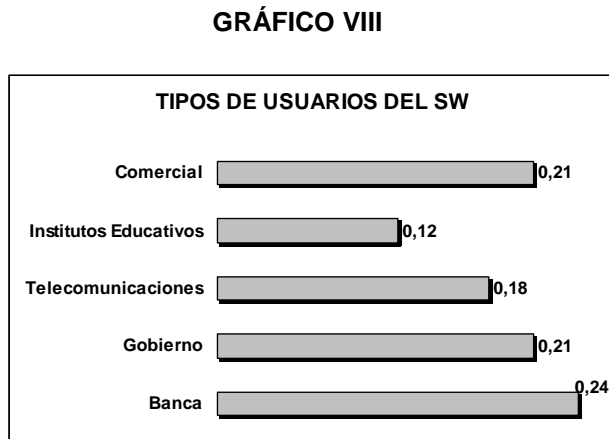
TABLA II INTERRUPCIONES EN SEMANAS	
N	20
No responden	14
Media	10,50
Desv. Estándar	21,05
Varianza	443,21
Mínimo	1,00
Máximo	96,00
Percentiles 25	2,00
Percentiles 50	4,00
Percentiles 75	7,75



En la TABLA II, se presenta el tiempo de interrupción en semanas, entre las medidas descriptivas obtenidas de esta variable se tiene, una media de $10,50 \pm 4,71$ semanas interrumpidas, una Desv. Estándar de 21.05, mínimo de 1 semana y máximo de 96 semanas.

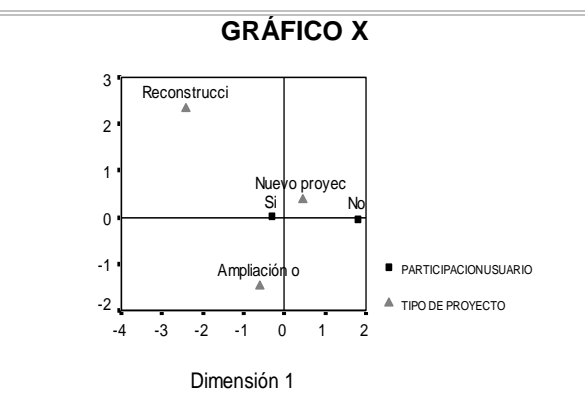
Tipo de Usuarios

El Gráfico VIII presenta el diagrama de barras de esta variable que recopila información acerca de los usuarios, en el cual se observa que una proporción de 0.24 corresponde a usuarios del área de banca, 0.21 a usuarios del área de gobierno, 0.21 a usuarios del área comercial y 0.18 a usuarios del área de telecomunicaciones y 0.12 a usuarios del área de instituciones educativas.



Participación del Usuario

El Gráfico IX presenta el respectivo diagrama de barras, del cual se observa que 85% de la muestra participa en las diferentes etapas o actividades del desarrollo del SW.

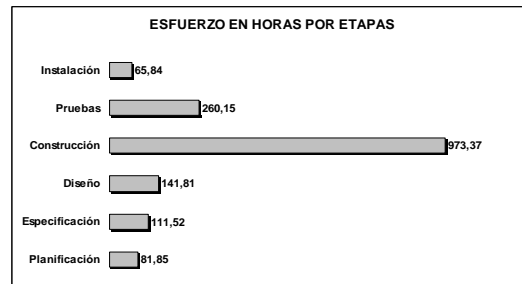


El Gráfico X de cuantificaciones se puede observar que se forma una región de categoría de ambas variables relacionadas entre si. Se forma una región que agrupa a la Participación del usuario o cliente en el desarrollo de Nuevos Proyectos

Esfuerzo en horas por etapa

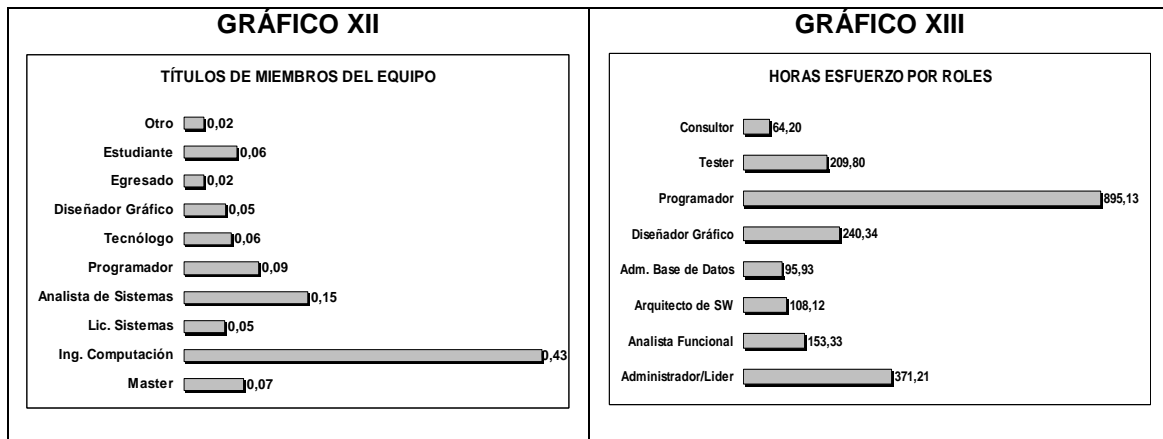
El Gráfico XI presenta el respectivo diagrama de barras de esta variable que registra el número de horas esfuerzo en cada etapa, la media del esfuerzo en horas en la etapa planificación es 81.85, de especificación es 111.52, de diseño es 141.81, de construcción es 973.37, de pruebas es 260.15 y de la etapa instalación es 65.84.

GRÁFICO XI



Horas esfuerzo por roles y cargos

El Gráfico XII, presenta el número de miembros que poseen un título específico en el cual se observa que la mayor proporción de miembros que participan en el desarrollo del SW poseen el título de Ing. Computación este valor es 0.43, la proporción de Analistas de Sistemas es de 0.15, y la proporción de Programadores es de 0.09.

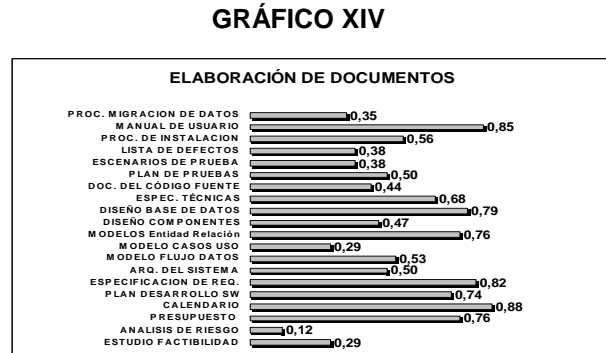


El Gráfico XIII presenta el respectivo diagrama de barras de esta variable que registra el número de horas esfuerzo para cada uno de los roles, la media del esfuerzo en horas que corresponde al rol de Administrador/Líder es de 371.21, en el cargo de Analista funcional es 153.33, en el cargo de Arquitecto de SW es 108.12, en el cargo de Adm. Base de Datos es 95.93, en el cargo de Diseñador Gráfico es 240.34, en el cargo de Programador es 895.13, en el cargo de Tester 209.8 y en el cargo de Consultor es 64.20.

Documentación

El Gráfico XIV se presenta el diagrama de barras correspondiente a las proporciones de proyectos en los cuales la elaboración de documentos se lleva a cabo, documentos tales como: Cronograma cuya proporción es 0.88, Manual de Usuario cuya proporción es 0.85, Especificación de Requerimientos cuya proporción es 0.82, Diseño de Base de Datos cuya proporción es 0.79, Modelo Entidad Relación cuya proporción es 0.76, Plan de Desarrollo del SW cuya proporción es 0.74, Especificaciones Técnicas cuya proporción es 0.68, Procedimientos de Instalación cuya proporción es 0.56, Modelo de Flujo de datos cuya proporción es 0.53, Plan de Pruebas cuya proporción es 0.50 y Arquitectura del Sistema cuya proporción es 0.50.

TABLA III Personas que Documentan	
N	33
No responden	1
Mediana	1,00
Mínimo	1,00
Máximo	8,00
Percentiles 25	1,00
Percentiles 50	1,00
Percentiles 75	2,00

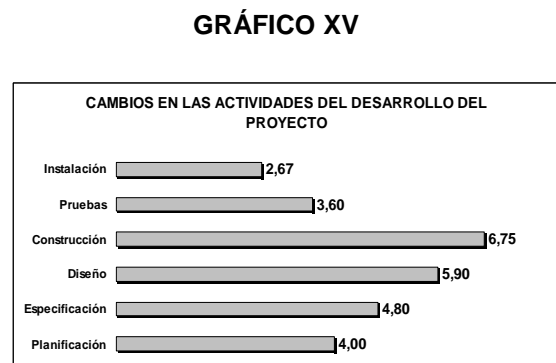


En la TABLA III se presenta las medidas descriptivas de documentación obtenidas, entre las cuales se tiene mínimo de 1 persona y máximo 8 personas están dedicadas a la documentación.

Requerimientos del usuario

En el Gráfico XV presenta el respectivo diagrama de barras, donde se aprecia la media del número de cambios que sufrieron los proyectos en cada etapa de desarrollo de SW. La media de cambios en la etapa de planificación es 4, de especificación 4.80, de diseño 5.90, de construcción 6.75, de pruebas 3.60 y de la etapa instalación 2.67. Según el gráfico el mayor número de cambios se dieron en las etapas de construcción y diseño.

TABLA IV # REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	
N	26
No Responden	8
Media	24,69
Desv. Estándar	39,85
Varianza	1.587,74
Mínimo	2,00
Máximo	200,00
Percentiles 25	5,75
Percentiles 50	15,00
Percentiles 75	20,75



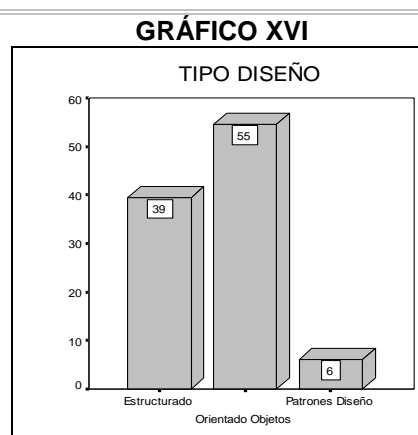
En la TABLA IV se presenta las medidas descriptivas obtenidas, entre las cuales se tiene que el número de requerimientos promedio por proyecto son 24.69 ± 7.81 , una Desv. Estándar de 39.85, mínimo de 2 requerimientos y máximo de 200 requerimientos.

Tipo de diseño

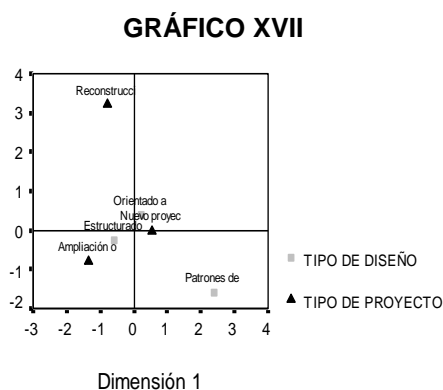
El Gráfico XVI presenta el respectivo diagrama de barras, del cual se observa que del total de los proyectos el 39% utiliza diseño estructurado, 55% diseño orientado a objetos y el 6% patrones de diseño.

Dado que el 55% utiliza un tipo de diseño orientado a objeto, en la TABLA V se presenta las medidas descriptivas obtenidas, entre las cuales se tiene que el número de casos de uso promedio es 19.58 ± 5.72 casos, una Desv. Estándar de 19.80, mínimo de 4 casos y máximo de 75 casos.

TABLA V NÚMERO CASOS USO	
N	12
No Responden	22
Media	19,58
Desv. Estándar	19,80
Varianza	392,08
Mínimo	4,00
Máximo	75,00
Percentiles 25	5,00
Percentiles 50	13,50
Percentiles 75	25,75



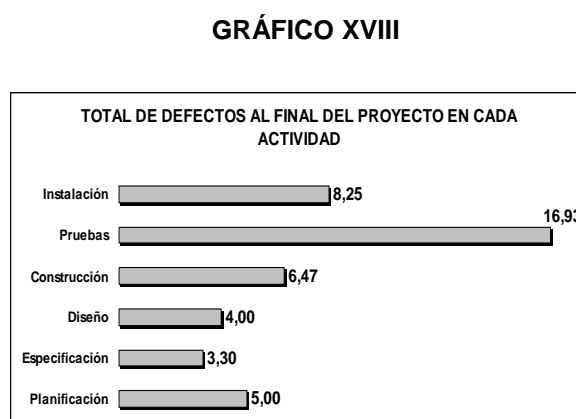
En el Gráfico XVII de cuantificaciones se puede observar que se forma una región de categoría de ambas variables relacionadas entre si. Se forma una región que agrupa a los nuevos proyectos con el tipo de diseño orientado a objetos y estructurado.



Número de Defectos encontrados

El Gráfico XVIII presenta el respectivo diagrama de barras, donde se registra la media del total de defectos encontrados al final de cada etapa de desarrollo de SW. La media de defectos registrados en la etapa de planificación es 5, de especificación 3.30, de diseño 4, de construcción 6.47, de pruebas 16.93 y de la etapa instalación 8.25.

TABLA VI CANTIDAD DEFECTOS	
N	27
No Responden	7
Media	25,85
Desv. Estándar	44,83
Varianza	2.009,90
Mínimo	1,00
Máximo	200,00
Percentiles 25	3,00
Percentiles 50	8,00
Percentiles 75	27,00



En la TABLA VI se presenta las medidas descriptivas obtenidas, entre las cuales se tiene que la media de defectos es 25.85 ± 8.63 defectos, una Desv. Estándar de 44.83, mínimo de 1 defecto y máximo de 200 defectos.

Fallas reportadas por Usuarios

Esta variable recopila información acerca del número de fallas reportadas en los primeros 3 meses de ejecución del software por el usuario final. La TABLA VII se presentan las medidas descriptivas obtenidas, entre las cuales se tiene que la media del número fallas reportadas es 8.52 3.59 fallas, una Desv. Estándar de 18.66, mínimo de 0 fallas y máximo de 100 fallas.

N	27
No Responden	7
Media	8,52
Desv. Estándar	18,66
Varianza	348,18
Mínimo	0,00
Máximo	100,00
Percentiles 25	2,00
Percentiles 50	4,00
Percentiles 75	10,00

CONCLUSIONES

1. En base al estudio realizado los proyectos evaluados independientes del tipo de aplicación se encuentran conformados mayoritariamente en un 68% por nuevos proyectos, siendo su duración promedio en realizarlo 192 ± 44 días.
2. En lo referente a las horas de trabajo, el 82% de las empresas trabajan una jornada de 8 horas diarias.
3. Los proyectos en su gran parte, un 85%, muestran tener procesos definidos y documentados, siendo el modelo cascada y espiral el más utilizado para el desarrollo de software.
4. En lo que se refiere a inspecciones realizadas en las etapas del software, el mayor número de inspecciones se las efectúa durante la construcción, prueba y diseño de software.
5. En cuanto a la continuidad del desarrollo de los proyectos el 59% de las empresas dicen sufrir interrupciones en las actividades de trabajo, con una media del tiempo de paralización de $10,50 \pm 4.71$ semanas.
6. Los proyectos que realizan las empresas son en su mayoría aplicaciones financieras, administrativas y contables dado que gran parte de los usuarios finales son la banca, el gobierno y entidades comerciales.
7. El 85% de las empresas de desarrollo de software permite la participación del usuario en las distintas etapas del desarrollo del software, las etapas de especificación y pruebas son aquellos en donde más interviene el usuario.
8. Luego de realizar el análisis de homogeneidad entre las variables participación del usuario y tipo de proyecto se obtuvo que las empresas en la realización del software hacen participar más al usuario cuando se trata de un nuevo proyecto.
9. El mayor esfuerzo en horas, del personal de trabajo en la realización de los proyectos es en la etapa de construcción del software, seguido por las pruebas y el diseño del mismo.
10. La mayor parte del personal de trabajo, poseen el título de Ing. Computación, seguidos por el título de analistas y programadores, donde el programador dedica más horas de esfuerzo en el desarrollo del proyecto seguido por el Administrador o líder del proyecto.
11. Las empresas designan mínimo 1 y máximo 8 personas para documentar, siendo los documentos más comunes: cronograma, el manual de usuario, las especificaciones de los requerimientos, el diseño de bases de datos, los modelos de entidad relación, el plan de desarrollo y las especificaciones técnicas.
12. El promedio de requerimientos funcionales es 24.69 ± 7.81 , en donde el mayor número de cambios se generan en las etapas de construcción, diseño y especificaciones.
13. En lo que se refiere a tipo de diseño, el 55% utiliza diseño orientado a objetos, con una media de número de casos de uso de 19.58 ± 5.72 y un promedio total de clases implementadas de 51.69 ± 17.96
14. Luego de realizar el análisis de homogeneidad entre las variables tipo de proyecto y tipo de diseño se obtuvo que existe una relación entre la realización de nuevos proyectos con un tipo de diseño orientado a objetos y diseños estructurados.

15. En cuanto a defectos registrados durante el desarrollo del proyecto hasta la entrega, se tiene que la media de defectos por proyecto es 25.85 ± 8.63 , siendo la mayor parte hallados en la etapa de pruebas e instalación.
16. En lo que respecta a fallas encontradas por los usuarios finales en los 3 primeros meses de ejecución del software, se tiene que en promedio fueron reportadas 8.52 ± 3.59 fallas.

REFERENCIAS

1. Ian Sommerville, "Ingeniería de Software", 6ª Edición; Capítulo III: Procesos del Software, Addison – Wesley, 2002.
2. Pressman, Roger S., "Ingeniería del Software", un enfoque practico, 4ª Edición, Mc. Graw Hill de Interamericana de España, 1998.
3. Mendicoa, Gloria; "Sobre Tesis y Tesistas"; Lecciones de enseñanza y aprendizaje; Espacio Editorial; 2003.
4. Freid, John; "Estadística Matemática", Con aplicaciones, 6ª Edición; Pearson Educación; México; 2000.
5. Pérez, César; "Técnicas de Muestreo Estadístico", Teoría, práctica y aplicaciones informáticas; Editorial Alfaomega; Madrid –España; 2000.
6. González Doria, Heidi, "Las métricas de software y su uso en la región", Universidad de las Américas – Puebla, Escuela de Ingeniería en Sistemas Computacionales Heidi, 2001.
7. AESOFT (2005). Publicación de la AESOFT sobre la industria del Software en Ecuador, disponible en <http://www.aesoft.com.ec>.
8. ESPOL – VLIR, Componente 8 Ingeniería de Software. (Octubre, 2004). Estudio estadístico exploratorio de las empresas desarrolladoras de software asentadas en Guayaquil, Quito y Cuenca. <http://www.jornadasis.espol.edu.ec/Jornadas>
9. ESPOL – VLIR, Componente 8 Ingeniería de Software. (Mayo 2005) Estudio de Calidad y Dificultades en la Gestión de Proyectos de Software: "Estudio Exploratorio"
10. Métodos de desarrollo del software, <http://omega.fdo-may.ubiobio.cl/th/v/v12/2.pdf>
11. http://pis.unicauca.edu.co/moodle/file.php/12/material/1_Intro_lsw/Conferencias/2005-10-19_Capitulo_1_Introduccion.pdf