

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



“CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA
DE LOS PROCESOS OPERATIVOS Y NIVEL 2 DE CAPACIDAD DE PROCESOS
DE LA NMX-I-059-NYCE-2005”

TESIS

QUE PRESENTA PARA OBTENER EL GRADO DE

Maestro en Ciencias

PRESENTA:

Sandra Luz Gastelum Ramírez

DIRECTOR:

M.C. Brenda Leticia Flores Rios

MEXICALI, B.C.

Febrero de 2011

RESUMEN de la Tesis de **SANDRA LUZ GASTELUM RAMÍREZ**, presentada como requisito parcial, para la obtención del grado de **MAESTRO EN CIENCIAS**. Mexicali, Baja California. México. Febrero de 2011.

CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LOS PROCESOS OPERATIVOS Y NIVEL DE CAPACIDAD 2 DE LA NMX-I-059-NYCE-2005

Resumen aprobado por:

M.C. Brenda Leticia Flores Rios
Director de Tesis

Este documento presenta una categorización de recursos de infraestructura que permita apoyar al sector de la Industria de Software mexicano, principalmente formado de MIPyMES desarrolladoras de software, en la toma de decisiones en cuanto a la adquisición de herramientas CASE. La necesidad de dicha categorización surgió a partir del análisis de la norma mexicana NMX-I-059-NYCE-2005, en el cual se encontró que las herramientas recomendadas para realizar los procesos, no expresan de forma explícita el tipo de herramientas que se puede utilizar.

La categorización se genera a partir de un análisis de taxonomías de herramientas CASE y el ISO/IEC 14102 empleadas mayormente en la Ingeniería de Software, y de la asociación de dichas taxonomías con los procesos operativos (Administración de Proyectos Específicos y Desarrollo y Mantenimiento de Software) requeridos por la NMX-I-059-NYCE-2005.

Posteriormente, se presenta un caso de estudio realizado con las empresas desarrolladoras de software del estado verificadas en la NMX-I-059-NYCE-2005. Se efectuó con el fin de conocer la situación actual de la industria del software local y las herramientas de software que emplean estas empresas para elaborar los productos de trabajo y realizar las prácticas esperadas por los procesos operativos de la norma mexicana.

Palabras Clave: Herramientas CASE, NMX-I-059-NYCE-2005, Desarrollo y mantenimiento de software, Categorización, ISO/IEC 14102.

ABSTRACT of the Thesis of **SANDRA LUZ GASTELUM RAMÍREZ**, in order to obtain the **MASTER IN SCIENCIES** degree. Mexicali, Baja California. México. February, 2011.

CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LOS PROCESOS OPERATIVOS Y NIVEL DE CAPACIDAD 2 DE LA NMX-I-059-NYCE-2005

Abstract approved by:

M.C. Brenda Leticia Flores Rios
Thesis Advisor

This document presents a categorization of infrastructure resources that would support the Mexican Software Industry sector, that mainly consists of small and medium software developers enterprises, in making decisions regarding the purchase of CASE tools. The need for such categorization emerged from the analysis of the Mexican standard NMX-I-059-NYCE-2005, which was found that the recommended tools for realizing the processes, not express explicitly the kind of tools that can be use.

The categorization is generated from an analysis of taxonomies of CASE tools and the ISO / IEC 14 102, employed mostly in software engineering, and the association of these taxonomies to the operational processes (Specific Project Management and Software Development and Maintenance) required by the NMX-I-059-NYCE-2005.

Subsequently, it is presented a study case made with software development companies in the state verified in NMX-I-059-NYCE-2005. This study was carried out to ascertain the current status of the local software industry and software tools used by these companies to develop products and perform the work practices expected by the operational processes of the Mexican standard.

Key Words: CASE Tools, NMX-I-059-NYCE-2005, Software development and maintenance, Categorization, ISO/IEC 14102.

Dedicatoria

El presente documento y el trabajo realizado durante el periodo de estudio e investigación, se los dedico a mi familia por su incansable apoyo, aliento y comprensión: mis padres, el Sr. Ramón Gastelum Esquivel y la Sra. Sandra Luz Ramírez González; mi hermano, José Ramón Gastelum Ramírez; y a mi esposo, José Luis Arce Valdez. Les agradezco el cariño que me han brindado a lo largo de mi vida, ya que con él he podido alcanzar un logro personal y concluir una etapa más en mi proceso de formación profesional.

Agradecimientos

En la vida, debemos tomarnos un momento para reconocer a todas aquellas personas que de alguna u otra forma han permitido que nuestros sueños se cumplan. Por este motivo y por la culminación de mis estudios de posgrado, me permito agradecer:

- Primeramente, a la Universidad Autónoma de Baja California, en particular a la Facultad de Ingeniería, por haberme proporcionado los medios para conseguir mi formación profesional y de posgrado y por ser mi segundo hogar durante los 6 años de estudio que gocé en esta institución.
- A mi comité de tesis, por su colaboración, críticas y propuestas para lograr la mejora y éxito de la investigación y de los productos resultantes de la misma: M.C. María Angélica Astorga Vargas, M.C. José Martín Olguín Espinoza, Dr. Gabriel Alejandro López Morteo y Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías.
- A los profesores del programa de maestría, por compartir sus enseñanzas y méritos en cada clase con el fin de encontrar la excelencia académica: Dra. Larisa Burtseva, Dra. Marcela D. Rodríguez Urrea y M.C. Jorge Eduardo Ibarra Esquer.
- A mis compañeros de estudio, por los momentos de trabajo y de descanso que compartimos para hacer de nuestra vida estudiantil más placentera: Diana, Adán, René, Lorena, Emmanuel, Araceli, Salvador, Johanna y Fabián.
- Al M.C. Maximiliano De las Fuentes Lara y a la Ing. Olga Gonzales Zavala, por el apoyo y orientación que siempre me han brindado.
- Por último, y no menos importante, a mi directora de tesis, M.C. Brenda Leticia Flores Ríos, que con su asesoría continua, paciencia y apoyo incondicional, este trabajo no hubiera sido posible. Muchas gracias por compartirme su experiencia y entusiasmo, guiarme en todo momento durante este proyecto y permitirme ser parte de su vida.

Índice

Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problemática	4
1.3. Justificación	6
1.4. Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos	7
1.5. Metodología	7
1.6. Estructura del Documento.....	8
Capítulo 2. Taxonomías de Herramientas de Software	10
2.1 Computer Aided Requirements Engineering - CARE.....	10
2.2 Computer Aided Software Engineering - CASE.....	11
2.2.1 Definición	11
2.2.2 Taxonomía de Pressman	13
2.2.3 Taxonomía de Sommerville	20
2.2.4 Taxonomía de Rivas, Pérez, Mendoza y Grímán	22
2.4 Estándar Internacional ISO/IEC 14102.....	23
2.4.1 Descripción del estándar	23
2.4.2 Características de las herramientas CASE según el ISO/IEC 14102	29
2.5 Resumen del capítulo	35
Capítulo 3. Análisis de los procesos operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005 .	36
3.1 Normalización y Certificación A.C. - NYCE.....	37
3.2. Descripción General de la NMX-I-059-NYCE-2005	37
3.3. Niveles de Capacidad de la NMX-I-059	38
3.4. Procesos Operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005	40
3.4.1 OPE.1 Administración de Proyectos Específicos (APE).....	40
3.4.2 OPE.2 Desarrollo y Mantenimiento de Software (DMS).....	46
3.5. Resumen del capítulo.....	55
Capítulo 4.- Asociación de las taxonomías con los Procesos Operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005	57
4.1 Asociación con las características del estándar ISO/IEC 14102	57
4.2 Asociación con la taxonomía de Pressman	59
4.3 Asociación con la taxonomía de Ian Sommerville.....	60
4.4 Asociación con la taxonomía de Rivas, Pérez, Mendoza y Grímán	62
4.5 Asociación entre taxonomías de herramientas CASE	63
4.6 Categorización de Recursos de Infraestructura Tecnológica con base en la funcionalidad y nivel de capacidad de procesos.....	67
4.7 Resumen del capítulo	69
Capítulo 5.- Análisis de los recursos de infraestructura tecnológicos utilizados por las empresas verificadas en la norma NMX-I-059-NYCE-2005. Caso de Estudio: estado de Baja California	70
5.1 Objetivo del caso de estudio	70
5.2 Metodología aplicada en el caso de estudio	70
5.3 Descripción del instrumento utilizado.....	72
5.4 Resultados obtenidos	74

Capítulo 6.- Discusión	82
6.1 Discusiones.....	82
Capítulo 7.- Conclusiones y Trabajo Futuro	88
7.1 Trabajo Futuro.....	92
Referencias	93
Apéndice A. Productos de Trabajo de la NMX-I-059-NYCE-2005 requeridos en el nivel 2 de capacidad de procesos.....	96
Apéndice B. Instrumento para la recolección de datos	102
Apéndice C. Listado de Herramientas de Software y Características seleccionadas en el instrumento de recolección de datos	105
Apéndice D. Publicaciones Generadas	107

Índice de Figuras

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1.1. Propuesta de la NMX para documentar los Recursos de Infraestructura del proceso Desarrollo y Mantenimiento de Software.	5
1.2. Metodología utilizada para el desarrollo de la investigación.	8
2.1 Bloques de construcción para las herramientas CASE.	12
2.2. Proceso de Evaluación y Selección de Herramientas CASE del estándar ISO/IEC 14102.	24
2.3. Proceso de Preparación del estándar ISO/IEC 14102.	25
2.4. Proceso de Estructuración del estándar ISO/IEC 14102.	26
2.5. Proceso de Evaluación del estándar ISO/IEC 14102.	27
2.6. Proceso de Selección de Herramientas CASE del estándar ISO/IEC 14102.	28
4.1. Características de las herramientas CASE con su identificador.	57
5.1. Diagrama de flujo de las etapas del caso de estudio presentado a las empresas.	72
5.2 Vista general del instrumento en línea.	73
5.3 Escalas aditivas obtenidas para cada factor solicitado.	77
5.4 Promedio resultante por factor de acuerdo a las empresas encuestadas.	78
5.5 Promedio resultante por respuesta de acuerdo a cada empresa encuestada.	79
7.1. Contextualización de la Categorización de recursos de infraestructura con el proceso de Selección definido por ISO/IEC 14102.	89

Índice de Tablas

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
1.1. Niveles de capacidad propuestos por la NMX y los atributos que debe cumplir el proceso	3
2.1. Clasificación de herramientas CASE por actividades del proceso	22
3.1. Atributos del nivel de capacidad 1 de la NMX	39
3.2. Atributos del nivel de capacidad 2 de la NMX	39
3.3. Productos de trabajo del nivel 2 de capacidad 2 para el proceso APE	41
3.4. Descripción de la Actividad A1 del proceso APE	42
3.5. Descripción de la Actividad A2 del proceso APE	43
3.6. Descripción de la Actividad A3 del proceso APE	44
3.7. Descripción de la Actividad A4 del proceso APE	44
3.8. Verificaciones requeridas por proceso APE para nivel 2 de capacidad	45
3.9. Validaciones requeridas por proceso APE para nivel 2 de capacidad	45
3.10. Recursos de infraestructura del proceso APE. Fuente: NYCE, 2007c.	45
3.11. Productos de trabajo del nivel 2 de capacidad 2 para el proceso DMS	46
3.12. Descripción de la Actividad A1 del proceso DMS	48
3.13. Descripción de la Actividad A2 del proceso DMS	49
3.14. Descripción de la Actividad A3 del proceso DMS	50
3.15. Descripción de la Actividad A4 del proceso DMS	51
3.16. Descripción de la Actividad A5 del proceso DMS	51
3.17. Descripción de la Actividad A6 del proceso DMS	52
3.18. Verificaciones requeridas por proceso DMS para nivel 2 de capacidad	53
3.19. Validaciones requeridas por proceso DMS para nivel 2 de capacidad	54
3.20. Recursos de infraestructura del proceso DMS. Fuente: NYCE, 2007c.	54
4.1. Asociación de los procesos operativos y niveles 1 y 2 de capacidad de la NMX con las características y subcaracterísticas del estándar ISO/IEC 14102	58
4.2. Asociación de los procesos operativos y niveles de capacidad 1 y 2 de la NMX con la taxonomía de Roger Pressman	59
4.3. Asociación de los procesos operativos y niveles 1 y 2 de capacidad de la NMX con la taxonomía de Ian Sommerville	61
4.4. Asociación de los procesos operativos y niveles 1 y 2 de capacidad de la NMX con la taxonomía de Lornel Rivas, María Pérez, Luis E. Mendoza y Anna Grimán	62
4.5. Porcentajes de las taxonomías de herramientas CASE asociadas con los procesos operativos y niveles 1 y 2 de capacidad de la NMX	63
4.6. Total de herramientas utilizadas en las actividades de los procesos operativos por taxonomía	64
4.7. Asociación global entre taxonomías de herramientas CASE y actividades de los procesos operativos	65
4.8. Categorización de herramientas CASE para los procesos operativos de la NMX en base a la funcionalidad y nivel 1 y 2 de capacidad del proceso	68

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
5.1 Perfil de las empresas encuestadas para el caso de estudio	71
5.2. Tiempo de desempeño de los Roles involucrados en la encuesta	74
5.3. Información referente al año de implantación de la NMX y nivel de capacidad actual y que aspira obtener	75
5.4. Factores que ayudan a obtener el éxito en la implantación de la NMX y medida en la que apoyan	77
5.5. Medidas de tendencia central resultantes por factor	78
5.6. Medidas de tendencia central resultantes por factor	79
5.7. ¿Se consideran a los recursos tecnológicos como un factor importante en la implantación y realización de los procesos operativos de la NMX y porqué?	79
5.8. Conocimiento generado por la empresa en cuanto a la adquisición de herramientas de software para la implantación de la NMX	81
6.1. Número de herramientas de software seleccionadas por empresa	83

Capítulo 1. Introducción

1.1. Antecedentes

A nivel nacional, se cuenta con Normalización y Certificación Electrónica A. C. (NYCE), que es una asociación civil sin fines de lucro creada en noviembre de 1994 por un grupo de empresas líderes de los sectores de Electrónica, Telecomunicaciones y Tecnologías de Información de México, convencidas de la necesidad de contar con un organismo de jurisdicción nacional que tomara en cuenta sus necesidades, en la certificación del cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables a los productos de la rama. NYCE está acreditado y autorizado por las instancias legales y las dependencias del Gobierno Federal conducentes y forma parte del Sistema Mexicano de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad (SISMENEC), que está totalmente reglamentado y opera de manera consistente en el ámbito nacional (Normalización y Certificación Electrónica [NYCE], s.f.a).

NYCE está acreditado por la Secretaría de Economía de México (SE) como Organismo Nacional de Normalización. Entre sus actividades se encuentra el elaborar, coordinar y emitir Normas Mexicanas de Electrónica, de Telecomunicaciones y de Tecnologías de Información (NYCE, s.f.b).

Dentro de las normas mexicanas (NMX) de Tecnologías de Información que la NYCE ha emitido se encuentra la NMX-I-059-NYCE-2005¹. Dicha norma tiene su origen en el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT), que forma parte del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 de la SE. PROSOFT tiene siete líneas estratégicas, siendo la sexta: Alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos.

De acuerdo con el Tecnológico NYCE (2003), la SE encargó la elaboración de un modelo de referencia de procesos a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), llamado Modelo de Procesos para la Industria del Software (MoProSoft), y con base en dicho modelo, posteriormente fue creada la NMX-I-059, especificando también su método de evaluación de procesos (EvalProSoft).

¹ En el resto del documento se utilizará el término NMX-I-059 para referirse al nombre oficial de la NMX-I-059-NYCE-2005 – Tecnología de la Información-Software-Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software.

La NMX-I-059 consta de 4 partes que se describen a continuación (NYCE, 2007a):

- NMX-I-059/01-NYCE: Definición de conceptos y productos, contiene la descripción de los conceptos y productos utilizados en otras partes de la NMX-I-059.
- NMX-I-059/02-NYCE: Requisitos de procesos (MoProSoft), establece los requisitos de los procesos que se van a implantar en una organización.
- NMX-I-059/03-NYCE: Guía de implantación de procesos, contiene una propuesta para la implantación del modelo de procesos, descrito en la parte 02.
- NMX-I-059/04-NYCE: Directrices para la evaluación de procesos (EvalProSoft), que hace uso de la parte 02 de la NMX-I-059 y del capítulo 5 de la NMX-I-006/02-NYCE para obtener un perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados en una organización y un nivel de madurez de capacidades.

Son nueve los procesos que propone la norma, y estos se agrupan en tres categorías: Alta Dirección, Gestión y Operación. Dentro de la categoría Alta Dirección sólo se encuentra el proceso Gestión de Negocio. La categoría de Gestión contiene 3 procesos: Gestión de Procesos, Gestión de Proyectos y Gestión de Recursos, el cual se divide en 3 subprocesos: Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo, Bienes, Servicios e Infraestructura y el de Conocimiento de la Organización. Por último, la categoría de Operación agrupa a 2 procesos: Administración de Proyectos Específicos y el de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

Para la evaluación de los procesos implantados utilizando la NMX-I-059, es importante tomar en cuenta 2 aspectos fundamentales descritos en la parte 04 de la misma: el perfil del nivel de capacidad y el nivel de capacidad. El perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados es el conjunto de los niveles de capacidad alcanzados por los procesos que están dentro del alcance de la evaluación. El nivel de capacidad del procesos está definido en una escala ordinal de 6 niveles, donde el nivel 0 significa la capacidad incompleta y el nivel 5, significa la capacidad del proceso en optimización (NYCE, 2007d). La Tabla 1.1 describe los 6 niveles de capacidades y los atributos que debe cumplir el proceso para considerar que ha obtenido el nivel de capacidad.

Tabla 1.1. Niveles de capacidad de procesos propuestos por la NMX-I-059 y los atributos que debe cumplir el proceso

Nivel de Capacidad	Descripción	Atributos del Proceso
Nivel 0 - Incompleto	El proceso no alcanza su propósito.	No alcanza su propósito
Nivel 1 - Realizado	El proceso implementado logra su propósito y obtiene resultados definidos.	1.1 Realización del proceso
Nivel 2 - Administrado	El proceso realizado se efectúa de forma administrada y sus productos de trabajo están apropiadamente establecidos, controlados y mantenidos.	2.1 Administración de la realización 2.2 Administración del producto de trabajo
Nivel 3 - Establecido	El proceso administrado se implementa mediante el proceso definido, el cual es capaz de lograr los resultados esperados.	3.1 Definición del Proceso 3.2 Implementación del Proceso
Nivel 4 - Predecible	El proceso establecido opera dentro de ciertos límites para lograr sus resultados.	4.1 Medición del proceso 4.2 Control del proceso
Nivel 5 - Optimizado	El proceso predecible se mejora continuamente para lograr metas del negocio actuales y futuras aplicables.	5.1 Innovación del proceso 5.2 Optimización del proceso

La NYCE y la SE buscan que las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) desarrolladoras de Software utilicen la NMX-I-059 para mejorar sus procesos y se certifiquen en la misma. Esto les brindaría un reconocimiento nacional que incrementa su nivel competitivo en dicha industria.

Pero no es suficiente que las MIPYMES busquen un nivel de capacidad 1, en donde únicamente se realizan las actividades, no importando si los productos de trabajo se encuentren gestionados, o si los procesos están definidos. Las MIPYMES deben esforzarse por lograr un nivel de capacidad mayor que no sólo les brinde la seguridad de que sus procesos se llevan a cabo con calidad, si no también les otorga un prestigio ante el mercado existente.

Para ello, las MIPYMES pueden encontrar dentro de la NMX-I-059 ciertos lineamientos y criterios para poder ejercer las mejores prácticas en la implantación de la misma. La parte 01 de la NMX-I-059 propone una estructura para que la documentación de procesos dentro del ejercicio de implantación de la NMX-I-059 siga un estándar y se logre la comprensión de cada uno de ellos. El producto de trabajo 3.2.14 que menciona en la parte 01, Documentación de Procesos, describe la estructura siguiente: Nombre del Proceso, Propósito, Descripción, Objetivos, Indicadores, Metas Cuantitativas,

Responsabilidad y Autoridad, Procesos Relacionados, Entradas, Salidas, Productos Internos, Roles Involucrados y Capacitación Requerida, Actividades, Verificaciones y Validaciones, Incorporación a la Base de Conocimiento, Recursos de Infraestructura, Mediciones, Situaciones excepcionales, Lecciones Aprendidas y Guías de Ajuste.

También el apéndice A de la parte 02 de la NMX-I-059, brinda una descripción de los productos de trabajo y de las actividades esperadas por nivel de capacidad. Posteriormente, la parte 03 de la norma realiza una descripción de los procesos, detallando cada elemento propuesto por la estructura de la documentación de procesos antes mencionada, incluyendo la categoría del proceso.

Como se puede observar, la NMX-I-059 propone, además de lineamientos normativos para mejorar los procesos, pautas a seguir para que la implantación de la misma sea con las mejores prácticas. Esto demuestra el interés por parte de la NYCE y de la SE de que las MIPyMES busquen la mejora de sus procesos, mediante la utilización de la NMX-I-059, para que los productos de que software que se desarrollen en el país tengan la calidad esperada a niveles nacional e internacional.

1.2. Problemática

La NMX-I-059 permite la Mejora de Procesos de Software (SPI por sus siglas en inglés, Software Process Improvement), ya que con ella se garantiza la calidad de los productos en las MIPyMES y les ayuda a incrementar la madurez en sus procesos (Oktaba, Piattini, Pino, Orozco & Alquicira, 2008). Se han realizado diversos estudios acerca de los factores críticos para el éxito de la SPI, y entre los que se han reportado de mayor importancia se encuentran los factores humanos, de implementación y organizacionales (Hall, Rainier y Badoo, 2002). De acuerdo a estudios realizados por Hall et al. (2002), dentro de estos últimos factores se localizan la comunicación y los recursos. Los autores comentan, dentro de sus hallazgos, que un gran impedimento para el éxito de la SPI es la inadecuada selección y asignación de recursos para llevar a cabo los procesos. Aunado a este problema, Rivas, Pérez, Mendoza y Grimán (2008) afirman que las MIPYMES son afectadas por distintos cambios que hace difícil la selección de recursos, y por ende estas recorren un camino más complejo.

Para apoyar este factor crítico de éxito, la NMX-I-059 define los términos *Infraestructura* y *Recursos de Infraestructura*. La Infraestructura es el conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización (NYCE, 2007a). Recursos de Infraestructura es un elemento de la Documentación de Procesos en donde se recomienda el tipo de herramientas para apoyar la realización de las actividades (NYCE, 2007a), y se propone una tabla para especificar dichos recursos (Figura 1.1).

Actividad	Recurso
A1, A2, A3, A4, A5, A6	Herramienta para documentación.
A2	Herramientas para la <i>Especificación de Requisitos</i> .
A3	Herramientas para el <i>Análisis y Diseño</i> .
A4	Herramientas para la construcción.
A4, A5	Herramientas para la realización de pruebas.

Figura 1.1. Propuesta de la NMX-I-059 para documentar los Recursos de Infraestructura del proceso Desarrollo y Mantenimiento de Software. Fuente: NYCE, 2007c.

Analizando cada uno de los procesos en la parte 03 de la NMX-I-059, se observa que los recursos de infraestructura descritos para cada actividad de los procesos no proporcionan una descripción detallada de los atributos necesarios para cada recurso por nivel de capacidad. Tampoco se encuentran las especificaciones de los tipos de herramientas existentes que podrían ser utilizadas tanto por cada proceso como por nivel de capacidad.

Si lo que busca una MIPYME es certificarse en el nivel 1 de la NMX-I-059, la descripción de los procesos ayudará a utilizar las herramientas adecuadas, ya que el objetivo del nivel 1 de capacidad de la norma es realizar las actividades necesarias para lograr el propósito del proceso. Sin embargo, para incrementar a 2 el nivel de capacidad de procesos, se le exigirá a la MIPYME que sus productos de trabajo se encuentren “apropiadamente establecidos, controlados y mantenidos” (NYCE, 2007b). En este caso, la descripción de la estructura de la Documentación de Procesos no será de utilidad para poder aspirar a un nivel de capacidad mayor.

1.3. Justificación

Lo que se busca con esta investigación es encontrar las descripciones detalladas de las características para lograr una adecuada selección de recursos de infraestructura por proceso y dependiendo del nivel de capacidad de procesos al cual la MIPYME desea llegar. Y para ello, este proyecto se centra en la especificación de tipos de herramientas que se encuentran disponibles para utilizar en la industria del software. Además, la adecuada selección e implantación de recursos de infraestructura le ofrece a las MIPYMES la formalidad (Rivas et al., 2008) que necesita para caracterizarse como una empresa comprometida con sus clientes y con ella misma.

Dentro de estas herramientas tenemos las CARE (por sus siglas en inglés de Computer Aided Requirements Engineering) y las herramientas CASE (por sus siglas en inglés de Computer Aided Software Engineering). También, se encuentra el Estándar Internacional ISO/IEC 14102, que es una guía para la selección y evaluación para las herramientas CASE. Esto indica que los organismos certificadores (como NYCE o el International Organization for Standardization - ISO) están valorando la importancia de los recursos que han de ser utilizados por las empresas para generar productos de calidad.

Por lo anterior, este trabajo brindará una categorización de recursos de infraestructura (tipos de herramienta) para que las MIPYMES que desean aspirar a un nivel de capacidad de procesos superior al 1, seleccionen los recursos de infraestructura adecuados para la realización de las actividades de los procesos operativos definidos en la parte 02 de la NMX-I-059, los cuales se relacionan directamente con la Ingeniería de Software. Esto permitiría que éstas logren el éxito dentro de su proceso de mejora, ya que, como se comentó anteriormente, los recursos son un factor crítico de éxito para la SPI.

1.4. Objetivos

Para el desarrollo de la presente investigación, se plantea un objetivo general el cual comprende cuatro objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo General

Generar una categorización de recursos de infraestructura (tipo de herramienta) por nivel 2 de capacidad de procesos y por procesos operativos de acuerdo a la parte 02 de la

NMX-I-059, que sirva como instrumento para que las MIPYMES seleccionen los recursos de infraestructura que se ajusten a sus necesidades.

1.4.2 Objetivos Específicos

- O1. Especificar el tipo de herramienta (CARE y CASE) que se va a utilizar por cada actividad en los procesos operativos de la NMX-I-059.
- O2. Proponer el tipo de herramienta CASE que se va a utilizar en los niveles 1 y 2 de capacidad de procesos especificados en el anexo A de la parte 02 de la NMX-I-059.
- O3. Analizar el estándar internacional ISO/IEC 14102 para la clasificación de las herramientas CASE.
- O4. Realizar un caso de estudio en el estado de Baja California para validar la propuesta de categorización según los elementos de los tipos de herramientas CASE.

1.5. Metodología

Para la realización de la investigación, se han considerado los procesos fundamentales del proceso general de investigación presentados por Hernández Sampieri, Fernández-Collado y Baptista Lucio (2006). Además, se propone un enfoque cualitativo para la investigación debido a que el análisis de los datos requiere que se realice mediante la observación no estructurada, revisión de documentos, evaluación de experiencias personales y registro de historias de vida. La metodología que será aplicada para alcanzar el objetivo de la investigación, la cual puede observarse gráficamente en la Figura 1.2, es la siguiente:

- 1) Planteamiento del Problema: debe incluir objetivos, justificación y una definición inicial del ambiente o contexto a estudiar.
- 2) Revisión de Literatura: revisión de artículos, libros y material relacionados con el tema a investigar.
- 3) Recolección de Datos: se llevarán a cabo entrevistas y cuestionarios al sector industrial de software del estado de Baja California para conocer las herramientas que utilizan actualmente para desarrollar las actividades de los procesos de la NMX-I-059. La muestra será un grupo de empresas que no sean necesariamente representativas del universo nacional, debido a que se trata de una investigación con enfoque cualitativo (Hernández

Sampieri et al., 2006). A su vez, el tipo de estudio propuesto a realizar para validar el trabajo teórico es un Estudio de Caso, que de acuerdo a Hernández et al., el tamaño mínimo de la muestra es de uno a varios casos.

4) Análisis e Interpretación de los Datos: teniendo la literatura relacionada a la investigación y los resultados de las encuestas, se procederá a realizar un análisis e interpretación de los datos obtenidos para hacer la categorización propuesta.

5) Reporte de Resultados: se presentará la categorización de herramientas y las conclusiones obtenidas del desarrollo del análisis e interpretación.

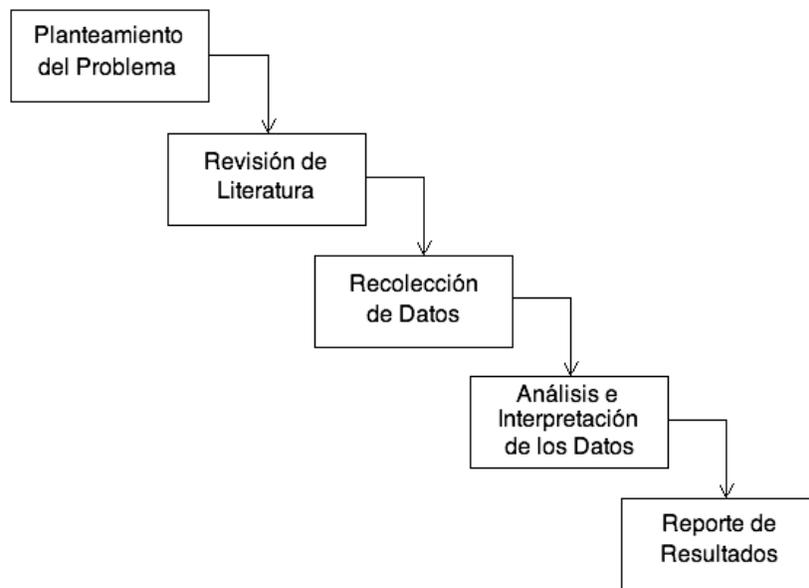


Figura 1.2. Metodología utilizada para el desarrollo de la investigación.
Fuente: Hernández Sampieri et al.

1.6. Estructura del Documento

El presente documento se encuentra integrado por los siguientes capítulos: el Capítulo 2 muestra una revisión del estado del arte de las taxonomías de herramientas CASE en el contexto de la industria de software, así como un análisis realizado al estándar ISO/IEC 14102, propuesto para la evaluación y selección de herramientas CASE; en el Capítulo 3 se presenta una breve descripción de la norma mexicana NMX-I-059-NYCE-2005, haciendo un mayor énfasis y desglose en los procesos operativos de la misma; el Capítulo 4 contiene las asociaciones de los procesos operativos de la norma mexicana con las taxonomías revisadas en el capítulo 2, un análisis de cada una de ellas y la categorización de recursos de

infraestructura tecnológica propuesta; el Capítulo 5 muestra una descripción del caso de estudio que se llevó a cabo en las empresas desarrolladoras de software del estado y los resultados obtenidos del mismo; en el Capítulo 6 se presentan una serie de discusiones generadas a partir de la información recabada en el caso de estudio; y por último, el Capítulo 7 contiene las conclusiones y trabajo futuro.

Capítulo 2. Taxonomías de Herramientas de Software

Una herramienta, de acuerdo a la Real Academia Española (2001), es un “Instrumento, por lo común de hierro o acero, con que trabajan los artesanos”. Hoy en día, el término herramienta se utiliza para referirnos a cualquier instrumento que nos auxilia a realizar una tarea.

En el caso de la Ingeniería de Software, las herramientas brindan un soporte automatizado o semiautomatizado para todo el proceso y para los métodos que utiliza (Pressman, 2001/2005). Se supone que las herramientas utilizadas por las MIPYMES que desarrollan software son aplicaciones potentes capaces de crear una solución verdadera. Sin embargo, de acuerdo con Piattini et al. (2001), el desarrollo de software es una actividad que aun se lleva a cabo de forma manual. Si las MIPYMES desean hacer el cambio de desarrollar software artesanal a la ingeniería de software, mediante la mejora de procesos y la adopción de estándares de calidad, es necesario que adopten herramientas, de carácter tecnológico, para lograr este objetivo.

En el mercado, podemos encontrar una serie de herramientas de software que son útiles para llevar a cabo los procesos que propone la NMX-I-059, no sólo el de Desarrollo y Mantenimiento de Software. Cada herramienta propone una serie de características y una subdivisión, para así poder identificar a todas las herramientas disponibles dentro de cada una de ellas.

2.1 Computer Aided Requirements Engineering - CARE

Un requerimiento es la descripción de un servicio y de las restricciones que han de tomarse en cuenta para la realización de un sistema, y la ingeniería de requisitos es el proceso de descubrir, analizar, documentar y verificar dichos requerimientos (Somerville, 1998/2002). Además, la Ingeniería de Requisitos establece una base sólida para el diseño y construcción del software. Este proceso proporciona un mecanismo apropiado para entender lo que el cliente desea, ayuda a analizar sus necesidades, evaluar la factibilidad del sistema, especificar una solución sin ambigüedades y administrar los requisitos mientras estos se convierten en el sistema (Pressman, 2001/2005).

La Ingeniería de Requisitos, de acuerdo con Lasheras, Toval, Nicolás y Moros (2003) debe permitir la reutilización de requisitos, y por ello proponen un método llamado SIREN (Simple REuse of RequiremeNts). Este método es un enfoque práctico para obtener y especificar los requisitos de un sistema, basado en la reutilización de requisitos.

Las herramientas CARE permiten la aplicación de métodos y técnicas de la ingeniería de requisitos. Ayudan a la definición, recopilación, modelado, gestión y validación de requisitos. Además, Mellardo, Rodríguez, Fernández-Medina y Piattini (2007) mencionan que este tipo de herramientas va mas allá de los requisitos del sistema, sino que considera a la seguridad como un aspecto fundamental que debe tomarse en cuenta desde el inicio de la fase de requisitos. La Ingeniería de Requisitos de Seguridad es la que proporciona técnicas, métodos y normas que se aplican al ciclo de desarrollo de software e incluye el uso de procedimientos sistemáticos para asegurarse que los requisitos obtenidos son completos, consistentes y de fácil comprensión, para así desarrollar sistemas de información seguros (Mellardo et al., 2007).

2.2 Computer Aided Software Engineering - CASE

2.2.1 Definición

La Ingeniería de Software Asistida por Computadora (CASE) es un conjunto de tipos de programas que se utilizan para apoyar las actividades del proceso de software, como el análisis de requerimientos, modelado de la arquitectura y las pruebas (Sommerville, 1998/2002). También, las herramientas CASE se puede considerar como productos de software que proveen un soporte automatizado a los ingenieros de software en las actividades del ciclo de vida del software (Pressman, 2001/2005). Dichas herramientas disminuyen el esfuerzo que se requiere para desarrollar un producto de trabajo o para realizar algún hito de beneficio relevante para un proyecto de software. Existe una serie de clases que definen de forma específica el objetivo y funcionamiento las de herramientas CASE que se puede encontrar en el mercado.

Un aspecto importante de las herramientas CASE son los bloques de construcción. Dichos bloques representan un fundamento completo para la integración de herramientas CASE (Pressman, 2001/2002). Cada bloque de construcción forma el fundamento del siguiente, estando las herramientas situadas en la parte superior de los bloques, tal y como

se muestra en la Figura 2.1. Los entornos para la Ingeniería del Software se construyen con éxito sobre una arquitectura de entornos que abarca un hardware y un software de sistemas adecuados. Además, la arquitectura del entorno deberá tener en cuenta los patrones de trabajo humano que se aplicarán durante el proceso de ingeniería del software.

Las arquitecturas del entorno establecen los cimientos para un entorno CASE, pero este último necesita de otros bloques de construcción. Existe un conjunto de servicios de portabilidad que proporciona un puente entre las herramientas CASE, su marco de integración y la arquitectura del entorno. El marco de integración es un grupo de programas especializados que permiten a cada una de las herramientas comunicarse entre sí. Los servicios de portabilidad permiten que las herramientas CASE y su marco de integración migren entre distintas plataformas del hardware y sistemas operativos sin un mantenimiento adaptativo significativo (Pressman, 2001/2002).

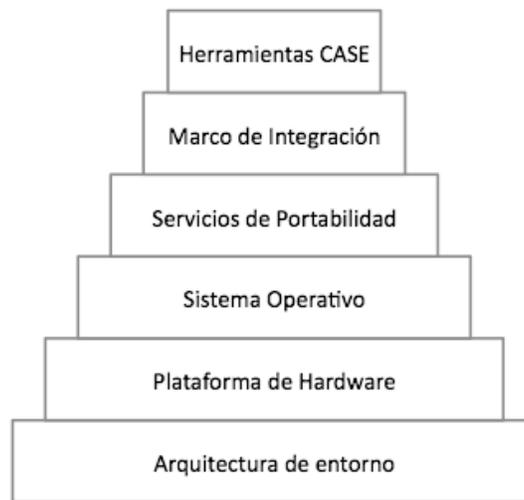


Figura 2.1. Bloques de construcción para las herramientas CASE.

A las herramientas CASE se les puede conocer como herramientas de alto nivel o de bajo nivel dependiendo a las fases del proceso de software que apoyen. Las herramientas CASE de alto nivel tienen como propósito ayudar al análisis y al diseño, es decir a las fases iniciales del proceso de software. En cambio, las herramientas CASE de bajo nivel están diseñadas para apoyar a la implementación y a las pruebas, como los depuradores, sistemas de análisis de programas, generadores de casos de pruebas y editores de programas (Sommerville, 1998/2002).

Las herramientas CASE ofrecen una serie de beneficios si se utilizan de forma individual y cada una por separado, pero se puede aumentar la capacidad de las herramientas si se utilizan de forma integrada (Pressman, 2001/2002). De entre los beneficios de los entornos CASE integrado (I-CASE) se encuentran los siguientes:

- ⇒ una transferencia regular de información (modelos, programas, documentos, datos) entre una herramienta y otra, y entre un paso de ingeniería y el siguiente
- ⇒ una reducción del esfuerzo necesario para efectuar actividades globales tales como la gestión de configuración de software, el control de calidad y la producción de documentos
- ⇒ un aumento del control del proyecto que se logra mediante una mejor planificación, monitorización y comunicación
- ⇒ una mejor coordinación entre los miembros del personal que estén trabajando en grandes proyectos de software.

2.2.2 Taxonomía de Pressman

Roger Pressman (2001/2005) ofrece una taxonomía de las herramientas CASE de acuerdo a su funcionalidad. Son 36 herramientas CASE las que presenta para apoyar al proceso de software.

1) Herramientas de modelado del proceso

Se utilizan para representar los elementos clave de un proceso para que se pueda entender con mayor claridad. También proporcionan vínculos con descripciones del proceso que ayudan a los interesados en el proceso a entender las acciones y tareas necesarias para lograrlo. Estas herramientas permiten definir los elementos del proceso único, ofrecen un a guía detallada del contenido o la descripción de cada elemento del proceso y posteriormente lo gestionan mientras este se conduce.

2) Herramientas de gestión del proceso

Se utilizan para definir, ejecutar y gestionar los modelos que ha de seguir un proceso. Estas, permiten definir un modelo completo del proceso, ya sea actividades del marco de trabajo, tareas de aseguramiento de la calidad, puntos de verificación, etc. y proporcionan una guía para rastrear y controlar el proceso.

3) Herramientas de desarrollo ágil

Su objetivo es auxiliar en los aspectos del desarrollo ágil, haciendo énfasis en facilitar la generación rápida de software. Estas herramientas incluyen un apoyo automatizado para la planeación del proyecto, el desarrollo de casos de uso y recopilación de requisitos, el diseño rápido, la generación de código y la realización de pruebas.

4) Herramientas de simulación del sistema

Se utilizan para proporcionar la capacidad de predecir el comportamiento de un sistema de tiempo real antes de que este se construya. Permiten desarrollar maquetas del sistema en tiempo real y definir los elementos de un sistema basado en computadoras para posteriormente ejecutar simulaciones y así, entender las características operacionales y el desempeño general del sistema.

5) Herramientas de modelado de sistemas

Se utilizan para modelar todos los elementos de un sistema basado en computadoras al usar una notación específica para la herramienta. Ayudan a modelar la estructura de todos los elementos funcionales del sistema, el comportamiento estático y dinámico del sistema y la interfaz maquina-humano.

6) Herramientas de desarrollo de casos de uso

Se utilizan para desarrollar casos de uso, ya que proporcionan plantillas que solo requieren el llenado de espacios en blanco. La mayoría de las funcionalidades para los casos de uso están incluidas en un conjunto de funciones para la ingeniería de requisitos.

7) Herramientas de modelado de datos

Proporcionan la capacidad de representar objetos de datos, sus características y relaciones. Estas herramientas se utilizan mayormente para las grandes aplicaciones de bases de datos, ya que ofrecen un medio automatizado para crear diagramas de entidad-relación, describir objetos de datos y sus relaciones, diccionarios de objetos de datos y modelos relacionados.

8) Herramientas de análisis estructurado

Se utilizan para crear modelos de datos, modelos de flujo y modelos de comportamiento de una manera que sea posible verificar la continuidad y la consistencia y que su edición sea sencilla. Estas herramientas hacen uso de un diccionario de datos como la base de datos central para la descripción de todos los objetos de datos, y cuando las entradas del diccionario se encuentran definidas se pueden crear diagramas entidad-relación. También permiten crear modelos de comportamiento que usan los diagramas de estado como notación operativa.

9) Herramientas de modelado del análisis generalizado en UML

Estas herramientas proporcionan la capacidad de desarrollar modelos basados en escenarios, modelos basados en clases y modelos de comportamiento mediante la notación UML. Soportan los diagramas de UML que se usan para construir un modelo de análisis. También, permiten realizar la verificación de la consistencia y la corrección de todos los diagramas UML, proporcionan vínculos para el diseño y la generación de código y permiten construir una base de datos que ayudan a la administración y evaluación de grandes modelos en UML requeridos para sistemas complejos.

10) Herramientas de minería y almacenamiento de datos

Se utilizan para identificar relaciones entre los atributos que describen un objeto de datos específico o un conjunto de objetos de datos, además de que ayudan en el diseño de modelos para un almacén de datos. Las herramientas de minería aceptan conjuntos grandes de datos como entrada.

11) Herramientas de diseño arquitectónico

Modelan la estructura general del software al representar interfaces, dependencias, relaciones e interacciones de los componentes. La capacidad de diseño arquitectónico, por lo general, forma parte de las herramientas para modelado de análisis y diseño.

12) Lenguajes de descripción arquitectónica

Estas herramientas proporcionan una semántica y una sintaxis para describir una arquitectura del software. Debe proporcionar al diseñador la capacidad de separar componentes arquitectónicos, de integrar componentes individuales en bloques arquitectónicos mayores y de representar interfaces entre componentes.

13) Herramientas middleware e ingeniería de software basada en componentes

Es una colección de componentes del dominio del problema se comuniquen con otros en una red o dentro de un sistema complejo.

14) Herramientas de desarrollo de interfaces de usuario

Permiten crear una interfaz grafica de usuario empleando poco desarrollo de software personalizado. Proporcionan acceso a componentes reutilizables y convierte la creación de una interfaz en una selección entre opciones predefinidas que se acoplan mediante la herramienta.

15) Herramientas de planeación y administración de pruebas

Se utilizan para planear las estrategias de prueba y a manejar el proceso de prueba a medida de que la estrategia se este aplicando. Permiten almacenar y administrar las pruebas, dar seguimiento a los requisitos, lograr la integración, rastrear errores y generar informes. Quienes usan estas herramientas pueden complementar las herramientas de planeación y controlar el flujo de información a medida que avanza el proceso de prueba.

16) Herramientas de depuración

Proporcionan ayuda automatizada a quienes deben depurar problemas de software y su objetivo es obtener información que seria difícil de obtener en caso de hacer una depuración de forma manual. Por lo general, las herramientas de depuración son especificas del lenguaje de programación y del entorno que se utiliza.

17) Herramientas de diseño de casos de prueba

Se utilizan para desarrollar un conjunto completo de casos de prueba de caja blanca y negra. Estas herramientas pueden ser de dos categorías: pruebas estáticas y dinámicas. En las pruebas estáticas se usan herramientas de pruebas basadas en código, lenguajes de prueba especializados y herramientas de pruebas basadas en requisitos. Las herramientas dinámicas de pruebas interactúan con un programa de ejecución, revisando la cobertura del camino, probando las suposiciones relacionadas con el valor de variables específicas e instrumentando de otra manera el flujo de ejecución del programa.

18) Herramientas para métricas del producto

Se utilizan para desarrollar métricas significativas para evaluar las características los productos del trabajo generados durante el modelado de análisis y diseño, la generación de código fuente y la prueba. Abarcan una serie de métricas y se implementan como aplicaciones independientes o como funcionalidad que existe dentro de las herramientas para análisis y diseño, codificación o prueba, por ejemplo: LDC/persona-mes, defectos por punto de función, etc. La herramienta analiza una representación del software y desarrolla una o más métricas.

19) Herramientas de gestión de proyectos IWeb

Se utilizan para la planeación, gestión, control y rastreo de proyectos de ingeniería Web. Permiten establecer un conjunto de tareas de trabajo, asignar esfuerzo y especificar responsabilidad a cada tarea, establecer dependencia de tareas, definir un programa y rastrear y controlar actividades del proyecto.

20) Herramientas de mediciones Web

Se utilizan para valorar la forma en la que se utiliza una WebApp, las categorías de usuarios y la facilidad de uso de la WebApp. Estas herramientas capturan la información de uso una vez que la WebApp está en línea; también proporcionan una variedad de datos con los que se valoran los elementos de la WebApp que se utilizan más, cómo se utilizan y quién los utiliza.

21) Almacenes de patrones de diseño hipermedia

Es un espacio de discusión conjunto para información de arquitectos y que contiene recursos útiles para el diseño.

22) Herramientas para métricas técnicas para WebApps

Ayudan a desarrollar métricas WebApp significativas que ofrezcan una visión acerca de la calidad global de una aplicación.

23) Herramientas para gestores de proyectos

Estas herramientas son genéricas y se aplican a un amplio rango de actividades que realizan los gestores de proyectos. Algunos ejemplos son herramientas de planificación, estimación o de análisis de riesgo.

24) Herramientas para métricas del proyecto y el proceso

Se utilizan para definir, recopilar, evaluar y reportar medidas y métricas de software. Ofrecen mecanismos para recopilar y evaluar datos que conduzcan al cálculo de métricas de software.

25) Herramientas de estimación de esfuerzo y costo

Se utilizan para proporcionar una estimación del esfuerzo requerido, de la duración del proyecto y del costo en una forma que aborde las características específicas del proyecto inmediato y el entorno en el que se construirá. Estas herramientas utilizan una base de datos histórica procedente de proyectos locales, datos recopilados a través de la industria y un modelo empírico que se emplea para calcular estimaciones de esfuerzo, duración y costo.

26) Herramientas de calendarización de proyectos

Permiten definir las tareas de trabajo, establecer sus dependencias, asignar recursos humanos a las tareas y desarrollar graficas, diagramas y tablas para ayudar al seguimiento y control del proyecto de software. Estas herramientas requieren la especificación de una estructura de análisis de trabajo o la generación de una red de tareas. Ya definido el análisis

de la tarea o red, a cada tarea se enlazan fechas de inicio y fin, recursos humanos, fechas límites duras y otra información. Posteriormente, la herramienta genera cronogramas y tablas que hacen posible valorar el flujo de tareas de un proyecto.

27) Herramientas de gestión del riesgo

Se utilizan para definir los riesgos, valorar su impacto y probabilidad y seguir los riesgos a través de todo el proyecto de software. Ayudan a identificar riesgos genéricos, ya que proporcionan una lista de riesgos usuales de proyecto y de negocios; a asignar la probabilidad e impacto a cada riesgo. También, apoyan a las estrategias de reducción del riesgo y a generar reportes relacionados con cada riesgo.

28) Herramientas de gestión de la calidad del software

Se utilizan para valorar y mejorar la calidad del producto de trabajo de software. Están relacionadas con las herramientas de prueba de software.

29) Herramientas para el soporte de la Gestión de la Configuración del Software (GCS)

Proporcionan un soporte a una o más actividades del proceso GCS. Funcionan en conjunto con un depósito, un sistema de base de datos, y ofrecen mecanismos para identificar, control de la versión y el cambio, auditoría e informe.

30) Herramientas de gestión del contenido

Permiten gestionar el contenido que se incorpora en las WebApps en una forma controlada. Por lo general, se establece un sistema de gestión de archivos que asigna actualización página por página y permisos de edición para varios tipos de contenido WebApp. También, se puede mantener un sistema de versiones almacenar versiones previas para propósitos históricos.

31) Herramientas de gestión del cambio

Se utilizan para gestionar los cambios conforme se realizan en objetos de configuración WebApp.

32) Herramientas de métodos formales

Permiten efectuar la especificación y verificaciones de la corrección. Estas herramientas ayudan en la especificación y en la prueba automática de la corrección, usualmente al definir un lenguaje especializado para la prueba de teoremas.

33) Herramientas de desarrollo basada en componentes

Ayudan en el modelado, diseño, revisión e integración de los componentes de software como parte de un sistema mayor. Se utilizan para: especificar y modelar la arquitectura del software; navegar y seleccionar los componentes del software disponibles; e integrar los componentes.

34) Herramientas de Reingeniería de Procesos de Negocio (RPN)

Se utilizan para apoyar el análisis y la evaluación de los procesos de negocio existentes y la especificación y el diseño de nuevos procesos. Permiten modelar los procesos de negocio existentes para evaluar las ineficiencias del flujo de trabajo o problemas funcionales. Ya identificados los problemas existentes, las herramientas ayudan a elaborar prototipos o simular procesos de negocio revisados.

35) Herramientas de Ingeniería Inversa

Se utilizan para comprender la estructura de diseño interna de los programas complejos. Estas, aceptan código fuente como entrada y producen una serie de representaciones de diseño estructural, procedimiento, datos y comportamiento.

36) Herramientas de reestructuración de software

Permiten transformar el software antiguo que carece de estructura, en código de lenguajes de programación y estructuras de diseño modernos. Para ello, se ingresa el código fuente y la herramienta lo transforma en un programa estructurado.

2.2.3 Taxonomía de Sommerville

Ian Sommerville (1998/2002) menciona que a pesar de que existen varias taxonomías de las herramientas CASE, estas pueden ser vistas desde 3 perspectivas:

1. *Funcional*: las herramientas se clasifican de acuerdo a su función específica.
 - a. Herramientas de planeación: herramientas PERT, herramientas de estimación, hojas de cálculo.
 - b. Herramientas de edición: editores de texto, editores de diagramas, procesadores de texto.
 - c. Herramientas de administración del cambio: herramientas de rastreo de requerimientos, sistemas de control de cambios.
 - d. Herramientas de administración de la configuración: sistemas de administración de las versiones, herramientas de construcción de sistemas.
 - e. Herramientas de construcción de prototipos: lenguajes de alto nivel, generadores de interfaz de usuario.
 - f. Herramientas de ayuda a los métodos: editores de diseño, diccionario de datos, generadores de código.
 - g. Herramientas de procesamiento de lenguajes: compiladores, intérpretes.
 - h. Herramientas de análisis de programas: generadores de referencias cruzadas, analizadores estáticos dinámicos.
 - i. Herramientas para pruebas: generadores de pruebas de datos, comparadores de archivos.
 - j. Herramientas de depuración: sistemas de depuración interactiva.
 - k. Herramientas de documentación: programas de esquemas de páginas, editores de imágenes.
 - l. Herramientas de reingeniería: sistemas de referencia cruzada de reestructuración de programas.

2. *De proceso*: las herramientas se clasifican de acuerdo con su ayuda a las actividades del proceso (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Clasificación de herramientas CASE por actividades del proceso

Herramientas / Actividad	Especificación	Diseño	Implementación	Verificación y validación
Herramientas de planeación	X	X	X	X
Herramientas de edición	X	X	X	X
Herramientas de administración del cambio	X	X	X	X
Herramientas de administración de la configuración		X	X	
Herramientas de construcción de prototipos	X			X
Herramientas de soporte a los métodos	X	X		
Herramientas de procesamiento de lenguajes		X	X	
Herramientas de análisis de programas			X	X
Herramientas para pruebas			X	X
Herramientas de depuración			X	X
Herramientas de documentación	X	X	X	X
Herramientas de reingeniería			X	

3. *De integración:* las herramientas se clasifican de acuerdo con la forma en que están organizadas en unidades integradas y que ofrecen apoyo a una o más actividades del proceso.

2.2.4 Taxonomía de Rivas, Pérez, Mendoza y Grimán

Al igual que Pressman y Sommerville, un grupo de investigadores integrado por Lornel Rivas, María Pérez, Luis E. Mendoza y Anna Grimán (2008) ofrecen un listado con una serie de herramientas CASE y los temas de la ingeniería de software que abarcan. El listado es el siguiente:

1. Herramientas de requerimientos de software: se relacionan con el modelado y la trazabilidad de los requerimientos.
2. Herramientas de diseño de software: se relacionan con la especificación del diseño y el modelado.
3. Herramientas de construcción de software: abarcan los programas editores, compiladores, generadores de código, interpretes y de prueba.

4. Herramientas de mantenimiento de software: abarcan la comprensión y reingeniería del sistema.
5. Herramientas de gestión de la configuración del software: se relacionan con los defectos, la mejora, rastreo de problemas y cuestiones clave, gestión de versiones, construcción y release.
6. Herramientas de gestión de la ingeniería de software: están relacionadas con la plantación de proyectos, el rastreo, gestión de riesgos y medición.
7. Herramientas del proceso de ingeniería de software: abarcan el modelado del proceso, la gestión del proceso, ambientes integrados CASE y ambientes centrados en el proceso de ingeniería de software.
8. Herramientas de prueba de software: se relacionan con la generación de pruebas, marcos de ejecución de pruebas, evaluación de pruebas, gestión de pruebas y análisis de rendimiento.
9. Herramientas de calidad del software: abarcan la revisión, la auditoría y el análisis estático.

2.4 Estándar Internacional ISO/IEC 14102

International Organization for Standardization – ISO es el organismo más grande de desarrollo y publicación de estándares internacionales. Permite llegar a un consenso para dar solución a una serie de requerimientos del negocio y de la sociedad (International Organization for Standardization [ISO], s.f.). Su catálogo de estándares incluye más de 17500 estándares internacionales publicados, los cuales se clasifican de acuerdo a la Clasificación Internacional de Estándares (ICS) o de acuerdo a los Comités Técnicos.

2.4.1 Descripción del estándar

Las herramientas CASE representan una gran parte de la tecnología que da soporte al desarrollo y mantenimiento de los sistemas de información. Son definidas como un producto de software que puede asistir a los ingenieros de software mediante el soporte automatizado a las actividades del ciclo de vida que define el estándar ISO/IEC 12207:2008.

Su nombre es Information technology – Guideline for the evaluation and selection of CASE tools y define una serie de procesos y un conjunto estructurado de características de las herramientas CASE para que se utilicen en la evaluación técnica y la selección de dichas herramientas (International Organization for Standardization, 2008). Adopta el modelo general de características de calidad del producto de software y las subcaracterísticas definidas en el estándar ISO/IEC 9126-1:2001 y las extiende cuando se trata de una herramienta CASE.

El objetivo del proceso de evaluación técnica es el de proveer resultados cuantitativos, los cuales sirvan de base para la selección final de las herramientas. El estándar está pensado para que los usuarios y proveedores de las herramientas CASE se beneficien con los procesos de evaluación y selección de herramientas propuestos. Para la evaluación y selección de herramientas CASE, el estándar propone 4 procesos principales para lograr su objetivo (Figura 2.2). Los procesos son: preparación, estructuración, evaluación y selección (International Organization for Standardization, 2008).

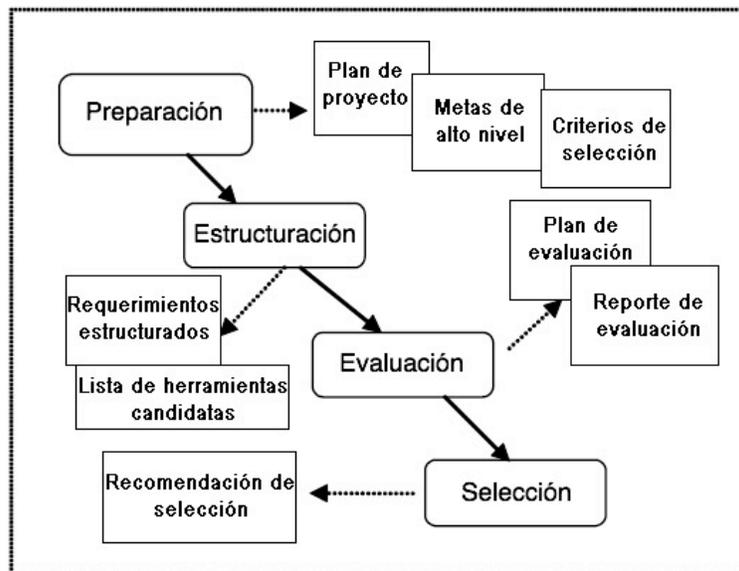


Figura 2.2. Proceso de Evaluación y Selección de Herramientas CASE del estándar ISO/IEC 14102.

Aunque las empresas utilicen el estándar para minimizar los costos de un proceso de evaluación y selección extenso, es posible que no encuentren una herramienta que satisfaga del todo sus necesidades. A continuación, se describirán a detalle cada uno de los procesos

de la Figura 2.2, en donde las flechas continuas hacen referencia al flujo de los procesos o actividades, y las flechas punteadas especifican el flujo de los productos generados (planes, reportes, listas, recomendaciones, etc.).

Proceso de Preparación

En el primer proceso, Preparación (Figura 2.3), se realiza un acuerdo de gestión, el cual servirá de base para los procesos de evaluación y selección. Se establece un conjunto de metas con base en el acuerdo establecido para la introducción o mejora de la tecnología CASE. También se identifican los criterios de selección de las herramientas CASE y se desarrolla un plan para el proyecto de evaluación y selección.

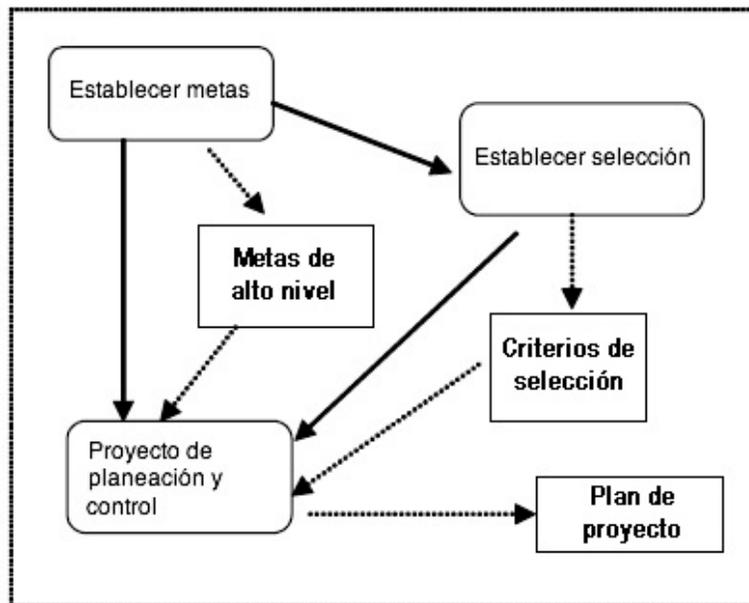


Figura 2.3. Proceso de Preparación del estándar ISO/IEC 14102.

Las actividades de este proceso son las siguientes:

1. Establecer metas: se desarrolla un conjunto de metas para tener una base y una política general para la adquisición de herramientas CASE.
2. Establecer criterio de selección: se establece un criterio de selección con base en las metas y expectativas desarrolladas.
3. Elaborar proyecto de planeación y control: se debe crear un plan de control e implementar mecanismos de control para asignar responsabilidades y calendarizar las actividades.

Proceso de Estructuración

Para el proceso de Estructuración (Figura 2.4) se requiere que los objetivos principales, los criterios de selección y el plan del proyecto se encuentran listos para estructurar la evaluación y la selección. Este proceso se inicia definiendo los requisitos a considerar, los cuales son una serie de características agrupadas por el estándar en 4 categorías (ver Sección 2.4.2). Posteriormente, se ejecutan dos actividades al mismo tiempo: se recopila información de herramientas CASE existentes; por otro lado se prepara una lista de herramientas CASE candidatas a ser evaluadas.

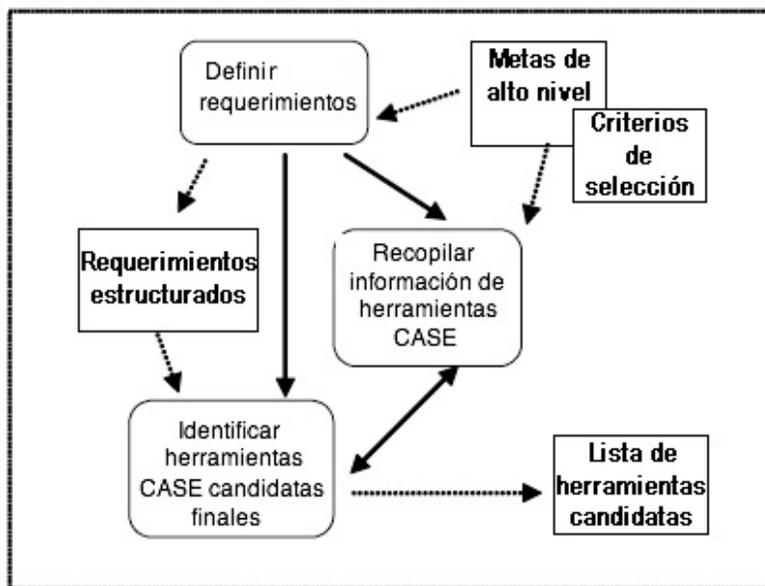


Figura 2.4. Proceso de Estructuración del estándar ISO/IEC 14102.

Las actividades de este proceso son las siguientes:

1. Definir requerimientos: se recolectan los requerimientos para las herramientas CASE y se organizan en una clasificación para identificar características: específicas, generales para la calidad del software, y no relacionadas con la calidad.
2. Recopilar información de herramientas CASE: se hace una búsqueda de herramientas CASE potenciales para ser evaluadas bajo el criterio de selección establecido.
3. Identificar herramientas CASE candidatas finales: posterior a identificar las herramientas CASE potenciales, se elijen las herramientas candidatas finales.

Proceso de Evaluación

Para el tercer proceso, Evaluación (Figura 2.5), se hace una planeación para la evaluación, en la cual se asegura que los requisitos de estructuración se han definido y se cuenta con las herramientas CASE candidatas a evaluar. También se realiza un plan de evaluación, junto con los preparativos finales para la evaluación de las herramientas CASE candidatas.

Ya preparada la evaluación, se realizan las actividades propias de la evaluación y se documentan para obtener un perfil de cada herramienta. El perfil muestra como la herramienta cumple o no con los requisitos definidos en el proceso de estructuración. Posterior a la evaluación, se generan los informes de la evaluación técnica que servirán como base para el proceso de selección.

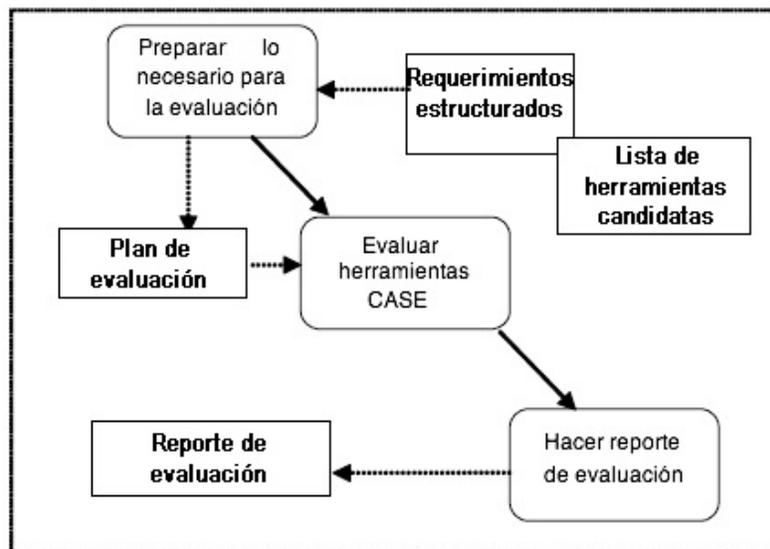


Figura 2.5. Proceso de Evaluación del estándar ISO/IEC 14102.

Las actividades de este proceso son las siguientes:

1. Preparar lo necesario para la evaluación: para definir el nivel de detalle necesario para las actividades de evaluación, se necesitan los preparativos finales. Se basa en la lista de herramientas CASE candidatas.
2. Evaluar herramientas CASE: el software se evalúa con base en cada característica seleccionada. La evaluación es un proceso de medición, valoración y emisión de juicios.

3. Hacer reporte de evaluación: el reporte de evaluación debe mencionar todas las herramientas que fueron evaluadas. Además, la descomposición de subcaracterísticas y el valor asignado con base en una escala determinada para la medición.

Proceso de Selección

Por último, en el proceso de Selección (Figura 2.6) define un algoritmo de selección, que se apoya de los resultados obtenido de la evaluación de las herramientas CASE candidatas. Posteriormente, se realiza una recomendación para la toma de decisión de cuales herramientas CASE se han de seleccionar.

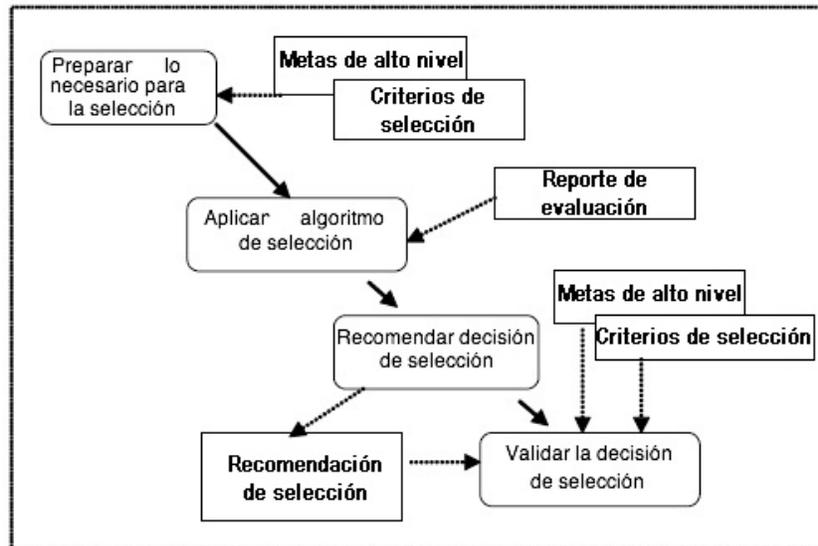


Figura 2.6. Proceso de Selección de Herramientas CASE del estándar ISO/IEC 14102.

Las actividades de este proceso son las siguientes:

1. Preparar lo necesario para la selección: se diseña un algoritmo de selección y, basándose en las guías de selección y las metas originales, se identifican el conjunto de criterios finales de selección.
2. Aplicar un algoritmo de selección: los resultados de la evaluación se usan como entrada del algoritmo. En cambio, información relacionada con las herramientas candidatas es la salida.

3. Recomendar decisión de selección: posterior a la aplicación del algoritmo de selección, se debe tomar una decisión para adquirir una herramienta o una serie de herramientas. Esta es una decisión de gestión basada en una comparación técnica y criterio de gestión adicional.
4. Validar la decisión de selección: la actividad final es la validación de la selección recomendado. Se revisan y comparan los resultados de la evaluación y la selección recomendada contra las guías de selección y las metas originales.

2.4.2 Características de las herramientas CASE según el ISO/IEC 14102

Las necesidades del usuario, con las que se conduce el proceso de evaluación y selección, deben basarse en una serie de características y subcaracterísticas. Por ello, el estándar ISO/IEC 14102 propone 127 subcaracterísticas atómicas, agrupadas en 23 subcaracterísticas, las cuales se clasifican en 4 categorías, denominadas características (International Organization for Standardization, 2008). Estas características son las siguientes:

a. Relacionadas a la funcionalidad del proceso de ciclo de vida

Son un conjunto de atributos que se relacionan con un conjunto de funcionalidades y sus propiedades específicas para dar soporte al uso de las herramientas CASE, mientras se relacionan al proceso y actividades del ciclo de vida de la ingeniería de software. Las subcaracterísticas y sus subcaracterísticas atómicas se describen a continuación.

1. Características del proceso de gestión

- 1.1. Estimación de costo y horarios
- 1.2. Rastreo de proyecto
- 1.3. Análisis y reporte del estado del proyecto
- 1.4. Procesos de gestión

2. Características del proceso de implementación de software

- 2.1. Soporte a la obtención de requerimientos
- 2.2. Soporte al análisis de requerimientos
- 2.3. Soporte a la especificación de requerimientos
- 2.4. Soporte a la V&V de requerimientos
- 2.5. Soporte a la gestión de requerimientos

3. Subcaracterísticas de modelado

- 3.1. Desarrollo de diagramas
- 3.2. Análisis de diagramas
- 3.3. Soporte a la especificación de requerimientos
- 3.4. Soporte a la especificación de diseño
- 3.5. Especificación de la construcción de modelos
- 3.6. Simulación
- 3.7. Prototipado
- 3.8. Modelado de interfaces humanas

4. Subcaracterísticas de construcción

- 4.1. Generación de código
- 4.2. Generación de esquemas de base de datos
- 4.3. Generación de pantallas
- 4.4. Generación de reportes
- 4.5. Compilación
- 4.6. Edición de sintaxis directa
- 4.7. Depuración

5. Características del proceso de mantenimiento

- 5.1. Entendimiento del problema
- 5.2. Localización
- 5.3. Análisis de impacto
- 5.4. Ingeniería inversa de datos
- 5.5. Ingeniería inversa del proceso
- 5.6. Reestructuración del código fuente
- 5.7. Traslación del código fuente

6. Características del proceso de documentación

- 6.1. Edición de texto
- 6.2. Edición de graficas
- 6.3. Edición basada en formas
- 6.4. Publicación
- 6.5. Soporte de hipertexto

- 6.6. Soporte de variaciones
- 6.7. Extracción automática de datos y generación de documentos
- 7. Características del proceso de gestión de la configuración
 - 7.1. Control de acceso
 - 7.2. Rastreo de modificaciones
 - 7.3. Definición y gestión de múltiples versiones
 - 7.4. Conteo del estado de configuración
 - 7.5. Generación de “release”
 - 7.6. Capacidad de almacenamiento
- 8. Características del proceso de aseguramiento de la calidad
 - 8.1. Gestión de la calidad de datos
 - 8.2. Gestión de riesgos
- 9. Características del proceso de verificación
 - 9.1. Análisis de especificaciones de trazabilidad
 - 9.2. Análisis de la especificación (requerimientos)
 - 9.3. Análisis del código fuente
- 10. Características del proceso de validación
 - 10.1. Prueba de técnicas de corrección
 - 10.2. Análisis de fallos
 - 10.3. Análisis de defectos
 - 10.4. Entrada de casos de prueba y resultados esperados
 - 10.5. Generación de casos de prueba y resultados esperados
 - 10.6. Trazabilidad de pruebas
 - 10.7. Instrumentación de código fuente
 - 10.8. Capturar y reproducir entradas
 - 10.9. Conducción de pruebas
 - 10.10. Análisis en tiempo de ejecución
 - 10.11. Análisis de fiabilidad
 - 10.12. Análisis de cobertura de la prueba
 - 10.13. Gestión del procedimiento de la prueba
 - 10.14. Regresión de pruebas

- 10.15. Verificación automática de resultados
- 10.16. Análisis estadístico de pruebas
- 10.17. Simulación de operaciones ambientales
- 10.18. Integración de pruebas

b. Relacionadas a la funcionalidad de uso de herramientas CASE

Relacionan a la herramienta con su ambiente y los proyectos en los que será utilizada. Las subcaracterísticas y sus subcaracterísticas atómicas se describen a continuación.

1. Características del ambiente de operación de la herramienta CASE

- 1.1. Características de hardware requeridas para la herramienta
- 1.2. Ambiente de software requerido por la herramienta
- 1.3. Repositorio de software (base de información)
- 1.4. Ambiente físico de la herramienta

2. Características de integración de la herramienta CASE

- 2.1. Características de hardware requeridas para la herramienta
- 2.2. Ambiente de software requerido por la herramienta
- 2.3. Repositorio de software (base de información)
- 2.4. Ambiente físico de la herramienta

3. Características de aplicación de la herramienta CASE

- 3.1. Ambientes de hardware y software de los productos de la herramienta
- 3.2. Concordancia con estándares de los productos de la herramienta
- 3.3. Dominio de la aplicación
- 3.4. Tamaño de la aplicación permitido
- 3.5. Lenguajes disponibles
- 3.6. Bases de datos que soporta
- 3.7. Metodologías utilizadas
- 3.8. Internacionalización

c. De calidad general

Describen la calidad de las herramientas en términos del ISO/IEC 9126-1:2001.
Las subcaracterísticas y sus subcaracterísticas atómicas se describen a continuación.

1. Características de funcionalidad

- 1.1. Seguridad
- 1.2. Veracidad
- 1.3. Aspectos reglamentarios
- 1.4. Aspectos técnicos

2. Características de fiabilidad

- 2.1. Integridad de los datos
- 2.2. Respaldo automático
- 2.3. Manejo de errores
- 2.4. Tolerancia a fallos
- 2.5. Capacidad de recuperación

3. Características de usabilidad

- 3.1. Amigable al usuario
- 3.2. Guía al usuario
- 3.3. Homogeneidad
- 3.4. Adaptabilidad
- 3.5. Claridad de control
- 3.6. Manejo de errores
- 3.7. Concientización
- 3.8. Facilidad de aprendizaje
- 3.9. Calidad de la documentación de la herramienta
- 3.10. Fácil de instalar

4. Características de eficiencia

- 4.1. Rendimiento
- 4.2. Tiempo de respuesta aceptable
- 4.3. Requerimientos de almacenamiento de datos
- 4.4. Capacidad de memoria aceptable
- 4.5. Velocidad de procesamiento aceptable

5. Características de capacidad de mantenimiento

- 5.1. Soporte de proveedores
- 5.2. Habilidad de la herramienta de seguir cambios de forma metodológica
- 5.3. Actualizaciones
- 5.4. Capacidad de expansión

6. Características de portabilidad

- 6.1. Portabilidad a diferentes plataformas de hardware
- 6.2. Compatibilidad con diferentes sistemas operativos
- 6.3. Habilidad de mover información entre versiones de la herramienta
- 6.4. Portabilidad con sistemas de ventanas

d. Generales no relacionadas con la calidad

Son generales en su naturaleza y mencionan la herramienta en sí misma, el desarrollador y/o vendedor. Las subcaracterísticas y sus subcaracterísticas atómicas se describen a continuación.

1. Características del proceso de adquisición

- 1.1. Costo de la implementación de la herramienta
- 1.2. Políticas de licencias
- 1.3. Restricciones de exportación

2. Características del proceso de implementación

- 2.1. Efectividad del costo
- 2.2. Restricción de entrega del desarrollo
- 2.3. Rondas de trabajo requeridas para la organización de usuarios
- 2.4. Necesidades de infraestructura

3. Características de indicadores de soporte

- 3.1. Perfil del proveedor
- 3.2. Perfil del producto
- 3.3. Habilidad de entrenamiento

4. Características de evaluación o certificación

- 4.1. Evaluación o certificación a los desarrolladores
- 4.2. Certificación del producto

2.5 Resumen del capítulo

Las empresas de desarrollo de software generan expectativas cada vez más exigentes de las herramientas que apoyan sus actividades de Ingeniería de Software, como consecuencia de los nuevos métodos y procesos de desarrollo de software, el crecimiento de los equipos multidisciplinarios, las necesidades de intercambiar metadatos de forma efectiva, el desarrollo de la visualización de la información, los requisitos de la colaboración, el aumento de las aplicaciones distribuidas, entre otros aspectos (Rivas, Pérez, Mendoza y Grimán, 2008). Las herramientas involucradas en las tareas de desarrollo y mantenimiento de software han sido identificadas por los diversos autores presentados en las secciones 2.2.2, 2.2.3 y 2.2.4 de este capítulo y cada uno ha realizado su propuesta de taxonomía de herramientas CASE.

Las diversas taxonomías permiten conceptualizar una población de herramientas disponibles para su uso en las empresas que desarrollan software. Sin embargo, no significa que todas las herramientas sugeridas por los autores deban ser utilizadas, sino que cada empresa debe analizar cuales de dichas herramientas son las que les ayudarán a cumplir sus objetivos. Por ejemplo, la taxonomía de Pressman (2001/2005) contempla herramientas de software relacionadas con la tecnología Web y con la RPN, las cuales no se relacionan directamente con las actividades de los procesos operativos de la NMX-I-059, como se verá en el siguiente capítulo. La población de herramientas obtenida permite emprender el siguiente paso, el cual es identificar y contextualizar a cada herramienta en uno o varios procesos operativos de la NMX-I-059, según sea el caso, y por nivel de capacidad de procesos.

De igual forma, se presentó un análisis detallado realizado al estándar ISO/IEC 14102, el cual propone un proceso y un conjunto estructurado de características para lograr la evaluación y selección de herramientas CASE. Las características analizadas en el estándar, definen aquellos aspectos con los que debe cumplir una herramienta CASE para considerar que cuenta con la característica descrita; es decir, especifican descriptivamente a los diferentes tipos de herramientas CASE. Por este motivo, se verá en capítulos subsecuentes que dichas características son consideradas como una taxonomía adicional a las analizadas.

Capítulo 3. Análisis de los procesos operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005

La Normalización, de acuerdo con Franco (2008), es el proceso mediante el cual se regulan las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público, en materia de salud, medio ambiente en general, seguridad al usuario, información comercial, prácticas de comercio, industrial y laboral a través del cual se establecen la terminología, la clasificación, las directrices, las especificaciones, los atributos, las características, los métodos de prueba o las prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicio. En México, este proceso se lleva a cabo mediante la elaboración, expedición y difusión a nivel nacional, de las normas que pueden ser de tres tipos principalmente (Franco, 2008):

- a. Norma Oficial Mexicana (NOM) es aquella de carácter obligatoria expedida por las dependencias normalizadoras competentes a través de sus respectivos Comités Consultivos Nacionales de Normalización.
- b. Norma Mexicana (NMX) es la que elabora un organismo nacional de normalización, o la SE en ausencia de ellos, y que es de carácter voluntario.
- c. Las Normas de Referencia (NRF) son elaboradas por las entidades de la administración pública para aplicarlas a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contratan cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables.

Por otra parte, la Certificación es un procedimiento mediante el cual una tercera parte diferente e independiente del productor y el comprador, asegura por escrito que un producto, un proceso o un servicio, cumple los requisitos especificados. Es un elemento muy importante para generar confianza en las relaciones cliente-proveedor (“Certificación”, s.f.).

Otro concepto importante es la Verificación, de acuerdo a la NYCE (2007a) es una “confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados”. Para cuestiones de la NMX-I-059, la NYCE realiza un proceso de verificación para otorgar el nivel de capacidad de procesos a la empresa que solicita el servicio.

En este capítulo se abordará la norma mexicana NMX-I-059-NYCE-2005 y sus niveles de capacidad de procesos, para posteriormente presentar los procesos operativos. El

organismo NYCE es el responsable y autorizado para realizar una verificación de los procesos en las MIPYMES mexicanas.

3.1 Normalización y Certificación A.C. - NYCE

NYCE nace al amparo de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), que promulgada en 1992 abrió la posibilidad de que en México al igual que en otros países, se conformaran organismos privados para realizar actividades de certificación y verificación, las cuales anteriormente sólo eran llevadas a cabo por dependencias gubernamentales. Antes de la publicación de la LFMN, en México la elaboración de Normas Mexicanas ya estaba a cargo del sector privado, a través de diversos Comités Técnicos de Normalización formados en el seno de las Cámaras de Industriales, y a partir del nuevo ordenamiento esta actividad se formaliza con la creación de Organismos Nacionales de Normalización, como la NYCE (NYCE, s.f.a).

Dentro de la estructura de la NYCE, se pueden encontrar los Comités Técnicos Nacionales de Normalización (CTNN), integrados por representantes de los sectores de: Educación Superior e Investigación, Comercio, Administración Pública, Consumidor, Laboratorios e Industria. Son tres los Comités Técnicos, uno por cada sector con que la NYCE trabaja (NYCE, s.f.b): en el sector de las Telecomunicaciones se encuentra el Comité Técnico Nacional de Normalización de Telecomunicaciones (COTENNTTEL); para el sector de Electrónica se estableció el Comité Técnico Nacional de Normalización de Electrónica (COTENNEL) y para el sector de tecnologías de la Información se tiene al Comité Técnico Nacional de Normalización de tecnologías de la Información (COTENNINF). La NMX-I-059 se encuentra regulada por este último comité.

3.2. Descripción General de la NMX-I-059-NYCE-2005

La NMX-I-059-NYCE-2005 fue emitida por Normalización y Certificación Electrónica A. C. (NYCE) en el año 2005. Su objetivo principal es apoyar a las MIPYMES que desarrollan software a implementar los 9 procesos que propone para buscar la calidad de los procesos y del software a nivel nacional. Los procesos se agrupan en 3 categorías:

1. Alta Dirección: Gestión de Negocio
2. Gerencia: Gestión de Procesos; Gestión de Proyectos; Gestión de Recursos (Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo; Bienes, Servicios e Infraestructura; Conocimiento de la Organización)
3. Operación: Administración de Proyectos Específicos; Desarrollo y Mantenimiento de Software

Con el objetivo de llegar hacia una declaración explícita del tipo de herramienta (recursos de infraestructura) y de las características que dichas herramientas requieren para poder desempeñar las actividades y generar los productos de trabajo requeridos a un nivel 1 y 2 de capacidad de procesos , se tomó la decisión de delimitar el análisis solo a los procesos de la categoría de Operación, debido a que dichos procesos se relacionan directamente con la Ingeniería de Software al hacer uso de herramientas que facilitan llevar a cabo las tareas definidas para éstos (Gastelum Ramírez y Flores Rios, 2010). Los 7 procesos restantes apoyan a los procesos operativos de la NMX-I-059, otorgando las condiciones y facilidades para que estos últimos desempeñen sus funciones satisfactoriamente, pero no guardan una relación directa con el proceso de software.

3.3. Niveles de Capacidad de la NMX-I-059

Dentro de la parte 04 de la NMX-I-059, se establece que al evaluar a un empresa, se le otorga un perfil de nivel de capacidad de los procesos implantados y un nivel de madurez de capacidades. Dichos niveles de capacidad se encuentran descritos en la norma mexicana NMX-I-006/02-NYCE. El nivel de capacidad del proceso se define mediante una escala ordinal de 6 niveles (Tabla 1.1 de la sección 1.1).

La categorización resultante sólo considerará los niveles de capacidad 1 y 2, debido a que los fondos PROSOFT que se asignan a la academia o a empresas mexicanas para el desarrollo de soluciones informáticas o de medios interactivos, deben contratar a empresas basadas en territorio nacional que cuenten una evaluación formal o verificación en un modelo o norma de calidad al menos con el nivel 2 de capacidad de procesos requerido por la NMX-I-059 y/o CMMI nivel 2 (Gálvez, 2009). A continuación, se presenta la

descripción de los atributos con que las organizaciones deben contar para considerarse acreedoras al nivel de capacidad de procesos:

Nivel 1: Proceso Realizado

El proceso implementado logra su propósito (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Atributos del nivel de capacidad 1 de la NMX-I-059

Atributos	Características
1.1 Atributo de la Realización del Proceso	a) El proceso alcanza los resultados definidos

Nivel 2: Proceso Administrado

El proceso realizado previamente descrito se implementa de manera administrada (planeado, supervisado y ajustado) y sus productos de trabajo están apropiadamente establecidos, controlados y mantenidos (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Atributos del nivel de capacidad 2 de la NMX-I-059

Atributos	Características
2.1 Atributo de la Administración de la Realización	<ul style="list-style-type: none"> a) están identificados los objetivos de desempeño del proceso b) está planeado y supervisado el desempeño del proceso c) está ajustado el desempeño del proceso, para cumplir con lo planeado d) están definidas, asignadas y comunicadas las responsabilidades y autoridades para la realización del proceso e) están identificados, disponibles, asignados y utilizados los recursos y la información necesario para la realización del proceso f) están administradas las interfaces entre las partes involucradas, para asegurar la comunicación efectiva y una clara asignación de las responsabilidades
2.2 Atributo de la Administración del producto de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> a) están definidos los requisitos para los productos de trabajo del proceso b) están definidos los requisitos para la documentación y control de los productos de trabajo c) están apropiadamente identificados, documentados y controlados los productos de trabajo d) están revisados los productos de trabajo en concordancia con los planes y están ajustados con base en los requisitos, si es necesario

3.4. Procesos Operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005

De acuerdo a las categorías de la norma, los procesos operativos son el de Administración de Proyectos Específicos (APE) y el de Desarrollo y Mantenimiento de Software (DMS). Para realizar el análisis de estos procesos, primero se analizaron los productos de trabajo de toda la NMX-I-059, debido a que APE y DMS reciben productos de trabajo de otros procesos. Se propone una nomenclatura para enumerarlos, la cual se encuentra en el Apéndice A de este documento, debido a que en el Apéndice A de la parte 02 de la NMX-I-059, se observó que un mismo identificador es utilizado para dos o más productos de trabajo. Esto se debe a que en la descripción de un nivel de capacidad de procesos se utilizan identificadores para los productos de trabajo, y al describir un nivel de capacidad de procesos superior, empiezan nuevamente con los mismos identificadores. Así mismo, se desglosaron los productos de trabajo de los procesos APE y DMS para conocer los elementos que se requieren de cada uno para cumplir con lo solicitado por la NMX-I-059.

A continuación, se presenta una descripción detallada de APE y DMS. Se hace énfasis en los aspectos que se piden para el nivel 2 de capacidad de procesos, tales como productos de trabajo, prácticas esperadas con sus respectivas tareas, las verificaciones y validaciones de los productos de trabajo y por último, los recursos de infraestructura.

3.4.1 OPE.1 Administración de Proyectos Específicos (APE)

El propósito de APE es establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados.

Objetivos:

- O1 Lograr los objetivos del proyecto en tiempo y costo mediante la coordinación y el manejo de los recursos del mismo
- O2 Mantener informado al cliente mediante la realización de reuniones de avance del proyecto
- O3 Atender las solicitudes de cambio del cliente mediante la recepción y análisis de las mismas

Productos de Trabajo Esperados:

Para el nivel de capacidad 2 del proceso APE, son requeridos 8 productos de trabajo (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Productos de trabajo del nivel de capacidad 2 para el proceso APE

Productos de trabajo esperados	Nivel de Capacidad	Elementos Requeridos
APE.A1.PT1 Plan de Desarrollo	1	<ol style="list-style-type: none">1. Descripción del producto y entregables2. Equipo de trabajo3. Calendario
APE.A1.PT2 Plan de Proyecto	1	<ol style="list-style-type: none">1. Ciclos y actividades2. Tiempo estimado3. Plan de adquisiciones y capacitación4. Equipo de trabajo5. Costo estimado6. Calendario7. Plan de manejo de riesgos8. Protocolo de entrega
APE.A1.PT3 Reporte de verificación VER1	2	<ol style="list-style-type: none">1. Participantes2. Fecha3. Lugar4. Duración5. Defectos encontrados
APE.A1.PT4 Reporte de validación VAL1	2	<ol style="list-style-type: none">1. Participantes2. Fecha3. Lugar4. Duración5. Defectos encontrados
APE.A2.PT1 Minutas	2	<ol style="list-style-type: none">1. Objetivo de la reunión2. Puntos tratados3. Acuerdos
APE.A3.PT1 Reporte de Seguimiento	2	<p>Contiene el registro del avance de las actividades realizadas incluyen las llevadas a cabo en el Plan de Manejo de Riesgos. El avance se registra por ciclo, incluyendo fecha de inicio y fin. Contiene el registro periódico de las mediciones.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Costo real del proyecto2. Esfuerzo realizado3. Cambios implementados y clasificados por tipo4. Tiempo real invertido5. Defectos encontrados6. Tamaño de los productos7. Trabajo duplicado
APE.A3.PT2 Acciones Correctivas	2	Acciones establecidas para corregir una desviación o problema con respecto al cumplimiento del Plan del Proyecto y Plan de Desarrollo.
APE.A4.PT1 Documento de Aceptación	1	

Prácticas Esperadas:

Para el nivel de capacidad 2 del proceso APE, se espera que se realicen las 4 actividades. Estas actividades son: A1. Planificación (Tabla 3.4), con 16 tareas requeridas; A2. Planificación (Tabla 3.5), con 11 tareas requeridas; A3. Evaluación y Control (Tabla 3.6), con 3 tareas requeridas; y A4. Cierre (Tabla 3.7), 2 con tareas requeridas.

Tabla 3.4. Descripción de la Actividad A1 del proceso APE

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A1. Planificación		1
Entradas		
Producto de Trabajo		Origen
GPY.A2.PT3	Descripción del Proyecto	Gestión de Proyectos
GPY.A3.PT2 GPY.A3.PT3	<u>Acciones Correctivas o Preventivas:</u> Acciones Correctivas o Preventivas relacionada con Clientes Acciones Correctivas o preventivas en relación con desviaciones	Gestión de Proyectos
APE.A3.PT2	Acciones Correctivas	Interno
	Solicitud de Cambios	Cliente
Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A1.1	1	Revisar con el Responsable de Gestión de Proyectos la Descripción del Proyecto.
A1.3	1	Definir con el Cliente el Protocolo de Entrega de cada entregable.
A1.4	1	Identificar el número de ciclos y actividades que deben llevarse a cabo para producir los entregables y sus componentes identificados. Identificar las actividades para llevar a cabo el Protocolo de Entrega. Documentar los elementos identificados como Ciclos y Actividades.
	2	Identificar las actividades específicas que deben llevarse a cabo para cumplir con los objetivos del proyecto, definir las actividades para llevar a cabo revisiones periódicas al producto o servicio que se está ofreciendo y para efectuar revisiones entre colegas.
A1.5	1	Identificar y documentar la relación y dependencia de cada una de las actividades.
A1.6	1	Establecer el Tiempo Estimado para desarrollar cada actividad.
	2	Considerar la información histórica para establecer el Tiempo Estimado.
A1.7	1	Elaborar el Plan de Adquisiciones y Capacitación, definiendo las características el calendario en cuanto a recursos humanos, materiales, equipo y herramientas, además de la capacitación requerida.
A1.8	1	Conformar el Equipo de Trabajo, asignando roles y responsabilidades.
A1.9	1	Asignar fechas de inicio y fin de cada actividades para generar el Calendario de trabajo, tomando en cuenta los recursos asignados, la secuencia y dependencia de las actividades.
A1.10	1	Evaluar y documentar el Costo Estimando del proyecto.
A1.11	1	Identificar, describir y evaluar los riesgos que pueden afectar el proyecto, que contemple riesgos relacionados con: el equipo de trabajo (incluyendo al Cliente y usuarios); la tecnología o la metodología; la organización del proyecto (costos, tiempo, alcance y recursos); y los externos al proyecto. Identificar la probabilidad e impacto de cada riesgo estimando sus implicaciones en los objetivos del proyecto (análisis cuantitativo). Priorizar los efectos de los riesgos sobre los objetivos del proyecto (análisis cualitativo). Desarrollar procedimientos para reducir el impacto de los riesgos. Documentar las acciones realizadas en el Plan de Manejo de Riesgos.

A1.12	1	Generar el Plan del Proyecto o actualizarlo antes de iniciar un nuevo ciclo.
	2	La actualización puede ser causada por una Solicitud de Cambio del Cliente, Acciones Correctivas o Preventivas de Gestión de Proyectos o Acciones Correctivas internas.
A1.13	1	Generar el Plan de Desarrollo o actualizarlo antes de iniciar un nuevo ciclo.
	2	La actualización puede ser causada por una Solicitud de Cambio del Cliente, Acciones Correctivas o Preventivas de Gestión de Proyectos o Acciones Correctivas internas.
A1.14	2	Verificar el Plan del Proyecto y el Plan de Desarrollo. (APE.A1.VER1)
A1.15	2	Corregir los defectos encontrados en el Plan del Proyecto y en el Plan de Desarrollo con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A1.16	2	Validar el Plan del Proyecto y el Plan de Desarrollo. (APE.A1.VAL1)
A1.17	2	Corregir los defectos encontrados en el Plan del Proyecto y Plan de Desarrollo con base en el Reporte de Validación y obtener la aprobación de las correcciones.
Salidas		
Producto de Trabajo		Destino
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Desarrollo y Mantenimiento de Software
APE.A1.PT2	Plan del Proyecto	Gestión de Proyectos
APE.A1.PT3	Reporte de Verificación VER1	Interno
APE.A1.PT4	Reporte de Validación VAL1	Interno

Tabla 3.5. Descripción de la Actividad A2 del proceso APE

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A2. Realización		2
Entradas		
Producto de Trabajo		Origen
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Administración de Proyectos Específicos
APE.A1.PT2	Plan del Proyecto	Administración de Proyectos Específicos
GPY.A2.PT3	Descripción del Proyecto	Gestión de Proyectos
DMS.A2.PT2	Configuración del Software	Desarrollo y Mantenimiento de Software
GN.A2.PT1	Plan de Comunicación e Implantación	Gestión de Negocio
RHAT.A2.PT2	Asignación de Recursos	Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo
DMS.A1.PT1 DMS.A2.PT3 DMS.A3.PT2 DMS.A4.PT3 DMS.A5.PT2 DMS.A6.PT2	<u>Reporte de Actividades:</u> Reporte de Actividades A1 Reporte de Actividades A2 Reporte de Actividades A3 Reporte de Actividades A4 Reporte de Actividades A5 Reporte de Actividades A6	Desarrollo y Mantenimiento de Software
	Solicitud de Cambios	Cliente
Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A2.1	1	Acordar con el Responsable de Desarrollo y Mantenimiento del proyecto la asignación de tareas al Equipo de Trabajo incluyendo a los subcontratistas.
A2.2	2	Acordar la distribución de la información necesaria al equipo de trabajo con base en el Plan de Comunicación e Implantación.
A2.3	2	Revisar con el Responsable de Desarrollo y Mantenimiento del proyecto la Descripción del Producto, el Equipo de Trabajo y Calendario.
A2.4	2	Dar seguimiento al Plan de Adquisiciones y Capacitación. Aceptar o rechazar la Asignación de Recursos humanos o subcontratistas. Distribuir los recursos a los miembros del equipo para que puedan llevar a cabo las actividades.
A2.5	2	Manejar la relación con subcontratistas que implica planificar, revisar y auditar las actividades, asegurando la calidad de los productos o servicios contratados y el cumplimiento con los estándares y especificaciones acordadas.
A2.6	2	Recolectar y analizar los Reportes de Actividades y productos de trabajo.

A2.7	2	Registrar los costos y recursos reales del ciclo.
A2.8	2	Revisar el Registro de Rastreo de los requerimientos del usuario a través del ciclo.
A2.9	2	Revisar los productos generados durante el ciclo, que forman parte de la Configuración de Software.
A2.10	2	Recibir y analizar las Solicitudes de Cambios e incorporar los cambios aprobados en el Plan del Proyecto y en el Plan de Desarrollo. En caso de cambios a requerimientos se incorporan al inicio de un nuevo ciclo.
A2.11	2	Conducir reuniones de revisión con el equipo de trabajo y con el Cliente, generando Minutas con puntos tratados y acuerdos tomados.
Salidas		
	Producto de Trabajo	Destino
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Desarrollo y Mantenimiento de Software
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Desarrollo y Mantenimiento de Software
APE.A1.PT2	Plan del Proyecto	Gestión de Proyectos
APE.A2.PT1	Minutas	Interno

Tabla 3.6. Descripción de la Actividad A3 del proceso APE

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A3. Evaluación y Control		2
Entradas		
	Producto de Trabajo	Origen
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Administración de Proyectos Específicos
APE.A1.PT2	Plan del Proyecto	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A1.PT1 DMS.A2.PT3 DMS.A3.PT2 DMS.A4.PT3 DMS.A5.PT2 DMS.A6.PT2	Reporte de Actividades: Reporte de Actividades A1 Reporte de Actividades A2 Reporte de Actividades A3 Reporte de Actividades A4 Reporte de Actividades A5 Reporte de Actividades A6	Desarrollo y Mantenimiento de Software
Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A3.1	2	Evaluar el cumplimiento del Plan del Proyecto y el Plan de Desarrollo, con respecto al alcance, costo, calendario, equipo de trabajo, proceso y se establecen Acciones Correctivas.
A3.2	2	Dar seguimiento y controlar el Plan de Manejo de Riesgos. Identificar nuevos riesgos y actualizar el plan.
A3.3	2	Generar el Reporte de Seguimiento del proyecto, considerando los Reportes de Actividades.
Salidas		
	Producto de Trabajo	Destino
APE.A3.PT1	Reporte de Seguimiento	Interno
APE.A3.PT2	Acciones Correctivas	Interno

Tabla 3.7. Descripción de la Actividad A4 del proceso APE

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A4. Cierre		1
Entradas		
	Producto de Trabajo	Origen
APE.A1.PT2	Plan del Proyecto	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A2.PT2	Configuración del Software	Desarrollo y Mantenimiento de Software

Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A4.1	1	Formalizar la terminación del ciclo o del proyecto de acuerdo al Protocolo de Entrega establecido en el Plan del Proyecto y obtener el Documento de Aceptación.
A4.2	2	Efectuar el cierre con subcontratistas de acuerdo al contrato establecido.
Salidas		
	Producto de Trabajo	Destino
APE.A4.PT1	Documento de Aceptación	Gestión de Proyectos

Verificaciones y Validaciones:

Las confirmaciones de que los productos de trabajo cumplen con los requisitos establecidos dentro del proceso son 2: 1 verificación (Tabla 3.8) y 1 validación (Tabla 3.9).

Tabla 3.8. Verificaciones requeridas por proceso APE para nivel de capacidad 2

Identificador	Actividad y Tarea	Producto(s) de Trabajo	Descripción
APE.A1.VER1	A1.14	Plan del Proyecto Plan de Desarrollo	Verificar que todos los elementos del Plan del Proyecto y del Plan de Desarrollo sean viables y consistentes. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.

Tabla 3.9. Validaciones requeridas por proceso APE para nivel de capacidad 2

Identificador	Actividad y Tarea	Producto(s) de Trabajo	Descripción
APE.A1.VAL1	A1.16	Plan del Proyecto Plan de Desarrollo	Validar que la definición de elementos del Plan del Proyecto y del Plan de Desarrollo estén de acuerdo con la Descripción del Proyecto. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Validación.

Recursos de Infraestructura:

Los recursos o tipos de herramienta que propone la NMX-I-059 para apoyar al proceso APE en la realización de sus productos de trabajo y prácticas esperadas son los siguientes:

Tabla 3.10. Recursos de infraestructura del proceso APE. Fuente: NYCE, 2007c

Actividad	Recurso
A1, A2, A3, A4	Herramientas que permitan documentar, manejar y controlar el Plan de Proyecto y Plan de Desarrollo.

3.4.2 OPE.2 Desarrollo y Mantenimiento de Software (DMS)

El propósito de DMS es la realización sistemática de las actividades de obtención de requisitos, análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los requisitos especificados.

Objetivos:

O1 Lograr que los productos de salida sean consistentes con los productos de entrada en cada fase de un ciclo de desarrollo mediante las actividades de verificación, validación o prueba.

O2 Sustentar la realización de ciclos posteriores o proyectos de mantenimiento futuros mediante la integración de la Configuración de Software del ciclo actual.

O3 Llevar a cabo las actividades de las fases de un ciclo mediante el cumplimiento del Plan de Desarrollo actual.

Productos de Trabajo Esperados:

Para el nivel de capacidad 2 del proceso DMS, son requeridos 30 productos de trabajo (Tabla 3.11).

Tabla 3.11. Productos de trabajo del nivel de capacidad 2 para el proceso DMS

Productos de trabajo esperados	Nivel de Capacidad	Elementos Requeridos
<u>Reporte de Actividades:</u> DMS.A1.PT1 Reporte de Actividades A1 DMS.A1.PT1 Reporte de Actividades A2 DMS.A1.PT1 Reporte de Actividades A3 DMS.A1.PT1 Reporte de Actividades A4 DMS.A1.PT1 Reporte de Actividades A5 DMS.A1.PT1 Reporte de Actividades A6	2	Registro periódico de actividades, fechas de inicio y fin y responsables 1. Tiempo de producción 2. Tiempo de corrección 3. Tiempo de verificación 4. Tiempo de validación 5. Defectos encontrados en validación 6. Defectos encontrados en verificación 7. Defectos encontrados en pruebas 8. Tamaño de productos
DMS.A2.PT1 Especificación de Requisitos	1	1. Introducción 2. Funcionales 3. Interfaz con usuario 4. Interfaces con otro software y hardware 5. Confiabilidad 6. Eficiencia 7. Mantenimiento 8. Portabilidad

		<ul style="list-style-type: none"> 9. Interoperatividad 10. Reusabilidad 11. Legales y reglamentarios
DMS.A2.PT2 Configuración de Software	2	<ul style="list-style-type: none"> 1. Registro de rastreo 2. Plan de pruebas del sistema 3. Reporte de pruebas de sistema 4. Plan de pruebas de integración 5. Reporte de pruebas de integración 6. Manual de mantenimiento
DMS.A2.PT4 Plan de Pruebas del Sistema	2	Identificación de pruebas requeridas para el cumplimiento de los requisitos especificados.
DMS.A5.PT1 Manual de Usuario	1	
<u>Reportes de verificación:</u> DMS.A2.PT6 - Reporte de verificación VER1 DMS.A2.PT7 - Reporte de verificación VER2 DMS.A2.PT8 - Reporte de verificación VER3 DMS.A3.PT5 - Reporte de verificación VER4 DMS.A3.PT6 - Reporte de verificación VER1 DMS.A4.PT4 - Reporte de verificación VER6 DMS.A5.PT5 - Reporte de verificación VER7 DMS.A5.PT6 - Reporte de verificación VER8 DMS.A6.PT3 - Reporte de verificación VER9	2	<ul style="list-style-type: none"> 1. Participantes 2. Fecha 3. Lugar 4. Duración 5. Defectos encontrados
<u>Reportes de validación:</u> DMS.A2.PT9 - Reporte de validación VAL1 DMS.A3.PT7 - Reporte de validación VAL2	2	<ul style="list-style-type: none"> 1. Participantes 2. Fecha 3. Lugar 4. Duración 5. Defectos encontrados
DMS.A3.PT1 Análisis y Diseño	1	Descripción textual y grafica de la estructura de los componentes de software. <ul style="list-style-type: none"> 1. Descripción arquitectónica 2. Descripción detallada
DMS.A3.PT3 Registro de Rastreo	2	Relación entre los requisitos, elementos análisis y diseño, componentes planes de pruebas.
DMS.A3.PT4 Plan de Pruebas de Integración	2	<ul style="list-style-type: none"> 1. El orden de integración de los componentes o subsistemas, guiado por la parte arquitectónica del análisis y diseño 2. Pruebas que se aplicarán para verificar la interacción entre los componentes
DMS.A4.PT1 Componente	1	
DMS.A4.PT2 Software	1	
DMS.A5.PT1 Manual de Operación	1	

DMS.A5.PT3 Reporte de Pruebas del Sistema	2	1. Participantes 2. Fecha 3. Lugar 4. Duración 5. Defectos encontrados
DMS.A5.PT4 Reporte de Pruebas de Integración	2	1. Participantes 2. Fecha 3. Lugar 4. Duración 5. Defectos encontrados
DMS.A6.PT1 Manual de Mantenimiento	2	

Prácticas Esperadas:

Para el nivel de capacidad 2 del proceso DMS, se espera que se realicen 6 actividades las cuales son: A1. Realización de la Fase de Inicio (Tabla 3.12), con 2 tareas requeridas; A2. Realización de la Fase de Requisitos (Tabla 3.13), con 14 tareas requeridas; A3. Realización de la Fase de Análisis y Diseño (Tabla 3.14), con 11 tareas requeridas; A4. Realización de la Fase de Construcción (Tabla 3.15), con 6 tareas requeridas; A5. Realización de la Fase de Integración y Pruebas (Tabla 3.16), con 12 tareas requeridas; y A6. Realización de la Fase de Cierre (Tabla 3.17), con 6 tareas requeridas.

Tabla 3.12. Descripción de la Actividad A1 del proceso DMS

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A1. Realización de la Fase de Inicio		2
Entradas		
Producto de Trabajo		Origen
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Administración de Proyectos Específicos
Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A1.1	1	Revisar con los miembros del equipo de trabajo el Plan de Desarrollo actual para lograr un entendimiento común y obtener su compromiso con el proyecto.
A1.2	2	Elaborar el Reporte de Actividades registrando las actividades realizadas, fechas de inicio y fin, responsable por actividad y mediciones requeridas.
Salidas		
Producto de Trabajo		Destino
DMS.A1.PT1	Reporte de Actividades A1	Administración de Proyectos Específicos

Tabla 3.13. Descripción de la Actividad A2 del proceso DMS

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A2. Realización de la Fase de Requisitos		1
Entradas		
Producto de Trabajo		Origen
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Administración de Proyectos Específicos
Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A2.1	1	Distribuir tareas a los miembros del equipo de trabajo según su rol, de acuerdo al Plan de Desarrollo actual.
A2.2	1	Documentar o modificar la Especificación de Requerimientos. Para ello es necesario realizar lo siguiente: Identificar y consultar fuentes de información (clientes, usuarios, sistemas previos, documentos, etc.) para obtener nuevos requerimientos; Analizar los requerimientos identificados para delimitar el alcance y su factibilidad, considerando las restricciones del ambiente del negocio del cliente o del proyecto; Elaborar o modificar el prototipo de la interfaz con el usuario; Generar o actualizar la Especificación de Requerimientos.
A2.3	2	Verificar la Especificación de Requerimientos. (DMS.A2.VER1)
A2.4	2	Corregir los defectos encontrados en la Especificación de Requerimientos con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A2.5	2	Validar la Especificación de Requerimientos. (DMS.A2.VAL1)
A2.6	2	Corregir los defectos encontrados en la Especificación de Requerimientos con base en el Reporte de Validación y obtener la aprobación de las correcciones.
A2.7	2	Elaborar o modificar Plan de Pruebas de Sistema.
A2.8	2	Verificar el Plan de Pruebas de Sistema. (DMS.A2.VER2)
A2.9	2	Corregir los defectos encontrados en el Plan de Pruebas de Sistema con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A2.10	1	Documentar la versión preliminar del Manual de Usuario o modificar el manual existente.
A2.11	2	Verificar el Manual de Usuario. (DMS.A2.VER3)
A2.12	2	Corregir los defectos encontrados en el Manual de Usuario con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A2.13	1	Incorporar Especificación de Requerimientos y Manual de Usuario como líneas base a la Configuración de Software.
	2	Además, incorporar Plan de Pruebas de Sistema a la Configuración de Software.
A2.14	2	Elaborar el Reporte de Actividades registrando las actividades realizadas, fechas de inicio y fin, y responsable por actividad.
Salidas		
Producto de Trabajo		Destino
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A2.PT3	Reporte de Actividades A2	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A2.PT6 DMS.A2.PT7 DMS.A2.PT8	<u>Reportes de verificación:</u> Reporte de verificación VER1 Reporte de verificación VER2 Reporte de verificación VER3	Interno
DMS.A2.PT9	<u>Reportes de verificación:</u> Reporte de validación VAL1	Interno

Tabla 3.14. Descripción de la Actividad A3 del proceso DMS

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A3. Realización de la Fase de Análisis y Diseño		1
Entradas		
Producto de Trabajo		Origen
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Desarrollo y Mantenimiento de Software
Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A3.1	1	Distribuir tareas a los miembros del equipo de trabajo según su rol, de acuerdo al Plan de Desarrollo actual.
A3.2	1	Documentar o modificar el Análisis y Diseño. Para ello es necesario realizar lo siguiente: Analizar la Especificación de Requerimientos para generar la descripción de la estructura interna del sistema y su descomposición en subsistemas, y éstos a su vez en componentes, definiendo las interfaces entre ellos; Describir el detalle de la apariencia y el comportamiento de la interfaz con base en la Especificación de Requerimientos de forma que se puedan prever los recursos para su implementación; Describir el detalle de los componentes que permita su construcción de manera evidente; Generar o actualizar el Análisis y Diseño.
	2	Además, generar o modificar el Registro de Rastreo
A3.3	2	Verificar el Análisis y Diseño y el Registro de Rastreo. (DMS.A3.VER4)
A3.4	2	Corregir los defectos encontrados en el Análisis y Diseño y en el Registro de Rastreo con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A3.5	2	Validar el Análisis y Diseño. (DMS.A3.VAL2)
A3.6	2	Corregir los defectos encontrados en el Análisis y Diseño con base en el Reporte de Validación y obtener la aprobación de las correcciones.
A3.7	2	Elaborar o modificar Plan de Pruebas de Integración.
A3.8	2	Verificar el Plan de Pruebas de Integración. (DMS.A3.VER5)
A3.9	2	Corregir los defectos encontrados en el Plan de Pruebas de Integración con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A3.10	1	Incorporar Análisis y Diseño a la Configuración de Software.
	2	Además, incorporar el Registro de Rastreo y Plan de Pruebas de Integración como líneas base a la Configuración de Software.
A3.11	2	Elaborar el Reporte de Actividades registrando las actividades realizadas, fechas de inicio y fin, y responsable por actividad.
Salidas		
Producto de Trabajo		Destino
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A3.PT2	Reporte de Actividades A3	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A3.PT5 DMS.A3.PT6	<u>Reportes de verificación:</u> Reporte de verificación VER4 Reporte de verificación VER5	Interno
DMS.A3.PT7	<u>Reportes de verificación:</u> Reporte de validación VAL2	Interno

Tabla 3.15. Descripción de la Actividad A4 del proceso DMS

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A4. Realización de la Fase de Construcción		1
Entradas		
Producto de Trabajo		Origen
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Desarrollo y Mantenimiento de Software
Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A4.1	1	Distribuir tareas a los miembros del equipo de trabajo según su rol, de acuerdo al Plan de Desarrollo actual.
A4.2	1	Construir o modificar el/los Componente(s) de software. Para ello es necesario realizar lo siguiente: Implementar o modificar Componente(s) con base a la parte detallada del Análisis y Diseño;
	2	También es necesario definir y aplicar pruebas unitarias para verificar que el funcionamiento de cada componente esté acorde con la parte detallada del Análisis y Diseño; Corregir los defectos encontrados hasta lograr pruebas unitarias exitosas (sin defectos). Por último, actualizar el Registro de Rastreo, incorporando los componentes construidos o modificados.
A4.3	2	Verificar el Registro de Rastreo (DMS.A4.VER6).
A4.4	2	Corregir los defectos encontrados en el Registro de Rastreo con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A4.5	1	Incorporar Componentes a la Configuración de Software.
	2	Además, incorporar Registro de Rastreo como líneas base a la Configuración de Software.
A4.6	2	Elaborar el Reporte de Actividades, registrando las actividades realizadas, fechas de inicio y fin, y responsable por actividad.
Salidas		
Producto de Trabajo		Destino
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A4.PT3	Reporte de Actividades A4	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A4.PT5	Reportes de verificación; Reporte de verificación VER6	Interno

Tabla 3.16. Descripción de la Actividad A5 del proceso DMS

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A5. Realización de la Fase de Integración y Pruebas		1
Entradas		
Producto de Trabajo		Origen
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Desarrollo y Mantenimiento de Software
Tareas, Nivel de Capacidad y Descripción		
A5.1	1	Distribuir tareas a los miembros del equipo de trabajo según su rol, de acuerdo al Plan de Desarrollo actual.
A5.2	1	Realizar integración. Para ello es necesario realizar lo siguiente: Integrar los componentes en subsistemas o en el sistema del Software.
	2	Realizar pruebas. Para ello es necesario realizar lo siguiente: aplicar las pruebas siguiendo el Plan de Pruebas de Integración, documentando los resultados en un Reporte de Pruebas de Integración; Corregir los defectos encontrados, con base en Reporte de Pruebas de Integración, hasta lograr una prueba de integración exitosa (sin defectos). Además, actualizar el Registro de Rastreo.

A5.3	1	Documentar el Manual de Operación o modificar el manual existente.
A5.4	2	Verificar el Manual de Operación. (DMS.A5.VER7)
A5.5	2	Corregir los defectos encontrados en el Manual de Operación con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A5.6	2	Realizar las pruebas de sistema siguiendo el Plan de Pruebas de Sistema, documentando los resultados en un Reporte de Pruebas de Sistema.
A5.7	2	Corregir los defectos encontrados en las pruebas de sistema con base en el Reporte de Pruebas de Sistema y obtener la aprobación de las correcciones.
A5.8	1	Documentar el Manual de Usuario o modificar el existente.
A5.9	2	Verificar el Manual de Usuario. (DMS.A5.VER8)
A5.10	2	Corregir los defectos encontrados en el Manual de Usuario con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A5.11	1	Incorporar Software, Manual de Operación y Manual de Usuario a la Configuración de Software.
	2	Además, incorporar Reporte de Pruebas de Integración y Registro de Rastreo como líneas base a la Configuración de Software.
A5.12	2	Elaborar el Reporte de Actividades registrando las actividades realizadas, fechas de inicio y fin, y responsable por actividad.
Salidas		
Producto de Trabajo		Destino
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A5.PT2	Reporte de Actividades A5	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A5.PT5 DMS.A5.PT6	<u>Reportes de verificación:</u> Reporte de verificación VER7 Reporte de verificación VER8	Interno

Tabla 3.17. Descripción de la Actividad A6 del proceso DMS

Actividad		Nivel de Capacidad que la solicita
A6. Realización de la Fase de Cierre		2
Entradas		
Producto de Trabajo		Origen
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Desarrollo y Mantenimiento de Software
Tareas		
A6.0	1	Distribuir tareas a los miembros del equipo de trabajo según su rol, de acuerdo al Plan de Desarrollo actual.
A6.1	2	Documentar el Manual de Mantenimiento o modificar el existente.
A6.2	2	Verificar el Manual de Mantenimiento. (DMS.A6.VER9)
A6.3	2	Corregir los defectos encontrados en el Manual de Mantenimiento con base en el Reporte de Verificación y obtener la aprobación de las correcciones.
A6.4	2	Incorporar Manual de Mantenimiento como línea base a la Configuración de Software.
A6.7	2	Elaborar el Reporte de Actividades registrando las actividades realizadas, fechas de inicio y fin, y responsable por actividad.
Salidas		
Producto de Trabajo		Destino
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A6.PT2	Reporte de Actividades A6	Administración de Proyectos Específicos
DMS.A6.PT3	<u>Reportes de verificación:</u> Reporte de verificación VER9	Interno

Verificaciones y Validaciones:

Las confirmaciones de que los productos de trabajo cumplen con los requisitos establecidos dentro del proceso son 11: 9 verificaciones (Tabla 3.18) y 2 validaciones (Tabla 3.19).

Tabla 3.18. Verificaciones requeridas por proceso DMS para nivel de capacidad 2

Identificador	Actividad y Tarea	Producto(s) de Trabajo	Descripción
DMS.A2.VER1	A2.3	Especificación de Requisitos	Verificar la claridad de redacción de la Especificación de Requisitos y su consistencia con la Descripción del Producto y con el estándar de documentación requerido en el Proceso Específico. Adicionalmente revisar que los requerimientos sean completos y no ambiguos o contradictorios. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.
DMS.A2.VER2	A2.8	Plan de Pruebas de Sistema	Verificar consistencia del Plan de Pruebas de Sistema con la Especificación de Requisitos y con el estándar de documentación requerido en el Proceso Específico. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.
DMS.A2.VER3	A2.11	Manual de Usuario	Verificar consistencia del Manual de Usuario con la Especificación de Requisitos y con el estándar de documentación requerido en el Proceso Específico. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.
DMS.A3.VER4	A3.3	Análisis y Diseño Registro de Rastreo	Verificar claridad de la documentación del Análisis y Diseño, su factibilidad y la consistencia con la Especificación de Requisitos y con el estándar de documentación requerido en el Proceso Específico. Verificar que el Registro de Rastreo contenga las relaciones adecuadas entre los requisitos y los elementos de Análisis y Diseño. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.
DMS.A3.VER5	A3.8	Plan de Pruebas de Integración	Verificar consistencia del Plan de Pruebas de Integración con el Análisis y Diseño y con el estándar de documentación requerido en el Proceso Específico. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.
DMS.A4.VER6	A4.3	Registro de Rastreo	Verificar que el Registro de Rastreo contenga las relaciones adecuadas entre los elementos de Análisis y Diseño y los componentes. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.

DMS.A5.VER7	A5.4	Manual de Operación	Verificar consistencia del Manual de Operación con el Software y con el estándar de documentación requerido en el Proceso Específico. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.
DMS.A5.VER8	A5.9	Manual de Usuario	Verificar consistencia del Manual de Usuario con el sistema de Software y con el estándar de documentación requerido en el Proceso Específico. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.
DMS.A6.VER9	A6.2	Manual de Mantenimiento	Verificar consistencia del Manual de Mantenimiento con la Configuración de Software y con el estándar de documentación requerido en el Proceso Específico. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Verificación.

Tabla 3.19. Validaciones requeridas por proceso DMS para nivel de capacidad 2

Identificador	Actividad y Tarea	Producto(s) de Trabajo	Descripción
DMS.A2.VAL1	A2.5	Especificación de Requisitos	Validar que la Especificación de Requisitos cumple con las necesidades y expectativas acordadas, incluyendo la realización de la prueba de usabilidad de la interfaz del usuario. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Validación.
DMS.A3.VAL2	A3.5	Análisis y Diseño	Validar que el Análisis y Diseño cumple con las necesidades y expectativas acordadas con el cliente. Los defectos encontrados se documentan en un Reporte de Validación.

Recursos de Infraestructura:

Los recursos o tipos de herramienta que propone la NMX-I-059 para apoyar al proceso DMS en la realización de sus productos de trabajo y prácticas esperadas son los siguientes:

Tabla 3.20. Recursos de infraestructura del proceso DMS. Fuente: NYCE, 2007c

Actividad	Recurso
A1, A2, A3, A4, A5, A6	Herramientas para documentación.
A2	Herramientas para la Especificación de Requisitos.
A3	Herramientas para el Análisis y Diseño.
A4	Herramientas para la construcción.
A4, A5	Herramientas para la realización de pruebas.

3.5. Resumen del capítulo

En este capítulo se analizaron los procesos APE y DMS y niveles de capacidad de procesos 1 y 2 de la NMX-I-059 que se van a utilizar como base para realizar la categorización resultante de esta investigación. A partir de la información recabada y analizada en el capítulo anterior, se ha determinado que existen recursos de infraestructura tecnológica que guardan una relación con los procesos propuestos por la NMX-I-059, como lo son las taxonomías de herramientas CASE propuestas por Pressman (2001/2005), Sommerville (1998/2002) y el grupo de investigadores Rivas, Pérez, Mendoza y Grimán (2008).

Las tablas 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17 especifican el nivel de capacidad de procesos requeridos por la actividad. Sin embargo, se decidió señalar a un mayor nivel de detalle el nivel de capacidad de procesos requerido por cada una de las tareas. Las tablas generadas, a partir del análisis de los procesos APE y DMS, permiten una simplificación en cuanto a la facilidad de uso de 2 partes de la NMX-I-059 (parte 02 y parte 03), y una trazabilidad entre la actividad – nivel de capacidad de procesos – tarea – productos de trabajo (entrada y salida) – procesos (origen y destino).

Se obtuvieron algunas reflexiones mientras se realizaba el análisis de la NMX-I-059, tanto en sus procesos como en los niveles de capacidad de procesos:

- En el proceso Gestión de Proyectos, se detectó que para el nivel 2 de capacidad no se solicita la actividad A3. Evaluación y Control. Sin embargo, los productos de trabajo que se generan dentro de la actividad son requeridos como productos de trabajo en el Apéndice A de la parte 02 de la NMX-I-059.
- En la actividad A6. Realización de la Fase de Cierre del proceso Desarrollo y Mantenimiento de Software, se marca como una tarea la “distribución de tareas a los miembros del equipo de trabajo según su rol, de acuerdo al Plan de Desarrollo actual”, dentro de la parte 02 de la NMX-I-059. Revisando la parte 03 de la NMX-I-059, la cual es una guía de implantación de los procesos en la cual se lista cada actividad en sus respectivas tareas, no se incluye la tarea citada anteriormente, por lo cual, se optó por incluirla dentro de la actividad como tarea A6.0.
- Los recursos de infraestructura presentados en las tablas 3.10 y 3.20, describen los tipos de herramientas que permiten, de acuerdo a la NMX-I-059, realizar las

actividades de los procesos APE y DMS. Sin embargo, los recursos de infraestructura no especifican el nivel de capacidad de procesos en el que deben ser utilizados, por lo que el alcance de dichos tipos de herramientas es para todos los niveles de capacidad de procesos. Esto infiere que con una herramienta que permita “documentar, manejar y controlar el Plan de Proyecto y Plan de Desarrollo” (NYCE, 2007c), conforme a lo descrito en la parte 03 de la NMX-I-059, sería posible ejecutar las 4 actividades del proceso APE y su vez, cumplir con lo establecido en los atributos del proceso tanto del nivel 1 (realizado) hasta el nivel 5 (optimizado). Sin embargo, en la práctica, se necesita un mayor nivel de detalle en cuanto a la descripción de los tipos de herramientas necesarios para cada actividad y que permitan dar cumplimiento con los atributos del proceso según el nivel de capacidad deseado.

Capítulo 4.- Asociación de las taxonomías con los Procesos Operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005

Los procesos de la categoría de Operación de la NMX-I-059, al relacionarse con la Ingeniería de Software, pueden hacer uso de las herramientas CASE, las cuales fueron diseñadas para reducir la cantidad de esfuerzo que se requiere para producir un producto de trabajo (Pressman, 2001/2002). Esta afirmación ha servido como motivación para relacionar tanto las características y subcaracterísticas mencionadas en el estándar ISO/IEC 14102 como las taxonomías de herramientas CASE presentadas anteriormente, con actividades de los procesos operativos y los niveles de capacidad de procesos 1 y 2 de la NMX-I-059. En las siguientes secciones se presenta dicha relación.

4.1 Asociación con las características del estándar ISO/IEC 14102

Para realizar esta asociación, se analizaron las subcaracterísticas y sus subcaracterísticas atómicas que menciona el estándar para identificar con cuales actividades se relacionan. También, se realizó un cuadro sinóptico, el cual se presenta en la Figura 4.1, en el que se ubican las 4 características principales, las subcaracterísticas que abarca y entre paréntesis, el número de subcaracterísticas atómicas que agrupa. La asociación realizada se puede observar en la Tabla 4.1 donde la última columna especifica el total de subcaracterísticas relacionadas con las actividades de los procesos APE y DMS.

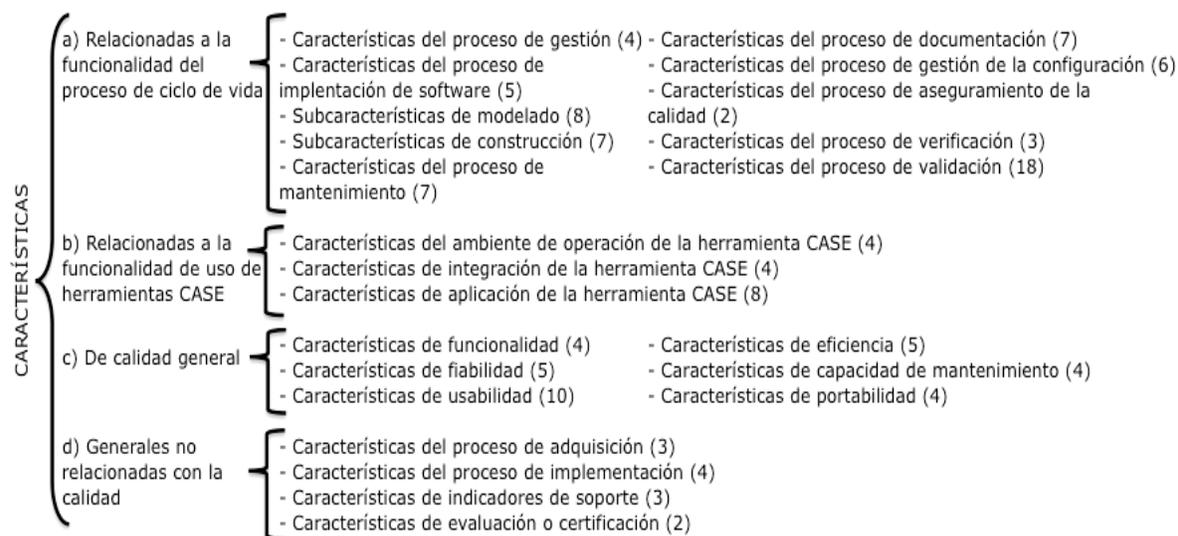


Figura 4.1. Características de las herramientas CASE del estándar ISO/IEC 14102.

Tabla 4.1. Asociación de los procesos operativos y niveles 1 y 2 de capacidad de la NMX-I-059 con las subcaracterísticas del estándar ISO/IEC 14102

Actividad	Nivel de Capacidad	Subcaracterísticas Relacionadas	Total
APE.A1	1	- Del proceso de gestión - Del proceso de documentación - Del proceso de aseguramiento de la calidad	3
APE.A2	2	- Del proceso de gestión - Del proceso de documentación - Del proceso de aseguramiento de la calidad	3
APE.A3	2	- Del proceso de gestión - Del proceso de documentación - Del proceso de aseguramiento de la calidad	3
APE.A4	1	- Del proceso de documentación	1
DMS.A1	2	- Del proceso de documentación	1
DMS.A2	1	- Del proceso de implementación de software - Del proceso de modelado - Del proceso de gestión de la configuración - Del proceso de documentación - Del proceso de verificación - Del proceso de validación	6
DMS.A3	1	- Del proceso de modelado - Del proceso de gestión de la configuración - Del proceso de documentación - Del proceso de verificación - Del proceso de validación	5
DMS.A4	1	- Del proceso de construcción - Del proceso de documentación - Del proceso de gestión de la configuración - Del proceso de verificación - Del proceso de validación	5
DMS.A5	1	- Del proceso de construcción - Del proceso de documentación - Del proceso de gestión de la configuración - Del proceso de verificación - Del proceso de validación	5
DMS.A6	2	- Del proceso de documentación	1

La asociación presentada en la Tabla 4.1 muestra que la primer característica (Relacionadas a la funcionalidad del proceso de ciclo de vida) propuesta por el estándar, es la que se relaciona en mayor medida con las actividades de los procesos APE y DMS de la NMX-I-059, debido a que esta característica se relaciona directamente con la funcionalidad de la herramienta CASE. Sin embargo, aunque las demás características no se involucren de forma inmediata con la ejecución de las actividades, si pueden ser de utilidad para que

los encargados de supervisar los procesos, seleccionen las herramientas CASE que se adecuen a las necesidades de la empresa y así facilitar la realización de las actividades.

4.2 Asociación con la taxonomía de Pressman

Para realizar esta asociación, se analizaron las herramientas que Pressman (2001/2005) propone en su taxonomía de herramientas CASE. Mediante la descripción de las características de cada herramienta, presentadas en sección 2.2.2 del presente documento, y su emparejo con las actividades de los procesos operativos, fue como se llegó a la asociación realizada, la cual se presenta en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Asociación de los procesos operativos y niveles de capacidad 1 y 2 de la NMX-I-059 con los tipos de herramientas CASE propuestos por Pressman

Actividad	Nivel de Capacidad	Herramientas CASE	Total
APE.A1	1	- De gestión del proceso - De desarrollo ágil - De gestión de proyectos IWeb - Para gestores de proyectos - De estimación de esfuerzo y costo - De calendarización de proyectos - De gestión del riesgo	7
APE.A2	2	- De gestión de proyectos IWeb - Para gestores de proyectos - De calendarización de proyectos - De gestión del riesgo	4
APE.A3	2	- De gestión de proyectos IWeb - Para gestores de proyectos - De calendarización de proyectos - De gestión del riesgo	4
APE.A4	1	- Para gestores de proyectos - De calendarización de proyectos	2
DMS.A1	2	NO SE ESPECIFICA	0
DMS.A2	1	- De desarrollo de casos de uso - De modelado del análisis generalizado en UML - De desarrollo de interfaces de usuario - De planeación y administración de pruebas - De diseño de casos de prueba - Para el soporte de la GCS	6
DMS.A3	1	- De desarrollo ágil - De simulación del sistema - De modelado de sistemas - De desarrollo de casos de uso - De modelado de datos - De análisis estructurado - De modelado del análisis generalizado en UML	14

		<ul style="list-style-type: none"> - De minería y almacenamiento de datos - De diseño arquitectónico - Lenguajes de descripción arquitectónica - De desarrollo de interfaces de usuario - De planeación y administración de pruebas - Para el soporte de la GCS - De desarrollo basada en componentes 	
DMS.A4	1	<ul style="list-style-type: none"> - De desarrollo ágil - De análisis estructurado - De modelado del análisis generalizado en UML - Lenguajes de descripción arquitectónica - Middleware e ingeniería de software basada en componentes - De planeación y administración de pruebas - De depuración - De diseño de casos de prueba - Para el soporte de la GCS - De desarrollo basada en componentes - De reestructuración de software 	11
DMS.A5	1	<ul style="list-style-type: none"> - De desarrollo ágil - De análisis estructurado - Lenguajes de descripción arquitectónica - De planeación y administración de pruebas - De depuración - De diseño de casos de prueba - De gestión de la calidad del software - Para el soporte de la GCS - De desarrollo basada en componentes 	9
DMS.A6	2	NO SE ESPECIFICA	0

La asociación presentada en la Tabla 4.2 no contiene todas las herramientas CASE descritas en la taxonomía, debido a que están relacionadas con procesos y actividades que no son considerados por la NMX-I-059 dentro de sus procesos operativos ni en los niveles de capacidad analizados. También, se puede observar que para las actividades A1 y A6 del proceso DMS, no existen herramientas CASE dentro de esta taxonomía que permitan llevarlas a cabo, por lo que se señala con el número 0 en la columna de Total.

4.3 Asociación con la taxonomía de Ian Sommerville

Para realizar esta asociación, se analizaron las herramientas que Sommerville (1998/2002) propone en su taxonomía de herramientas CASE. La taxonomía se encuentra dividida en 3 perspectivas; sin embargo, solo se llevó a cabo la asociación con la perspectiva

funcional (sección 2.2.3), debido a que está es la que presenta el listado de tipos de herramientas. La asociación realizada se puede observar en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Asociación de los procesos operativos y niveles 1 y 2 de capacidad de la NMX-I-059 con los tipos de herramientas CASE propuestos por Sommerville

Actividad	Nivel de Capacidad	Herramientas CASE	Total
APE.A1	1	- De planeación - De edición	2
APE.A2	2	- De planeación - De administración del cambio - De edición	3
APE.A3	2	- De planeación - De edición	2
APE.A4	1	- De edición	1
DMS.A1	2	- De edición	1
DMS.A2	1	- De edición - De administración del cambio - De construcción de prototipos - De documentación	4
DMS.A3	1	- De edición - De administración del cambio - De construcción de prototipos - De ayuda a los métodos - De documentación	5
DMS.A4	1	- De edición - De administración del cambio - De administración de la configuración - De construcción de prototipos - De ayuda a los métodos - De procesamiento de lenguajes - De análisis de programas - Para pruebas - De depuración - De documentación	10
DMS.A5	1	- De edición - De administración del cambio - De administración de la configuración - De análisis de programas - Para pruebas - De depuración - De documentación	7
DMS.A6	2	- De edición - De documentación	2

La asociación presentada en la Tabla 4.3 muestra que las herramientas CASE taxonomía propuesta por Sommerville (1998/2002) apoyan en la realización de todas las

actividades de los procesos operativos. Sin embargo, las herramientas descritas no permiten la realización de todas las tareas que deben efectuarse en las actividades, de acuerdo a lo que está establecido en la NMX-I-059.

4.4 Asociación con la taxonomía de Rivas, Pérez, Mendoza y Gríman

Para realizar esta asociación, se analizaron las descripciones de las herramientas que el grupo de investigadores Rivas, Pérez, Mendoza y Grimán (2008) propone en su taxonomía de herramientas CASE (sección 2.2.4). La asociación realizada se puede observar en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Asociación de los procesos operativos y niveles 1 y 2 de capacidad de la NMX-I-059 con los tipos de herramientas CASE propuestos por Rivas, Pérez, Mendoza y Grimán

Actividad	Nivel de Capacidad	Herramientas CASE	Total
APE.A1	1	- De gestión de la ingeniería de software.	1
APE.A2	2	- De gestión de la ingeniería de software.	1
APE.A3	2	- De gestión de la ingeniería de software.	1
APE.A4	1	NO SE ESPECIFICA	0
DMS.A1	2	NO SE ESPECIFICA	0
DMS.A2	1	- De requerimientos de software.	1
DMS.A3	1	- De requerimientos de software - De diseño de software	2
DMS.A4	1	- De construcción de software - De gestión de la configuración del software - De prueba de software	3
DMS.A5	1	- De construcción de software - De gestión de la configuración del software - De prueba de software - De calidad del software	4
DMS.A6	2	NO SE ESPECIFICA	0

Al igual que en la asociación de los procesos operativos con la taxonomía de herramientas CASE de Pressman (2001/2005), la asociación presentada en la Tabla 4.4 no contiene todas las herramientas CASE descritas en la taxonomía. Además, no existen herramientas CASE dentro de esta taxonomía que permitan llevar a cabo las actividades A4 del proceso de APE y las actividades A1 y A6 del proceso DMS, por lo que también se ha señalado con el número 0 en la columna de Total.

4.5 Asociación entre taxonomías de herramientas CASE

Por cada taxonomía, se tomó en cuenta el total de herramientas como el 100% de cada población. Posteriormente, se calculó mediante una regla de tres simple el porcentaje que representa el número de herramientas que se utilizan por cada actividad.

En la Tabla 4.5, se observa como la asociación se especifica a través del porcentaje de herramientas que cubren las actividades de los procesos APE y DMS. Para el caso del estándar ISO/IEC 14102, sólo se tomó en consideración la característica de Relacionadas a la funcionalidad del proceso de ciclo de vida debido a que, como se mencionó anteriormente, las subcaracterísticas contenidas en ésta definen los diferentes tipos de herramientas CASE.

Tabla 4.5. Porcentajes relacionados a la asociación de las taxonomías de herramientas CASE asociadas con los procesos operativos y niveles 1 y 2 de capacidad de la NMX-I-059

NMX	Nivel de Capacidad	ISO/IEC 14102	Pressman	Sommerville	Rivas, Pérez, Mendoza y Grimán
APE.A1	1	30.00	19.44	16.67	11.11
APE.A2	2	30.00	11.11	25.00	11.11
APE.A3	2	30.00	11.11	16.67	11.11
APE.A4	1	10.00	5.56	8.33	0.00
DMS.A1	2	10.00	0.00	8.33	0.00
DMS.A2	1	60.00	16.67	33.33	11.11
DMS.A3	1	50.00	38.89	41.67	22.22
DMS.A4	1	50.00	30.56	83.33	33.33
DMS.A5	1	50.00	25.00	58.33	44.44
DMS.A6	2	10.00	0.00	16.67	0.00

La asociación presentada en la Tabla 4.5 permite llegar a una serie de reflexiones. Primeramente, no todas las taxonomías analizadas en la literatura, satisfacen las actividades presentadas en los procesos operativos de la NMX-I-059. Esto significa que para poder cumplir con todas ellas, es necesario integrar los tipos de herramientas de las taxonomías y características propuestas por el ISO/IEC 14102. También, algunos tipos de herramientas son utilizados en más de una actividad, por lo que su uso y aprovechamiento puede ser mayor dentro de una MIPyME. Esto representaría una ventaja económica en cuanto a un inversión menor en la adquisición de herramientas CASE (Gastelum Ramírez y Flores Rios, 2010).

La observación anterior sugiere un análisis cuidadoso de los porcentajes, por lo que no puede afirmarse que el 47.22% de las herramientas en la taxonomía de Pressman son utilizadas en el proceso de APE, que representaría la suma de los 4 porcentajes de cada actividad. De las actividades que mayor porcentaje de herramientas utilizan, destacan DMS.A2, DMS.A3, DMS.A4 y DMS.A5, de las cuales, DMS.A4 obtuvo el porcentaje mayor con un 83.33% en la taxonomía de Sommerville. Por otro lado, hubo actividades en las cuales no fue posible ubicar alguna de las herramientas enlistadas por la taxonomía analizada, como APE.A4, DMS.A1 y DMS.A6, y se refleja con un 0.00%. La Tabla 4.6 muestra los porcentajes totales de herramientas por proceso, excluyendo aquellas herramientas que se repiten en otra actividad.

Tabla 4.6. Porcentajes totales de herramientas utilizadas en las actividades de los procesos operativos por taxonomía

NMX	ISO/IEC 14102	Pressman	Sommerville	Rivas, Pérez, Mendoza y Grimán
APE	30.00	19.44	25.00	11.11
DMS	70.00	52.78	83.33	66.67

Por último, se presenta una tabla global en donde se asocian las Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4, para comparar los nombres y características que cada autor propone para los tipos de herramientas CASE. Además, se incluyen los recursos de infraestructura propuestos por la NMX-I-059 en cada actividad para hacer un comparativo entre la descripción de dichos recursos y las herramientas presentadas en las taxonomías.

Tabla 4.7. Asociación global entre taxonomías de herramientas y actividades de los procesos operativos

Actividad	Nivel de Capacidad	NMX-I-059	ISO/IEC 14102	Pressman	Sommerville	Rivas et al.
APE.A1	1	Que permitan documentar, manejar y controlar el Plan del Proyecto y Plan de Desarrollo.	Para el proceso de gestión, proceso de documentación, y proceso de aseguramiento de la calidad.	De desarrollo ágil, de gestión de proyectos IWeb, para gestores de proyectos, de estimación de esfuerzo y costo, de calendarización de proyectos y de gestión del riesgo.	De planeación y de edición.	De gestión de la ingeniería de software.
APE.A2	2	Que permitan documentar, manejar y controlar el Plan del Proyecto y Plan de Desarrollo.	Para el proceso de gestión, proceso de documentación, y proceso de aseguramiento de la calidad.	De gestión de proyectos IWeb, para gestores de proyectos, de calendarización de proyectos y de gestión del riesgo.	De planeación y de edición.	De gestión de la ingeniería de software.
APE.A3	2	Que permitan documentar, manejar y controlar el Plan del Proyecto y Plan de Desarrollo.	Para el proceso de gestión, proceso de documentación, y proceso de aseguramiento de la calidad.	Para gestores de proyectos, para métricas del proyecto y el procesos, de calendarización de proyectos y de gestión del riesgo.	De planeación y de edición.	De gestión de la ingeniería de software.
APE.A4	1	Que permitan documentar, manejar y controlar el Plan del Proyecto y Plan de Desarrollo.	Para el proceso de documentación.	Para gestores de proyectos y de calendarización de proyectos.	De edición.	NO SE ESPECIFICA
DMS.A1	2	Para documentación.	Para el proceso de documentación.	NO SE ESPECIFICA	De edición.	NO SE ESPECIFICA
DMS.A2	1	Para documentación y la Especificación de Requisitos.	Para el proceso de implementación de software, proceso de modelado, proceso de documentación, proceso de verificación y proceso de validación.	De desarrollo de casos de uso, de modelado del análisis generalizado en UML, de desarrollo de interfaces de usuario, de planeación y administración de pruebas y de diseño de casos de prueba.	De edición, de construcción de prototipos y de documentación.	De requerimientos de software.

DMS.A3	1	Para documentación y el Análisis y Diseño.	Para el proceso de modelado, proceso de documentación, proceso de verificación y proceso de validación.	De desarrollo ágil, de simulación del sistema, de modelado de sistemas, de desarrollo de casos de uso, de modelado de datos, de análisis estructurado, de modelado del análisis generalizado en UML, de diseño arquitectónico, lenguajes de descripción arquitectónica, de desarrollo de interfaces de usuario y de planeación y administración de pruebas.	De edición, de administración del cambio, de construcción de prototipos, de ayuda a los métodos y de documentación.	De requerimientos de software y de diseño de software.
DMS.A4	1	Para documentación y la construcción.	Para el proceso de construcción, proceso de documentación, proceso de la gestión de la configuración, proceso de verificación y proceso de validación.	De desarrollo ágil, lenguajes de descripción arquitectónica, middleware e ingeniería de software basada en componentes, de planeación y administración de pruebas, de depuración, de diseño de casos de prueba, para el soporte de la GCS, de desarrollo basada en componentes y de reestructuración de software.	De edición, de administración del cambio, de administración de la configuración, de construcción de prototipos, de ayuda a los métodos, de procesamiento de lenguajes, de análisis de programas, para pruebas, de depuración y de documentación.	De construcción de software, de gestión de la configuración del software y de prueba de software.
DMS.A5	1	Para documentación y la realización de pruebas.	Para el proceso de construcción, proceso de documentación, proceso de la gestión de la configuración, proceso de verificación y proceso de validación.	De desarrollo ágil, de planeación y administración de pruebas, de depuración, de diseño de casos de prueba, de gestión de la calidad del software y para el soporte de la GCS.	De edición, de administración del cambio, de administración de la configuración, de análisis de programas, para pruebas, de depuración y de documentación.	De construcción de software, de gestión de la configuración del software, de prueba de software y de calidad del software.
DMS.A6	2	Para documentación.	Para el proceso de documentación.	NO SE ESPECIFICA	De edición y de documentación.	NO SE ESPECIFICA

La asociación presentada en la tabla 4.7 y las observaciones derivadas de la misma, sugieren generar una taxonomía (categorización) que abarque las actividades propias al desarrollo y mantenimiento de software, su administración y considere el nivel de capacidad de procesos que el recurso apoyaría a conseguir.

4.6 Categorización de Recursos de Infraestructura Tecnológica con base en la funcionalidad y nivel de capacidad de procesos

La categorización de recursos de infraestructura tecnológica obtenida (Tabla 4.8) pretende ser un instrumento de apoyo para que los responsables de un proceso de implantación de la NMX-I-059 o responsables de proyectos de DMS cuenten con una descripción explícita, en forma semántica o tópica, del recurso para los procesos operativos requeridos por la NMX-I-059. Esto les permitiría seleccionar las herramientas o recursos con las características que más se apeguen a las actividades requeridas para el nivel de capacidad de procesos y les permitan elaborar y gestionar los productos de trabajo esperados por cada proceso, alcanzando un mejor aprovechamiento de sus herramientas y/o la adquisición y selección de herramientas idóneas para su operación diaria (Gastelum Ramírez y Flores Rios, 2010).

Para obtener la categorización de la Tabla 4.8, se partió de la asociación global de todas las taxonomías (Tabla 4.7), comparando los nombres que le asigna cada autor a los tipos de herramientas y analizando las características que se proponen para cada una de ellas. Una vez identificados estos elementos que se presentaban en más de una ocasión (repetían) o que complementan la descripción de los tipos de herramientas necesarias para el desarrollo de software, se procedió a homogenizar a una sola descripción el tipo de recurso. Además, se complementa con los niveles de capacidad de procesos y productos de trabajo con los que cumplen las herramientas dependiendo la actividad requerida por la NMX-I-059.

Tabla 4.8. Categorización de recursos de infraestructura para los procesos operativos de la NMX-I-059 con base en la funcionalidad y nivel 1 y 2 de capacidad del proceso

Actividad	Nivel de Capacidad	Recurso	Productos de Trabajo Involucrados
APE.A1 APE.A2 APE.A3	1, 2	Herramientas para la gestión, control y rastreo de proyectos, que permitan la estimación del esfuerzo y costo, la calendarización de proyectos y la gestión del riesgo.	APE.A1.PT1, APE.A1.PT2, APE.A1.PT3, APE.A1.PT4, APE.A3.PT1, APE.A3.PT2
APE.A1 APE.A2 APE.A3 APE.A4	1, 2	Herramientas de documentación y edición de texto.	APE.A1.PT1, APE.A1.PT2, APE.A1.PT3, APE.A1.PT4, APE.A2.PT1, APE.A3.PT1, APE.A3.PT2, APE.A4.PT1
DMS.A1 DMS.A2 DMS.A3 DMS.A4 DMS.A5 DMS.A6	1, 2	Herramientas de documentación y edición de texto.	DMS.A1.PT1, DMS.A2.PT1, DMS.A2.PT3, DMS.A2.PT5, DMS.A2.PT5, DMS.A2.PT6, DMS.A2.PT7, DMS.A2.PT8, DMS.A2.PT9, DMS.A3.PT1, DMS.A3.PT2, DMS.A3.PT3, DMS.A3.PT4, DMS.A3.PT5, DMS.A3.PT6, DMS.A3.PT7, DMS.A4.PT3, DMS.A4.PT4, DMS.A5.PT1, DMS.A5.PT2, DMS.A5.PT3, DMS.A5.PT4, DMS.A5.PT5, DMS.A5.PT6, DMS.A6.PT1, DMS.A6.PT2, DMS.A6.PT3
DMS.A2	1, 2	Herramientas de requerimientos de software, que permitan el desarrollo de casos de uso y el modelado del análisis generalizado. Herramientas para el desarrollo de interfaces de usuario.	DMS.A2.PT1
DMS.A2 DMS.A4 DMS.A5	2	Herramientas de planeación, diseño y administración de pruebas.	DMS.A2.PT4, DMS.A4.PT1, DMS.A4.PT2, DMS.A5.PT3, DMS.A5.PT4
DMS.A3 DMS.A4	1, 2	Herramientas de diseño de software, que permitan el diseño arquitectónico mediante el modelado de sistemas y modelado de datos.	DMS.A3.PT1, DMS.A4.PT1, DMS.A4.PT2
DMS.A4	1, 2	Herramientas de construcción de software, que permitan la generación de código, compilación y depuración, además de la generación de pantallas y reportes.	DMS.A4.PT1, DMS.A4.PT2
DMS.A2 DMS.A3 DMS.A4 DMS.A5	2	Herramientas para el soporte de la gestión de la Configuración de Software, que permitan el control de acceso, el rastreo de modificaciones, la definición y gestión de múltiples versiones y el conteo del estado de configuración.	DMS.A2.PT2, DMS.A3.PT3
DMS.A3 DMS.A4 DMS.A5	2	Herramientas de verificación y validación, que permitan la prueba de técnicas de corrección, análisis de fallos y defectos, entrada y generación de casos de prueba y resultados esperados, trazabilidad y conducción de pruebas, análisis en tiempo de ejecución, análisis de fiabilidad, análisis de cobertura de la prueba y la integración de pruebas.	DMS.A2.PT1, DMS.A2.PT6, DMS.A2.PT7, DMS.A2.PT8, DMS.A2.PT9, DMS.A3.PT1, DMS.A3.PT5, DMS.A3.PT6, DMS.A3.PT7, DMS.A4.PT1, DMS.A4.PT2, DMS.A4.PT4, DMS.A5.PT3, DMS.A5.PT4, DMS.A5.PT5, DMS.A5.PT6, DMS.A6.PT3

4.7 Resumen del capítulo

Posterior a la realización de las asociaciones presentadas en el presente capítulo, puede observarse que si bien existen taxonomías de herramientas CASE, no satisfacen por si mismas las necesidades de las actividades de los procesos operativos de la NMX-I-059. También, estas taxonomías están enfocadas únicamente al proceso, sin tomar en cuenta el nivel de capacidad de los procesos a los cuales están apoyando dichas herramientas.

Por este motivo, se propone una categorización de recursos de infraestructura (Tabla 4.8) que tome en cuenta los lineamientos que la NMX-I-059 establece, tanto en los procesos como en los niveles de capacidad 1 y 2. De esta forma, la MIPYMES podrán contar con un instrumento que les pueda apoyar al momento de tomar una decisión en cuanto a las herramientas tecnológicas que pueden utilizar en base a sus necesidades.

Capítulo 5.- Análisis de los recursos de infraestructura tecnológicos utilizados por las empresas verificadas en la norma NMX-I-059-NYCE-2005. Caso de Estudio: estado de Baja California

5.1 Objetivo del caso de estudio

Para la generación de la categorización, se parte de la investigación realizada durante el trabajo de maestría. Sin embargo, es necesario contactar a las empresas de desarrollo de software verificadas en la NMX-I-059. Esto con el motivo de corroborar, de forma confidencial, que las herramientas analizadas en la investigación, son las herramientas que se utilizan actualmente en las MIPYMES que desarrollan software, y por ende, generar una categorización apegada a la realidad de la industria del software mexicana.

5.2 Metodología aplicada en el caso de estudio

Antes de comenzar la recolección de datos descrita en la metodología de la investigación, se definió la población muestra de empresas. Debido a que la investigación busca generar una categorización apegada a la realidad de la industria de software nacional, y a la NMX-I-059, se optó por aplicar el método de recopilación de datos seleccionado (encuesta) al 100% de la empresas verificadas en la NMX-I-059 del estado de Baja California.

Por cuestiones de acuerdos de confidencialidad con las empresas encuestadas, no se hace público su nombre, aún cuando se pregunta para cuestiones de la identificación de las respuestas. Sin embargo, para hacer referencia a ellas, se nombrarán de acuerdo al orden en que fueron contactadas (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Perfil de las empresas encuestadas para el caso de estudio

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
Años de experiencia	9	5	15
Productos y servicios	Aplicaciones a la medida	Aplicaciones Web y de escritorio	Aplicaciones para gobierno
Tamaño (No. personas)	21	12	30
Educación	Licenciatura	Licenciatura y maestría	Licenciatura y maestría
Localización geográfica (<u>matríz</u> y puntos de venta)	<u>Mexicali</u> , Tijuana, Chihuahua, Hermosillo	<u>Mexicali</u> , Guadalajara, México D.F.	<u>Mexicali</u> , Chiapas, Villahermosa, México D.F., Aguascalientes
Ubicación de mercado	México y Estados Unidos	México	México y Centroamérica
Nivel de capacidad de procesos actual	2	1	1
Año de verificación en la NMX-I-059	2010 (Nivel 1 en 2008)	2009	2009

También, se elaboró un instrumento (Apéndice B) para recopilar los datos en la plataforma electrónica de Google Docs en modo de Formulario, para que la aplicación del mismo fuera accesible a todos los participantes. Se hizo contacto con las 3 empresas para solicitarles una entrevista, de tal forma que se pudiera informar tanto los objetivos del proyecto de investigación y el objetivo de la encuesta. Todas las empresas aceptaron recibirnos y se acordó una fecha determinada para acudir personalmente a sus instalaciones y presentarles los objetivos antes mencionados.

En la presentación con cada empresa, se les mostró la problemática identificada, la justificación y los objetivos del proyecto de investigación. Posteriormente, los objetivos de la encuesta, los resultados esperados y la importancia de contar con la participación de las empresas. Además, se les mostró un diagrama de flujo con la descripción de las etapas del caso de estudio, tal como se muestra en la Figura 5.1.

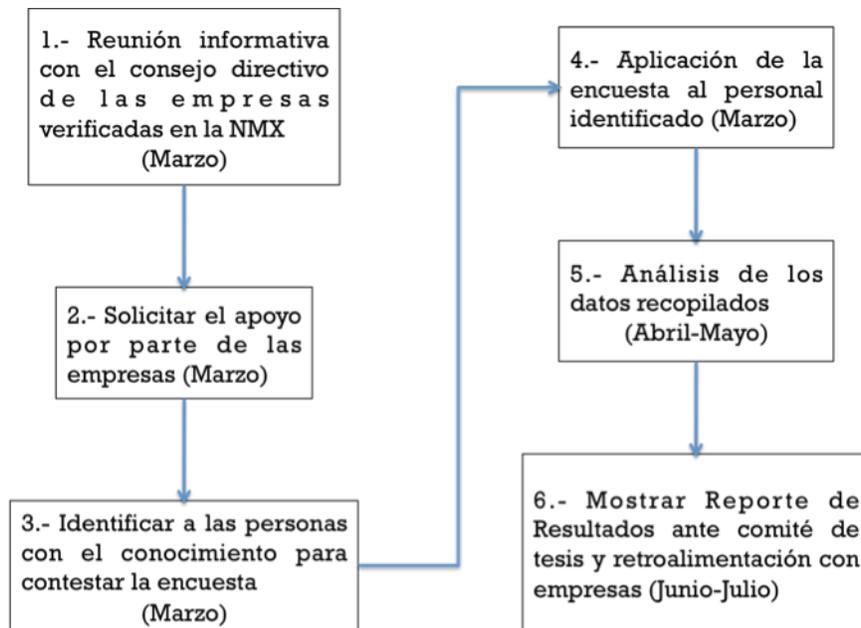


Figura 5.1. Diagrama de flujo de las etapas del caso de estudio presentado a las empresas.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del caso de estudio (sección 5.4), pero la discusión generada a partir de ellos se expone en el Capítulo 6.

5.3 Descripción del instrumento utilizado

El instrumento para la recopilación de datos consiste en una encuesta de 13 preguntas, tanto de opciones para seleccionar como preguntas abiertas, y de un apartado de información general de la empresa para perfilarlas. La encuesta se elaboró con la herramienta de hoja de cálculo que ofrece Google Docs, la cual tiene la opción de elaborar y presentar la información mediante formularios. De esta forma, la encuesta fue enviada por medio de un correo electrónico a los 3 Responsables de Gestión de Proyectos (RGPY), quienes recibían una dirección de URL facilitándoles el acceso y llenado de la encuesta por ellos mismos. Los RGP eran los encargados de establecer los mecanismos de comunicación y distribuir la encuesta a los Responsables de Administración de Proyectos Específicos (RAPE) y Responsables de Desarrollo y Mantenimiento de Software (RDM). Dicho instrumento se encuentra en el Apéndice B y una vista general del mismo se presenta en la Figura 5.2.

CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LOS PROCESOS OPERATIVOS Y NIVEL ...

google.com https://spreadsheets.google.com/viewform?fori... Google

Most Visited Getting Started Latest Headlines Trailer de 'Vantage P...

CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS ...

CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LOS PROCESOS OPERATIVOS Y NIVEL 2 DE CAPACIDAD DE PROCESOS DE LA NMX-I-059-NYCE-2005

*Obligatorio

Objetivo del estudio:

Recabar información y opiniones acerca de los recursos de infraestructura tecnológicos para desempeñar los procesos operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005 (MoProSoft). La información obtenida aquí se mantendrá en la más estricta confidencialidad. Ni su nombre ni el nombre de su empresa se va a utilizar en cualquier documento basado en esta encuesta.

Nombre de la Empresa: *

Tipo de aplicaciones que desarrolla: *

Responsable de Gestión de Procesos: *

Done

Figura 5.2. Vista general del instrumento en línea.

A continuación, se ofrece una descripción del instrumento utilizado, el cual se dividió en 3 secciones:

1. Información general, en la que la empresa debía mencionar: el nombre de la empresa; tipo de aplicaciones que desarrolla; y los responsables de gestión de procesos, administración de proyectos específicos y desarrollo y mantenimiento de software, además de años que lleva cada responsable desempeñando dicho cargo.
2. Información referente a la implantación de la NMX-I-059, como: en que año se decidió implantar la norma; el nivel de capacidad actual de la empresa; que niveles de capacidad esperaban alcanzar en períodos de corto, mediano y largo plazo; los recursos que les habían ayudado a obtener el éxito en la implantación y en que medida les habían ayudado; y por último, si el recurso tecnológico, refiriéndose a las herramientas de software y equipo de cómputo, era considerado como un factor importante por la empresa.
3. Información referente a las herramientas de software que utiliza la empresa. En esta sección, los encargados de dar respuesta a la encuesta primero nombraban las herramientas que utilizan para dar cumplimiento a los productos de trabajo y

prácticas base de los procesos APE y DMS. Después, seleccionaban dentro de una lista de 307 herramientas de software generales, 5 paqueterías de software, 38 tipos de herramientas CASE (cada uno con ejemplos de marcas comerciales para seleccionar) y 63 características funcionales de las herramientas CASE, agrupadas en 10 conjuntos, que ellos tomarían en cuenta para adquirir una herramienta de software. Por último, se les preguntaba qué conocimiento había generado la empresa en cuanto a la adquisición de herramientas de software.

5.4 Resultados obtenidos

Se recibió respuesta del 100% de la población encuestada, y para el llenado del instrumento, se les solicitó a la empresas que utilizaran sus mecanismos de comunicación para que los RGPY, RAPE y RDM, de tal forma que solo se recibiera una respuesta por empresa. Sin embargo, la Empresa 2 envió 3 respuestas (R1, R2, R3), una por cada responsable. Por este motivo, en algunas de las tablas que muestran la información obtenida contienen más de 1 respuesta por parte de la Empresa 2.

En el ámbito del desarrollo de software, las MIPYMES son empresas que empiezan con poco personal y en su mayoría gente joven o con poca experiencia. La Tabla 5.1 muestra que la mayoría de los responsables de los procesos operativos y proceso Gestión de Procesos, tienen menos de 2 años en su respectivo puesto. Esto puede representar una ventaja, por las nuevas ideas que se pueden aportar por un elemento joven, aunque también puede ser vista como una desventaja, por la inexperiencia en la soluciones y toma de decisiones inmediatas. Fue necesario hacer esta pregunta para contar con una idea general del tiempo en el que el personal encuestado había estado en contacto con la NMX-I-059 y con las herramientas de software que utiliza su empresa para cumplir con los requisitos de la norma.

Tabla 5.2. Tiempo de desempeño de los roles involucrados en la encuesta

	RGPY	RAPE	RDM
Empresa 1	Entre 2 y 5 años	Menos de 2 años	Menos de 2 años
Empresa 2	Menos de 2 años	Más de 5 años	Entre 2 y 5 años
Empresa 3	Menos de 2 años	Menos de 2 años	Menos de 2 años

La NMX-I-059, como su nombre lo indica, estuvo disponible para las empresas en el año 2005. A las empresas encuestadas se les preguntó en que año habían decidido implantar la NMX-I-059 para lograr la mejora de sus procesos. Esta respuesta marca una diferencia entre las empresas y su nivel de madurez, la cual se observa en la Tabla 5.2, ya que la Empresa 1 decidió implantar la NMX-I-059 en el 2006 y cuenta con un nivel 2 de capacidad de procesos. Además, entiende los requerimientos de la NMX-I-059 y lo que ésta solicita para poder mencionar que solo a largo plazo aspira a alcanzar un nivel 3 de capacidad.

Por el contrario, las dos empresas que decidieron implantar la NMX-I-059 en años recientes y con un nivel 1 de capacidad de procesos, consideran que la madurez de sus procesos puede lograrse en un periodo de corto a mediano plazo. La información recabada también permite dar una idea tanto de las herramientas de software que utilizan actualmente, como las herramientas que necesitan para lograr el nivel de capacidad que esperan alcanzar en los periodos mencionados.

Tabla 5.3. Información referente al año de implantación de la NMX-I-059 y nivel de capacidad actual y al cual aspira alcanzar en un futuro

	Año de decisión para implantar la NMX-I-059	Nivel de capacidad actual	Nivel aspirado a alcanzar en función al tiempo		
			Corto	Mediano	Largo
Empresa 1	2006	2	2	2	3
Empresa 2	2008 - 2009	1	2	3	4
Empresa 3	2009	1	1	2	3

Para la implantación de la NMX-I-059, intervienen una serie de factores para que este proceso sea exitoso. Una actitud es una predisposición aprendida para responder coherentemente de una favorable o desfavorable ante un concepto, actividad, persona o símbolos (Hernández Sampieri et al.). Si se detecta que la actitud de un grupo de mejora de procesos de software hacia la importancia sobre los aspectos tecnológicos dentro de las MIPYMES es desfavorable, esto significa que las personas paulatinamente pueden no estar tomando acciones para su adecuada selección apoyando sus actividades. Por tal motivo, se les cuestionó a las empresas cuáles factores les habían ayudado a lograr la implantación de la NMX-I-059 y en qué medida estos factores apoyaron al proceso. Las opciones fueron:

- Humanos (Personal de la empresa, servicios de outsourcing)
- Tecnológicos (Herramientas de software, equipo de cómputo)
- Financieros (Efectivo, créditos bancarios, fondos de apoyo)
- Materiales (Mobiliario, equipo de oficina)
- De infraestructura (Instalaciones físicas o ubicación)

El método Likert es uno de los conocidos para medir por escalas las variables que constituyen actitudes (Hernandez Sampieri et al.). Consiste en un conjunto de ítems presentados ante los cuales se pide la opinión o reacción de los participantes. En el cuestionario se utilizaron los 5 ítems enlistados anteriormente, solicitando a las empresas que externarán su reacción ante el factor eligiendo una de las 5 categorías de la escala: Nada, Poco, Regular, Mucho y Esencial.

En este orden, a cada categoría se le asignó el valor numérico de 0 a 4. Así al final se obtiene una puntuación respecto a las respuestas y una puntuación final sumando las puntuaciones obtenidas en relación a todas las respuestas (afirmaciones). Si la afirmación es positiva significa que califica favorablemente al factor; de este modo, cuanto más de acuerdo estén los responsables de procesos con la afirmación, su actitud será igualmente más favorable. Las puntuaciones de la escala Liket se obtiene sumando los valores alcanzados respecto a cada pregunta. Esto se conoce como escala aditiva (Hernández Sampieri et al.). La Tabla 5.4 muestra las 5 respuestas de las 3 empresas.

Tabla 5.4. Factores que ayudan a obtener el éxito en la implantación de la NMX-I-059 y medida en la que apoyan

	Factores identificados para la implantación de la NMX-I-059	Medida en la cual los factores han servido para la implantación de la NMX-I-059				
		Humanos	Tecnológicos	Financieros	Materiales	De infraestructura
Empresa 1	Humanos, Tecnológicos	Esencial (4)	Mucho (3)	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)
Empresa 2	R1. Humanos, Tecnológicos, Financieros, Materiales, De infraestructura	Esencial (4)	Esencial (4)	Esencial (4)	Esencial (4)	Esencial (4)
	R2. Humanos, Tecnológicos	Mucho (3)	Regular (2)	Regular (2)	Poco (1)	Poco (1)
	R3. Tecnológicos	Regular (2)	Regular (2)	Regular (2)	Mucho (3)	Mucho (3)
Empresa 3	Humanos	Esencial (4)	Mucho (3)	Nada (0)	Poco (1)	Regular (2)

La escala aditiva de las puntuaciones obtenidas con respecto a cada factor (Tabla 5.4), se presentan en la Figura 5.3. Los factores Humanos (17) y los Tecnológicos (14) son los de mayor puntuación, siendo estos dos los que mayor grado de apoyo brindaron a las empresas para lograr la implantación de la NMX-I-059 dentro de ellas.

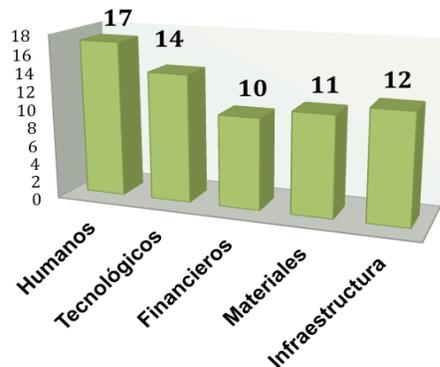


Figura 5.3. Escalas aditivas obtenidas para cada factor solicitado.

En la escala Likert se califica el promedio resultante de la escala mediante la fórmula

$$\frac{PT}{NT}$$

donde PT es la puntuación total en la escala y NT es el número de ítems. Sin embargo, por cuestiones de tener afirmaciones enteras en el rango del 0 al 4, también se consideraron las medidas de tendencia central moda y mediana para observar el comportamiento de las respuestas otorgadas. Los resultados de los promedios obtenidos por cada factor se presentan en la Figura 5.4. y la moda y mediana se presentan en la Tabla 5.5.

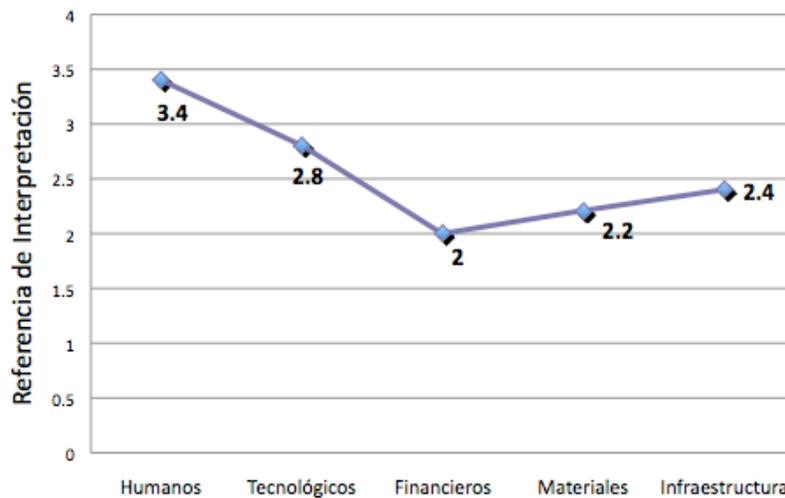


Figura 5.4. Promedio resultante por factor de acuerdo a las empresas encuestadas.

Tabla 5.5. Medidas de tendencia central resultantes por factor

Factores	Moda	Interpretación	Mediana	Interpretación
Humanos	4	Esencial	4	Esencial
Tecnológicos	2 – 3	Regular – Mucho	3	Mucho
Financieros	2	Regular	2	Regular
Materiales	1	Poco	2	Regular
De Infraestructura	2	Regular	2	Regular

A su vez, se obtuvieron los promedios por respuesta otorgada por cada empresa encuestada. Esto nos indica, en promedio, la importancia que le dan a cada factor en cuanto a su participación en el proceso de implantación de la NMX-I-059 dentro de su empresa. De igual forma que con los factores, se analizaron las medidas de tendencia central moda y mediana. Los resultados de los promedios obtenidos por cada respuesta se presentan en la Figura 5.5. y la moda y mediana en la Tabla 5.6.

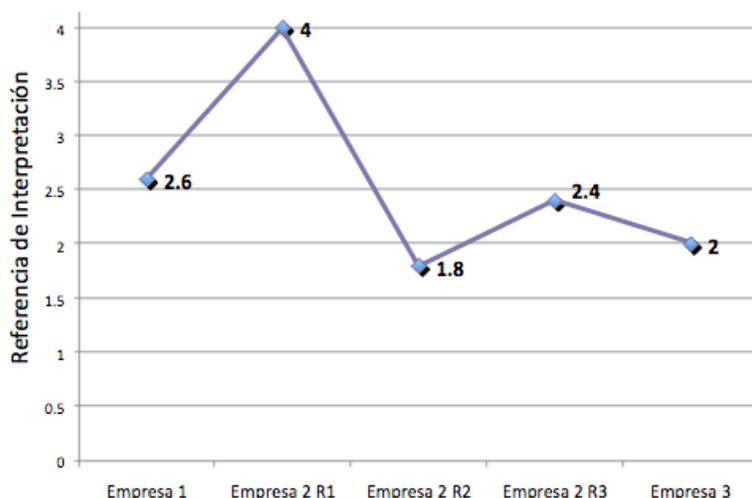


Figura 5.5. Promedio resultante por respuesta de acuerdo a cada empresa encuestada.

Tabla 5.6. Medidas de tendencia central resultantes por respuesta

Respuestas de:	Moda	Interpretación	Mediana	Interpretación
Empresa 1	2	Regular	2	Regular
Empresa 2 – R1	4	Esencial	4	Esencial
Empresa 2 – R2	2 – 1	Regular – Poco	2	Regular
Empresa 2 – R3	2	Regular	2	Regular
Empresa 3	NP	No presenta	2	Regular

Derivada de las dos preguntas anteriores, y como centro de la investigación y categorización que se busca, se cuestionó si consideraban a los recursos tecnológicos como un factor valioso y el por qué de su respuesta, ya sea afirmativa o negativa. En la Tabla 5.7 se observa que todas las empresas coincidieron en la importancia de este factor, debido al apoyo automatizado que brindan para realizar y dar seguimiento a las actividades que efectúan dentro de sus procesos.

Tabla 5.7. ¿Se consideran a los recursos tecnológicos como un factor importante en la implantación y realización de los procesos operativos de la NMX-I-059 y por qué?

	¿Factor importante?	¿Por qué?
Empresa 1	Si	Aunque no tan indispensables, ya que nos proporcionan apoyo para hacer nuestro trabajo más rápido.
Empresa 2	Si	R1. Por la necesidad existente de comunicación y por el desarrollo de las aplicaciones de soluciones que se ofrecen para la solución de los negocios. R2. Ayudan definir de una manera más eficaz los procesos. La automatización de los proceso elevan la eficiencia de los procesos.
Empresa 3	Si	Porque permiten asegurar la implantación de un proceso y su seguimiento, además de proveer retroalimentación sobre el mismo.

Las siguientes 5 preguntas del cuestionario hacen referencia a las herramientas de software que utilizan para efectuar los productos de trabajo y las prácticas base de los procesos operativos de la NMX-I-059. Con las respuestas otorgadas a estas preguntas, se confirmó que los tipos de herramientas propuestas en la categorización de recursos de infraestructura (sección 4.6) se utilizan en las empresas. Por cuestiones del acuerdo de confidencialidad, no pueden ser mencionadas las marcas de las herramientas que cada empresa utiliza para realizar sus productos de trabajo y sus prácticas base. Sin embargo, en la sección C.1 del Apéndice C se puede encontrar un listado con el total de las herramientas de software que las empresas seleccionaron, sin especificar quien seleccionó cuál marca de herramienta de software.

Después de las preguntas anteriores, se ofrece otro listado con los tipos de herramientas CASE que las empresas pueden estar utilizando actualmente. Los que seleccionaron son los siguientes: De gestión del proceso, lenguajes de descripción arquitectónica, depuración, de modelado del análisis generalizado en UML, calendarización de proyectos, minería de datos, modelado de datos, control de versiones y de diseño arquitectónico. La selección obtenida por parte de cada empresa, también favorece a la categorización de recursos de infraestructura obtenida en la investigación, debido a que dichos tipos de herramientas son consideradas por la categorización. El listado de las herramientas seleccionadas se encuentra en la sección C.1 del Apéndice C.

Un último listado con características se mostró a las empresas para que seleccionaran aquellas características esperadas por una herramienta CASE para ser considerada por su empresa. En esta parte, cada empresa seleccionó las características de acuerdo a sus criterios, coincidiendo todas en que una herramienta para el proceso de la gestión de la configuración debe permitir el rastreo de modificaciones y la definición y gestión de múltiples versiones. Ambas características corresponden a una herramienta CASE que se emplea para un nivel 2 de capacidad, lo que sugiere que las 3 empresas buscan cumplir con tareas que exigen un compromiso hacia la calidad de sus productos y procesos, mediante el uso de tipos de herramientas de software localizadas en la categorización de recursos de infraestructura. Las características seleccionadas por las empresas se encuentran en la sección C.2 del Apéndice C.

Para terminar la encuesta, se cuestionó acerca del conocimiento generado, a lo largo de su proceso de mejora, en cuanto a la adquisición de herramientas de software. Esta pregunta fue diseñada para observar la cercanía que sostiene el personal de la empresa con respecto al rol que desempeñan las herramientas de software en sus actividades diarias. Las respuestas se encuentran en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8. Conocimiento generado por cada empresa en cuanto a la adquisición de herramientas de software para la implantación de la NMX-I-059

	Conocimiento Generado
Empresa 1	Es bueno contar con herramientas que apoyan en las actividades que se realizan día a día, más sin embargo, el factor humano y el conocimiento de estas es muy importante para el logro de la implantación de una norma.
Empresa 2	R1. Se han establecido mejores formas de comunicación, se ha incrementado la capacidad de producción de la empresa, se ha reducido considerablemente el tiempo de desarrollo y mantenimiento de los sistemas y también se ha incrementado el nivel de calidad y de capacidad de los proyectos realizados.
	R2. Que la definición específica de los procesos de la empresa llevan a un mejor control de los proyectos. Además de generar evidencia para uso posterior y reutilización de productos de trabajo desarrollado.
	R3. Control y administración de la información y recursos de los proyectos, para tener tiempos reales mas apegados a los planes iniciales.
Empresa 3	Importante considerar los costos a largo plazo, como lo es el mantenimiento y soporte, así como las actualizaciones. Bajo esto, identificar los cambios dinámicos en plantilla de personal.

Esta última pregunta ofrece una opinión más allá de las herramientas de software; muestra en sí, como las empresas han logrado salir adelante con base en lecciones aprendidas y conocimiento de la organización, recalcando la importancia del factor humano como impulso y motor de la empresa.

Capítulo 6.- Discusión

El Capítulo 5 presenta la información que proporcionaron las empresas de desarrollo de software, del estado de Baja California, verificadas oficialmente en la NMX-I-059 y los resultados obtenidos mediante el análisis de dicha información. Y como parte de la metodología empleada en el caso de estudio, se realizó una entrevista con los responsables de los procesos operativos de las empresas, para ofrecer una retroalimentación de los resultados que brindaron. En este capítulo, se exponen algunas discusiones generadas a partir del análisis de los resultados y los comentarios expuestos en la retroalimentación.

6.1 Discusiones

La sección 2.2.1 del capítulo 2, ofrece una definición de lo que representa una herramienta CASE. En ella se explica que son todas aquellas que apoyan al proceso de software. Esto significa que una herramienta de software toma el papel de una herramienta CASE cuando permite realizar las actividades del proceso de software, y no sólo cuando se oferta como tal. Este tipo de herramientas sigue vigente aún cuando el término “CASE” no se utilice dentro de las empresas o en el mercado de la industria de software. En la actualidad, se utilizan distintas y numerosas herramientas de software para apoyar al proceso de desarrollo y mantenimiento de software.

Dos reflexiones se generan de esta discusión: la primera es que las taxonomías de herramientas CASE analizadas en la literatura, fueron consideradas en un principio para los ingenieros de software de las empresas de desarrollo de software para evitar que realizaran su trabajo de forma manual (Pressman, 2001/2002). Por esto, es necesario este tipo de estudios para adecuar al contexto actual y a las necesidades de las MIPYMES, que forman la mayor parte del sector de la industria del software, los modelos y estándares de procesos orientados a dicho sector.

La siguiente reflexión, por otro lado, es que al momento de realizar la retroalimentación con las empresas, la principal observación fue en cuanto al uso del término de herramientas “CASE”. Los responsables de procesos (RGPY, RAPE, RDM) pensaban que este término está desactualizado y que corresponde a los años 90’s, dado que las herramientas de software ofertadas en el contexto de la industria de software

actualmente, carecen de la palabra “CASE” al momento de su venta. Por este motivo, las empresas suponían que el trabajo de investigación no utilizaba información actualizada y/o el término estaba fuera de un contexto actual.

Esta percepción se pudo constatar al revisar las selecciones que realizaron las empresas en los tipos de herramientas CASE (Sección C1. del Apéndice C y descritas en la sección 5.3), donde las respuestas no fueron tan abundantes como lo fue con las herramientas de software generales, tal y como se muestra en la Tabla 6.1, donde se indica el número de herramientas generales y el número de tipos de herramientas CASE seleccionadas por empresa.

Tabla 6.1. Número de herramientas de software seleccionadas por empresa

Herramientas de Software	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
⇒ Generales	4	31	17
⇒ Tipos de Herramientas CASE	4	10	0

Lo que no tomaron en cuenta es que algunas de las herramientas de software seleccionadas son tipos de herramientas CASE. Esta afirmación conduce a la reflexión de que las empresas encuestadas utilizan herramientas CASE sin conocer qué son, o sin saber las capacidades que pueden alcanzar con las herramientas que poseen. Por ejemplo, la empresa 3 no seleccionó ningún tipo de herramienta CASE por considerar que no utilizaba ninguna dentro de su empresa, por lo que su selección en los tipos de herramientas CASE se refleja con un 0.

Las empresas identifican mejor a sus herramientas por la marca (por ejemplo, de Microsoft: Visual Studio, Visual Basic, .NET, Office, Project, Visio, Data Architect ER/Studio, SharePoint, Source Safe, Visual C++)² y no por las características que les ofrece cada una. Esto no solo sucede en las empresas encuestadas, ya que, ¿cuántas veces no se ha buscado una herramienta por la marca o el renombre que han adquirido, que por las características que ofrece y que satisfacen las necesidades que se tienen?. Este escenario ha generado un desconocimiento de las capacidades de la herramienta, lo que puede provocar que no se aprovechen al máximo a beneficio de la empresa. Por este motivo, es necesario conocer los elementos que proporciona una herramienta, hacer una evaluación de los

² Para mayor detalle consultar el Apéndice C del presente documento.

mismos y determinar si cumplen con los requerimientos de la empresa, para así, no adquirir una herramienta que esté de moda y que a largo plazo, no se aprovechen al máximo sus ventajas o no cumpla con la meta para la cual fue adquirida.

Dentro del instrumento de recolección de datos, se les solicitó a las empresas que seleccionaran las características de las herramientas CASE que ellos tomarían en cuenta para adquirir una herramienta de software (pregunta 12). Dichas características son las que propone el estándar ISO/IEC 14102, el cual, expone un proceso de evaluación y selección de herramientas CASE (sección 2.4.1). También se les cuestionó por el conocimiento que habían generado para la adquisición de una herramienta de software para la implantación de la NMX-I-059 (pregunta 13). Por las características seleccionadas y la respuesta brindada en la última pregunta (Tabla 5.8), se considera que las 3 empresas realizan empíricamente algunas actividades de los procesos propuestos por el estándar ISO/IEC 14102 para decidir si utilizan o no una herramienta. Esto y mediante el apoyo de la categorización de recursos de infraestructura, que toma en cuenta al estándar, les permitiría tomar la decisión de si es necesario adquirir una nueva herramienta antes o después de alcanzar un nivel de capacidad superior, o si es posible aprovechar las características de las herramientas con las que cuentan.

Una de las preguntas de la retroalimentación fue que cómo había sido su proceso de adopción e implantación de la NMX-I-059 a sus tareas diarias. Las dos empresas con mayor número de años de experiencia en el mercado, respondieron que fue gracias a la creación de guías de ajuste: adaptando los requerimientos de la NMX-I-059 a lo que ellos venían realizando por largo tiempo. En cambio, la empresa con menor experiencia, comentó que, con ayuda de un consultor externo, crearon un repositorio de formatos con los cuales elaborar los productos de trabajo y dan cumplimiento con lo establecido en la parte 02 de la NMX-I-059.

La respuesta a esta pregunta reveló un nivel de madurez que va más allá del nivel de capacidad de procesos con la que la empresa cuenta. Refleja la calidad en la ejecución de sus prácticas, los conocimientos con los que cuentan sus trabajadores en el área en que se desenvuelven y las diferentes estrategias de implantación que ofrecen los consultores al momento de solicitar sus servicios.

Se infiere que la situación actual de la base de conocimiento de las empresas, se encuentra relacionada con el nivel de madurez y las estrategias de implantación de la NMX-I-059 utilizadas por cada una de ellas. La empresa 1, por ejemplo, es la que tiene mayor tiempo trabajando con la NMX-I-059 y cuenta con una aplicación desarrollada internamente para la gestión de los productos de trabajo generados, la cual ha sido de gran apoyo para la obtención del nivel 2 de capacidad de procesos. Esta aplicación cuenta con algunas de las características propuestas por el estándar ISO/IEC 14102, principalmente las relacionadas con las del proceso de gestión de la configuración, como: Control de acceso, Rastreo de modificaciones, Conteo del estado de configuración y Capacidad de almacenamiento. Por lo tanto, se sugiere que las herramientas CASE mediante las características que ofrecen, no sólo pueden utilizarse para el proceso de software, si no que pueden apoyar a otros procesos de la empresa a realizar sus prácticas.

Para la implantación de la NMX-I-059, son necesarios una serie de factores que permitan realizar dicho proceso dentro de la empresa, por ejemplo: Humanos, Tecnológicos, Financieros, Materiales, De Infraestructura, por mencionar algunos. Se les preguntó a las empresas por los factores que les habían permitido llevar a cabo la implantación de la NMX-I-059 en su empresa, tal y como se presentó en la Tabla 5.4. Posterior al análisis de la información recabada mediante escalas aditivas, se determinó que los factores de mayor importancia son los Humanos y los Tecnológicos, pero también que el factor financiero es el que menos toman en cuenta. El recurso financiero por si mismo, no apoya a la implantación de la NMX-I-059, pero si puede ser el medio indirecto para realizar una serie de actividades que benefician el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa, como por ejemplo: comprar la NMX-I-059, contratar un consultor para realizar una auditoría interna, cotizar el proceso de verificación oficial por nivel de madurez, adquirir herramientas de software, contratar cursos de capacitación en nuevas tecnologías y modelos de referencia de procesos para el equipo de mejora de procesos, entre otras. Es posible que las empresas encuestadas no lo vean como un factor importante debido a que gran parte de sus recursos financieros los utilicen para solventar los gastos de la nómina o para reparaciones del equipo técnico, es decir, lo ven como un recurso más para poder contar con sus recursos más importantes: los humanos y los tecnológicos.

Las medidas de tendencia central (moda y mediana) presentadas en la Tabla 5.5, también muestran que los factores considerados como más importantes dentro de las empresas encuestadas son los Humanos y Tecnológicos. Sin embargo, el factor con la menor medida en la moda es ahora el Material, que representa el mobiliario y equipo de oficina. Quizá se deba a que las empresas encuestadas no cuentan con mobiliario nuevo o apropiado para el equipo de cómputo que utilizan, si no que utilicen cualquier otro tipo de equipo que realice las mismas funciones de un equipo de oficina profesional, por lo que no representa un factor de vital importancia para el funcionamiento de la empresa.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la empresa 2 ofreció 3 respuestas, una por cada responsable de procesos. Respecto a las respuestas presentadas en las tablas 5.4 y 5.6 de la misma empresa 2, se puede notar que aunque los 3 responsables de procesos, RPGY, RAPE y RDM trabajen en la misma empresa, pareciera que cada uno habla de empresas totalmente distintas. Por una parte, la primera respuesta (R1) de la empresa 2, dice que todos los factores presentados fueron esenciales para la implantación de la NMX-I-059, pero la tercera respuesta (R3) dice que los factores Humanos, Tecnológicos y Financieros apoyaron de forma regular y los Materiales y De Infraestructura fueron de mucho apoyo. Las discrepancias en cuanto a los valores asignados a cada factor pueden observarse en la Tabla 5.4 y en la Figura 5.5, donde se presenta un promedio por respuesta otorgado por cada empresa. La empresa 2 es la que presenta el promedio mayor (4) con la respuesta R1 y el promedio menor (1.8) con la respuesta R2 y R3, lo que puede representar una falla en los mecanismos internos de comunicación de la empresa o una visión diferente por cada responsable de procesos, pudiendo ser una desventaja en futuros procesos de verificación oficiales de la NMX-I-059 a partir del nivel 2 de capacidad de procesos.

En la misma Tabla 5.6, las respuestas de la empresa 3 no cuentan con la medida de la moda, debido a que cada una de ellas es distinta. Pudo suceder que el responsable de procesos encargado de contestar la encuesta, haya entendido que debía asignar un valor a cada factor para enumerar el orden de importancia y no para expresar la medida en que los factores habían apoyado a su empresa en la implantación de la NMX-I-059. Si esta situación es la que realmente sucedió, de todas formas expresa que los factores con mayor relevancia para su empresa son los Humanos y Tecnológicos, y los de menor importancia son los Financieros y Materiales.

Una última discusión generada a partir de la retroalimentación efectuada, es el desconocimiento de estándares internacionales que apoyan a la industria de software a mejorar sus prácticas, generado por la poca difusión que hay de los mismos. No solo en las empresas, si no en la investigación científica y académica.

Durante el desarrollo de la investigación, se encontraron estándares relacionados con la adquisición herramientas CASE y con cada uno de los procesos de Desarrollo de software, Documentación, Mantenimiento, Gestión de la Configuración, etc., como el ISO/IEC TR 14471:2007 que es una guía para la adopción de herramientas CASE, ISO/IEC 15940:2006 para los servicios del ambiente de la Ingeniería de Software, o el ISO/IEC 14598-1:1999 para la evaluación de productos de software. Al no haber una certificación asociada a los estándares antes mencionados, se desconoce su existencia y esto motiva a que no sea un estándar comercial. Además, no hay una cultura en las empresas para consultar fuentes de información estandarizadas con el único fin de mejorar sus prácticas y la calidad de sus productos, y no para buscar una retribución económica inmediata.

Capítulo 7.- Conclusiones y Trabajo Futuro

Las taxonomías de herramientas CASE analizadas en el capítulo 3 y las características de las herramientas CASE del estándar ISO/IEC 14102, proponen tipos de herramientas de acuerdo al punto de vista del autor que la presenta. Sin embargo, éstas no podrían incluir al 100% dentro de las MIPYMES que desarrollan software y que utilizan la NMX-I-059. Primeramente, porque las taxonomías fueron diseñadas para grandes empresas que cuentan con mayor cantidad de recursos, y esto provocaría que la taxonomía deba adecuarse a las necesidades particulares de cada empresa. Por otro lado, las taxonomías solo consideran la funcionalidad de las herramientas; es decir, la tarea que cumple cada una de ellas, y no el nivel de capacidad de procesos que se puede alcanzar con el uso de los tipos de herramientas CASE.

La categorización de recursos de infraestructura propuesta en el capítulo 4 se basa en las taxonomías analizadas y en los requerimientos de la NMX-I-059 para los procesos operativos y los niveles de capacidad 1 y 2. Además, con los resultados obtenidos en el caso de estudio, se muestra que la categorización contiene tipos de herramientas que actualmente se utilizan en empresas de desarrollo de software verificadas en la NMX-I-059. Con esta afirmación, se sugiere que la categorización de recursos de infraestructura puede apoyar a las empresas que no han sido verificadas en la NMX-I-059 a que seleccionen las herramientas de software que necesitan para lograr las prácticas esperadas por los procesos operativos. De igual forma, puede ser un instrumento para las empresas que se encuentran verificadas a que evalúen las características de sus herramientas de software y determinen si es necesario adquirir nuevas o aprovechar las capacidades con las que cuentan las que ya tienen.

En este trabajo se estableció la importancia de especificar explícitamente los atributos de los recursos de infraestructura descritos para cada actividad de los procesos operativos requeridos por la NMX-I-059 por nivel de capacidad de procesos y las características o especificaciones de los tipos de herramientas que se pudieran utilizar para dichos procesos por nivel de capacidad. También, a pesar de que existen taxonomías de herramientas CASE propuestas por Pressman (2001/2005), Sommerville (2002) y Rivas et al. (2008), se observó la necesidad de analizar el estándar ISO/IEC 14102 debido a que

éste define una serie de procesos como un conjunto estructurado de características que, básicamente, clasifican y describen a las posibles herramientas CASE que se pueden encontrar en el contexto de la industria de software. Los procesos operativos de la NMX-I-059, al relacionarse con la Ingeniería de Software, pueden hacer uso de recursos de infraestructura que faciliten llevar a cabo las tareas definidas para estos.

Como primera actividad, fue necesario llevar a cabo un análisis de los procesos operativos de la NMX-I-059, en el cual, se detectaron algunas omisiones en los procesos, algunas de ellas son:

- 1) En el proceso Gestión de Proyectos, se encontró que para el nivel de capacidad 2 no se solicita la actividad A3. Evaluación y Control. Sin embargo, los productos de trabajo que se generan dentro de la actividad son requeridos como productos de trabajo en el Apéndice A de la parte 02 de la NMX-I-059.
- 2) La actividad A3. Investigación de Tendencias Tecnológicas del proceso de Gestión de Recursos, no se solicita en ningún nivel de capacidad.
- 3) En la actividad A6 del proceso DMS, se marca como una tarea la “distribución de tareas a los miembros del equipo de trabajo según su rol, de acuerdo al Plan de Desarrollo actual”, dentro de la parte 02 de la NMX-I-059. Pero en la parte 03 de la NMX-I-059 no se incluye la tarea citada anteriormente, por lo cual, se optó por incluirla dentro de la actividad como tarea A6.0 (Tabla 3.16 de la sección 3.4.2).

En el capítulo 3 se presenta una integración por cada actividad de los procesos operativos de la NMX-I-059, del nivel de capacidad que la solicita, los productos de entrada con el origen, las tareas a realizar y los productos de salida con su destino. Este análisis realizado fue necesario para comprender a fondo los requerimientos de cada actividad y poder situar a los tipos de herramientas estudiados, con el proceso y nivel de capacidad correspondiente. Una observación de importancia para realizar el análisis fue que los identificadores de los productos de trabajo que especifica la parte 02 de NMX-I-059, se utilizan para diferentes productos de trabajo de acuerdo al nivel de capacidad en el que se presentan. Por tal motivo, se realizó una propuesta para los identificadores, la cual contabiliza los productos de trabajo para todo el nivel 2 de capacidad de procesos. Dicha propuesta se encuentra en el Apéndice A del presente documento.

El impacto de esta conclusión va más allá de una declaración. Se considera que implica una ventaja significativa a las MIPYMES, dado que no cuentan con el personal dedicado a la búsqueda de innovaciones y estándares orientados a tendencias tecnológicas, y mucho menos el recurso del tiempo para implantar un proceso de evaluación y selección de sus herramientas, como el propuesto por el estándar.

Incluso, la categorización de recursos de infraestructura tecnológica puede apoyar no sólo a los procesos operativos, sino a otros procesos, como por ejemplo al proceso de Gestión de Recursos. Su actividad A3. Investigación de Tendencias Tecnológicas pide que se realicen las tareas de realizar un análisis prospectivo y de viabilidad de las tendencias tecnológicas y determinar el beneficio y el impacto de las tendencias tecnológicas al Plan Estratégico. Los tipos de herramientas CASE propuestos en la categorización obtenida, pueden servir como base para realizar un análisis de viabilidad en cuanto a la adquisición de dichas herramientas, lo que permitirá determinar el beneficio e impacto de su adquisición.

Otra motivación para mencionar que la categorización de recursos de infraestructura puede llegar a ser de gran ayuda para las empresas, es que no hay ninguna norma mexicana que se relacione con las herramientas CASE, las cuales apoyan al proceso de software. Aunque se cuenta con el estándar ISO/IEC 14102, que fue utilizado para la realización de la categorización, éste tiene un costo elevado y restricciones de impresión, además de que es necesario contar con conocimientos técnicos previos tanto para su interpretación, tanto para el entendimiento del mismo como para su aplicación práctica.

En los capítulos 5 y 6 se presentó y discutió que las empresas de desarrollo de software del estado de Baja California cuentan con herramientas CASE. Sin embargo, el recurso humano responsable de los procesos operativos desconocen que están utilizando herramientas CASE, las cuales les permiten realizar diariamente sus prácticas esperadas y generar los productos de trabajo requeridos por la NMX-I-059 a niveles 1 y 2 de capacidad de procesos. Aunque las taxonomías de tipos de herramientas sean ya un tema estudiado y analizado, no existe una distribución del conocimiento generado en la teoría científica. Es decir, este conocimiento sólo se ha quedado en estudios y no se ha dado a conocer o no se ha aplicado tan comercialmente en el contexto actual de la industria de software.

Sin duda, el recurso de infraestructura tecnológica representa un factor importante para lograr el éxito en la implantación de una mejora de procesos de software, tal y como quedó asentado en los resultados del caso de estudios. Sin embargo, no se debe olvidar que otro factor de relevancia para obtener una implantación de la NMX-I-059 exitosa, es el recurso Humano, como se vió en los resultados obtenidos del caso de estudio. El personal es de vital importancia para que una mejora de procesos salga adelante, no solo porque es el que lleva a cabo las actividades y toma las decisiones para decidir el rumbo de la empresa, sino porque es el que genera el conocimiento, las experiencias y lecciones aprendidas que apoyan al mismo personal a resolver inconvenientes y lograr mejores prácticas en sus procesos.

7.1 Trabajo Futuro

Dado que la investigación está orientada a los recursos de infraestructura, como un primer ejercicio, no se consideraron los roles responsables de los procesos APE y DMS que realizan las tareas de las actividades. Sin embargo, se está conciente que como trabajo futuro, se deben detallar los roles que realizan dichas tareas y la capacitación o competencias requeridas por éstos.

Por otro lado, es necesario realizar una investigación exhaustiva de las herramientas CARE para conocer el estado del arte e investigaciones aplicadas a este tipo de herramientas. De esta forma, el panorama de herramientas que apoyen al proceso de software propuesto por la NMX-I-059 puede incrementar y verse mayormente beneficiadas las empresas.

También, se prevé como trabajo futuro, el aplicar el instrumento de recolección de datos a otras empresas de la industria del software con otras características geográficas a las que presentan las empresas encuestadas. De esta forma, será posible realizar un análisis comparativo con los resultados obtenidos y, de igual forma, poner a prueba la categorización generada.

Por último, determinar si las características de las herramientas con las que cuentan las empresas, les apoyarían en el siguiente nivel de capacidad de procesos que buscan alcanzar.

Referencias

British Standards Institution. (2009). *About BSI British Standards*. Recuperado el 1 de Junio de 2009 del sitio Web: <http://www.bsi-global.com/en/Standards-and-Publications/About-BSI-British-Standards/>

Certificación. (s.f.). Recuperado el 5 de febrero de 2009, del sitio Web del Centro de Estudios de Medición y Certificación de Calidad, CESMEC S.A.: <http://www.cesmec.cl/noticias/Certificacion/1.act>

European Software Institute. 2009. *ESI*. Recuperado el 1 de Junio de 2009 del sitio Web: <http://www.esi.es/index.php?op=7.1>

Franco, S. (2008). *Normalización*. Recuperado el 20 de Abril de 2009 del sitio Web: <http://www.economia.gob.mx/?P=204#Normalizaci%C3%B3n>

Gálvez, J. (2009). *PROSOFT: Enfoque en la Industria de Desarrollo de Software*. Recuperado el 4 de Octubre de 2009 del sitio Web: http://www.copi.org.mx/portal/wp-content/uploads/2009/06/presentacion-prosoft-advise-copi-2009_v2.pdf

Gastelum Ramírez, S. y Flores Rios, B. (2010). Análisis de Taxonomías de Herramientas CASE y su Asociación con los Procesos Relacionados al Desarrollo y Mantenimiento de Software. En *Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento (JIISIC 2010)* (pp. 185-193). Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán.

Hall, T., Rainier, A. y Badoo, N. (2002). Implementing Software Process Improvement: An Empirical Study. *Software Process: Improvement and Practice*, 7, 3-15.

Hernández, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4ª. ed.). México, Distrito Federal, México: Mc Graw Hill.

International Organization for Standardization. (s.f.). *About ISO*. Recuperado el 1 de Junio de 2009 del sitio Web: <http://www.iso.org/iso/about.htm>

International Organization for Standardization. (2008). *Information technology — Guideline for the evaluation and selection of CASE tools*. (Disponible para su compra en <http://webstore.ansi.org/FindStandards.aspx?SearchString=ISO%2fIEC+14102%3a2008&SearchOption=0&PageNum=0&SearchTermsArray=null|ISO%2fIEC+14102%3a2008|null>)

Lasheras, J., Toval, A., Nicolás, J. & Moros, B. (2003). Soporte Automatizado a la Reutilización de Requisitos. En *VIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos 2003 – JISBD'03*, Alicante, España, 335-346.

Mellardo, D., Rodríguez, M., Fernández-Medina, E. & Piattini, M. (2007). Soporte Automatizado a la Ingeniería de Requisitos de Seguridad. En *Workshop de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software 2007 – IDEAS'07*, Isla de Margarita, Venezuela.

Microsoft Corporation. 2009. *Impulsa tu carrera profesional*. Recuperado el 1 de Junio de 2009 del sitio Web: <http://www.microsoft.com/spain/certificaciones/certificaciones.aspx>

Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (s.f.a). *ANTECEDENTES*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2008 del sitio Web: <http://www.nyce.org.mx/antecede.html>

Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (s.f.b). *Comités Técnicos de Normalización*. Recuperado el 1 de Junio de 2009 del sitio Web: <http://www.normalizacion-nyce.org.mx/php/loader.php?c=comites.html&m2=8>

Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (2007a). *NMX-I-59/01-NYCE-2005 – Tecnología de la Información-Software-Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software, Parte 01: Definición de conceptos y productos*. (Disponible en Av. Lomas de Sotelo No. 1112, piso 3, Col. Lomas de Sotelo, C.P. 11222, Miguel Hidalgo, México D.F., México)

Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (2007b). *NMX-I-59/02-NYCE-2005 – Tecnología de la Información-Software-Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software, Parte 02: Requisitos de procesos (MoProSoft)*. (Disponible en Av. Lomas de Sotelo No. 1112, piso 3, Col. Lomas de Sotelo, C.P. 11222, Miguel Hidalgo, México D.F., México)

Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (2007c). *NMX-I-59/03-NYCE-2005 – Tecnología de la Información-Software-Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software, Parte 03: Guía de implantación de procesos*. (Disponible en Av. Lomas de Sotelo No. 1112, piso 3, Col. Lomas de Sotelo, C.P. 11222, Miguel Hidalgo, México D.F., México)

Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (2007d). *NMX-I-059/04-NYCE-2005 – Tecnología de la Información-Software-Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software, Parte 04: Directrices para la evaluación de procesos (EvalProSoft)*. (Disponible en Av. Lomas de Sotelo No. 1112, piso 3, Col. Lomas de Sotelo, C.P. 11222, Miguel Hidalgo, México D.F., México)

Normalización y Certificación Electrónica, A.C. (s.f.c). *NYCE Y SUS ACTIVIDADES*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2008 del sitio Web: <http://www.nyce.org.mx/actividades.html>

Oktaba, H., Alquicira, C., Su Ramos, A. (2005). *Modelo de procesos para la industria del software: MoProSoft Por niveles de Capacidad de Procesos*. (Versión 1.3). México, Distrito Federal, México.

Oktaba, H., Piattini, M., Pino, F, J., Orozco, M. J. & Alquicira, C. (2008). *COMPETISOFT, Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos*. Ra-Ma. España.

Orion Business Systems Certification. (2008). [Información general de Orion Business Systems Certification México]. Recuperado el 1 de Junio de 2009 del sitio Web: <http://www.bs certification.org/>

Piattini, M., Ruiz, F., Polo, M., Villalba, J., Bastanchury, T., Martínez, M.A., et al. (2001). *Mantenimiento del Software: Modelos, técnicas y métodos para la gestión del cambio*. México, Distrito Federal, México: Alfaomega.

Pressman, R. –S. (2002). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico* (5a. ed.) (R. Ojeda, I. Morales, V. Yagüe & S. Sanchez Trads.). Aravaca, Madrid, España: Mc Graw Hill. (Trabajo original publicado en 2001).

Pressman, R. –S. (2005). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico* (6a. ed.) (J. E. Murrieta, E. Pineda & V. Campos, Trads.). México, Distrito Federal, México: Mc Graw Hill. (Trabajo original publicado en 2001).

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (21a ed.). Madrid, España: Espasa-Calpe.

Rivas, L., Pérez, M., Mendoza, L. E. & Grimán, A. (2008). Selection Criteria for Software Engineering Tools in Small and Medium Enterprises (SMEs). En *XXXIV Conferencia Latinoamericana de Informática – CLEI 2008*, Santa Fe, Argentina, 469-478.

Sommerville, I. –S. (2002). *Ingeniería de Software* (6a. ed.) (J. A. Dominguez, Trad.). Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación. (Trabajo original publicado en 1998).

Tecnológico NYCE. (2003). *Introducción*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2008 del sitio Web: <http://tecnyce.com.mx/moprosoft/index.html>

Valenzuela-Ruiz, L. y Flores-Rios, B. L. (2008). Especificación Formal de Elementos MoProSoft a partir del Modelo de Referencia de Flujos de Trabajo. En *Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento (IISIC 2008)* (pp. 197-204). Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral del Ecuador.

Apéndice A. Productos de Trabajo de la NMX-I-059-NYCE-2005 requeridos en el nivel 2 de capacidad de procesos

Categoría de Alta Dirección (DIR)

DIR.1 Gestión de Negocio

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
GN.A1 Planeación Estratégica			
GN.A1.PT1	Plan Estratégico	1	GN.A1.PT1
GN.A1.PT2	Plan de Adquisiciones y Capacitación	1	GN.A1.PT2
GN.A1.PT3	Reporte de Verificación VER1	2	GN.A1.PT1
GN.A1.PT4	Reporte de Validación VAL1	2	GN.A1.PT2
<i>Productos por Actividad:</i>			4
GN.A2 Preparación para la Realización			
GN.A2.PT1	Plan de Comunicación e Implantación	2	GN.A2.PT1
GN.A2.PT2	Reporte de Validación VAL2	2	NO EXISTE
<i>Productos por Actividad:</i>			2
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			6

Categoría de Gerencia (GER)

GER.1 Gestión de Procesos

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
GPR.A1 Planificación			
GPR.A1.PT1	Plan de Procesos	1	GPR.A1.PT1
GPR.A1.PT2	Reporte de Verificación VER1	2	GPR.A1.PT1
GPR.A1.PT3	Reporte de Validación VAL1	2	GPR.A1.PT2
<i>Productos por Actividad:</i>			3
GPR.A2 Preparación a la Implantación			
GPR.A2.PT1	Documentación del Proceso	2	GPR.A2.PT1
GPR.A2.PT2	Reporte de Verificación VER2	2	GPR.A2.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			2
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			5

GER.2 Gestión de Proyectos

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
GPY.A1 Planificación			
GPY.A1.PT1	Plan de Adquisiciones y Capacitación	1	GPY.A1.PT1
GPY.A1.PT2	Plan de Gestión de Proyecto	1	GPY.A1.PT2
GPY.A1.PT3	Plan de Ventas	1	GPY.A1.PT3
GPY.A1.PT4	Plan de Proyectos	1	GPY.A1.PT4
GPY.A1.PT5	Alternativas de realización de proyectos internos	1	GPY.A1.PT5
GPY.A1.PT6	Mecanismos de comunicación con los clientes	2	GPY.A1.PT1
GPY.A1.PT7	Reporte de Validación VAL1	2	GPY.A1.PT2
<i>Productos por Actividad:</i>			7
GPY.A2 Realización			
GPY.A2.PT1	Contrato	1	GPY.A2.PT1
GPY.A2.PT2	Registro del Proyecto	1	GPY.A2.PT2
GPY.A2.PT3	Descripción del Proyecto	1	GPY.A2.PT3
GPY.A2.PT4	Responsable de Administración del Proyecto Especifico	1	GPY.A2.PT4
<i>Productos por Actividad:</i>			4
GPY.A3 Evaluación y Control *			
GPY.A3.PT1	Reporte de Acciones Correctivas o Preventivas relacionadas con Clientes	2	GPY.A3.PT1
GPY.A3.PT2	Acciones Correctivas o Preventivas relacionada con Clientes	2	GPY.A3.PT2
GPY.A3.PT3	Acciones Correctivas o Preventivas en relación con desviaciones	2	GPY.A3.PT3
GPY.A3.PT4	Comentarios y quejas del cliente	2	GPY.A3.PT4
<i>Productos por Actividad:</i>			4
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			15

* Esta práctica base fue omitida en el Apéndice A de la parte 02 de la NMX.

GER.3 Gestión de Recursos

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
GR.A1 Planificación de Recursos			
GR.A1.PT1	Plan Operativo de Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo	1	GR.A1.PT1
GR.A1.PT2	Plan de Adquisiciones y Capacitación	1	GR.A1.PT2
GR.A1.PT3	Plan Operativo de Bienes, Servicios e Infraestructura	1	NO EXISTE
GR.A1.PT4	Plan Operativo de Conocimiento de la Organización	1	NO EXISTE
GR.A1.PT5	Reporte de Verificación VER1	2	GR.A1.PT1
GR.A1.PT6	Reporte de Verificación VER2	2	NO EXISTE
GR.A1.PT7	Reporte de Verificación VER3	2	NO EXISTE
<i>Productos por Actividad:</i>			7
GR.A2 Seguimiento y Control			
GR.A2.PT1	Acciones Correctivas	2	GR.A2.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			1
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			8

GER.3.1 Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
RHAT.A1 Preparación			
RHAT.A1.PT1	Plan de Capacitación	1	RHAT.A1.PT1
RHAT.A1.PT2	Reporte de Validación VAL1	2	RHAT.A1.PT1
RHAT.A1.PT3	Evaluación de Desempeño	2	RHAT.A2.PT4
RHAT.A1.PT4	Encuestas sobre el Ambiente de Trabajo	2	RHAT.A2.PT5
RHAT.A1.PT5	Reporte de Validación VAL2	2	NO EXISTE
RHAT.A1.PT6	Reporte de Validación VAL3	2	NO EXISTE
<i>Productos por Actividad:</i>			6
RHAT.A2 Instrumentación			
RHAT.A2.PT1	Registro de Recursos Humanos	1	RHAT.A2.PT1
RHAT.A2.PT2	Asignación de Recursos	2	RHAT.A2.PT1
RHAT.A2.PT3	Reporte de Ambiente de Trabajo	2	RHAT.A2.PT2
RHAT.A2.PT4	Reporte de Capacitación	2	RHAT.A2.PT3
<i>Productos por Actividad:</i>			4
RHAT.A3 Generación de Reportes			
RHAT.A3.PT1	Reporte de Recursos Humanos disponibles, Capacitación y Ambiente de Trabajo	2	RHAT.A3.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			1
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			11

GER.3.2 Bienes, Servicios e Infraestructura

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
BSI.A1 Preparación			
BSI.A1.PT1	Plan de Mantenimiento	1	BSI.A1.PT1
BSI.A1.PT2	Solicitud de Bienes o Servicios	1	BSI.A1.PT2
BSI.A1.PT3	Criterios para la Evaluación de Proveedores	2	BSI.A1.PT1
BSI.A1.PT4	Reporte de Validación VAL1	2	BSI.A1.PT2
BSI.A1.PT5	Catálogo de Proveedores	1	NO EXISTE
<i>Productos por Actividad:</i>			5
BSI.A2 Instrumentación			
BSI.A2.PT1	Registro de Bienes o Servicios	1	BSI.A2.PT1
BSI.A2.PT2	Registro de Mantenimiento	2	BSI.A2.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			2
BSI.A3 Generación de Reportes			
BSI.A3.PT1	Reporte de Bienes, Servicios e Infraestructura	2	BSI.A3.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			1
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			8

GER.3.3 Conocimiento de la Organización

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
CO.A1 Planificación			
CO.A1.PT1	Plan de Administración de la Base de Conocimiento	1	CO.A1.PT1
CO.A1.PT2	Reporte de Validación VAL1	2	CO.A1.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			2
CO.A2 Realización			
CO.A2.PT1	Diseño de la Base de Conocimiento	1	CO.A2.PT1
CO.A2.PT2	Base de Conocimiento	1	CO.A2.PT2
CO.A2.PT3	Reporte de Validación VAL2	2	CO.A2.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			3
CO.A3 Evaluación y Control			
CO.A3.PT1	Reporte del estado de la Base de Conocimiento	2	CO.A3.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			1
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			6

Categoría de Operación (OPE)

OPE.1 Administración de Proyectos Específicos

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
APE.A1 Planificación			
APE.A1.PT1	Plan de Desarrollo	1	APE.A1.PT1
APE.A1.PT2	Plan de Proyecto	1	APE.A1.PT2
APE.A1.PT3	Reporte de verificación VER1	2	APE.A1.PT1
APE.A1.PT4	Reporte de validación VAL1	2	APE.A1.PT2
<i>Productos por Actividad:</i>			4
APE.A2 Realización			
APE.A2.PT1	Minutas	2	APE.A2.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			1
APE.A3 Evaluación y Control			
APE.A3.PT1	Reporte de Seguimiento	2	APE.A3.PT1
APE.A3.PT2	Acciones Correctivas	2	APE.A3.PT2
<i>Productos por Actividad:</i>			2
APE.A4 Cierre			
APE.A4.PT1	Documento de Aceptación	1	APE.A4.PT1
<i>Productos por Actividad:</i>			1
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			8

OPE.2 Desarrollo y Mantenimiento de Software

Identificador	Producto	Nivel de Capacidad	Identificador NMX
DMS.A1 Realización de la Fase de Inicio			
DMS.A1.PT1	Reporte de Actividades A1	2	NO EXISTE
<i>Productos por Actividad:</i>			2
DMS.A2 Realización de la Fase de Requisitos			
DMS.A2.PT1	Especificación de Requisitos	1	DMS.A2.PT1
DMS.A2.PT2	Configuración de Software	2	DMS.A2.PT1 DMS.A3.PT1 DMS.A4.PT1 DMS.A5.PT1
DMS.A2.PT3	Reporte de Actividades A2	2	DMS.A2.PT2
DMS.A2.PT4	Plan de Pruebas del Sistema	2	DMS.A3.PT4
DMS.A2.PT5	Manual de Usuario	1	DMS.A5.PT1
DMS.A2.PT6	Reporte de verificación VER1	2	DMS.A2.PT3
DMS.A2.PT7	Reporte de verificación VER2	2	NO EXISTE
DMS.A2.PT8	Reporte de verificación VER3	2	NO EXISTE
DMS.A2.PT9	Reporte de validación VAL1	2	DMS.A2.PT4
<i>Productos por Actividad:</i>			9

DMS.A3 Realización de la Fase de Análisis y Diseño			
DMS.A3.PT1	Análisis y Diseño	1	DMS.A3.PT1
DMS.A3.PT2	Reporte de Actividades A3	2	DMS.A3.PT2
DMS.A3.PT3	Registro de Rastreo	2	DMS.A3.PT3 DMS.A4.PT3 DMS.A5.PT3
DMS.A3.PT4	Plan de Pruebas de Integración	2	DMS.A3.PT5
DMS.A3.PT5	Reporte de verificación VER4	2	DMS.A3.PT6
DMS.A3.PT6	Reporte de verificación VER5	2	NO EXISTE
DMS.A3.PT7	Reporte de validación VAL2	2	DMS.A3.PT7
<i>Productos por Actividad:</i>			7
DMS.A4 Realización de la Fase de Construcción			
DMS.A4.PT1	Componente	1	DMS.A4.PT1
DMS.A4.PT2	Software	1	DMS.A4.PT1
DMS.A4.PT3	Reporte de Actividades A4	2	DMS.A4.PT2
DMS.A4.PT4	Reporte de verificación VER6	2	DMS.A4.PT4
<i>Productos por Actividad:</i>			4
DMS.A5 Realización de la Fase de Integración y Pruebas			
DMS.A5.PT1	Manual de Operación	1	DMS.A5.PT2
DMS.A5.PT2	Reporte de Actividades A5	2	DMS.A5.PT2
DMS.A5.PT3	Reporte de Pruebas del Sistema	2	DMS.A5.PT4
DMS.A5.PT4	Reporte de Pruebas de Integración	2	DMS.A5.PT5
DMS.A5.PT5	Reporte de verificación VER7	2	DMS.A5.PT6
DMS.A5.PT6	Reporte de verificación VER8	2	NO EXISTE
<i>Productos por Actividad:</i>			6
DMS.A6 Realización de la Fase de Cierre			
DMS.A6.PT1	Manual de Mantenimiento	2	DMS.A6.PT1
DMS.A6.PT2	Reporte de Actividades A6	2	DMS.A6.PT2
DMS.A6.PT3	Reporte de verificación VER9	2	DMS.A6.PT3
<i>Productos por Actividad:</i>			3
Total de Productos por Proceso en Nivel 2:			30

Apéndice B. Instrumento para la recolección de datos

CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LOS PROCESOS OPERATIVOS Y NIVEL 2 DE CAPACIDAD DE PROCESOS DE LA NMX-I-059-NYCE-2005

Objetivo del estudio:

Recabar información y opiniones acerca de los recursos de infraestructura tecnológicos para desempeñar los procesos operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005 (MoProSoft). La información obtenida aquí se mantendrá en la más estricta confidencialidad. Ni su nombre ni el nombre de su empresa se va a utilizar en cualquier documento basado en esta encuesta.

Nombre de la Empresa:

Tipo de aplicaciones que desarrolla:

Responsable de Gestión de Procesos:

Años de desempeñarse como Gestor de Procesos:

- ⇒ Menos de 2 años
- ⇒ Entre 2 y 5 años
- ⇒ Más de 5 años

Responsable de Administración de Proyectos Específicos:

Años de desempeñarse como Responsable de Proyectos Específicos:

- ⇒ Menos de 2 años
- ⇒ Entre 2 y 5 años
- ⇒ Más de 5 años

Responsable de Desarrollo y Mantenimiento de Software:

Años de desempeñarse como Responsable de Desarrollo y Mantenimiento de Software:

- ⇒ Menos de 2 años
- ⇒ Entre 2 y 5 años
- ⇒ Más de 5 años

Cuestionario

Cuestionario referente a los recursos de infraestructura empleados para la implantación de los procesos de la Norma NMX-I-059-NYCE-2005 (NMX)

Instrucciones:

Conteste brevemente o seleccione la opción, según se le solicite.

1.- ¿En qué año decidió la empresa implantar la NMX?

- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009

2.- ¿En qué nivel de capacidad (madurez) se encuentra la empresa actualmente?

	1	2	3	4	5	
Realizado	<input type="radio"/>	Optimizado				

3.- ¿Qué nivel de capacidad se aspira alcanzar en un periodo de corto, mediano y largo plazo?

	1	2	3	4	5
Corto	<input type="radio"/>				
Mediano	<input type="radio"/>				
Largo	<input type="radio"/>				

4.- ¿Qué factores le ayudan a la empresa a obtener el éxito en la implantación de los procesos propuestos por la NMX?

- ✓ Humanos (Personal de la empresa, servicios de outsourcing)
- ✓ Tecnológicos (Herramientas de software, equipo de cómputo)
- ✓ Financieros (Efectivo, créditos bancarios, fondos de apoyo)
- ✓ Materiales (Mobiliario, equipo de oficina)
- ✓ De infraestructura (Instalaciones físicas o ubicación)

5.- ¿En que medida considera usted que le han servido los siguientes factores para la implantación de la NMX?

	Nada	Poco	Regular	Mucho	Esencial
Humanos	<input type="radio"/>				
Tecnológicos	<input type="radio"/>				
Financieros	<input type="radio"/>				
Materiales	<input type="radio"/>				
De infraestructura	<input type="radio"/>				

6.- ¿Considera a los recursos tecnológicos como un factor importante en la implantación y realización de los procesos operativos de la NMX? * Entiéndase como recurso tecnológico las herramientas de ingeniería de software asistida por computadora (CASE)

- ⇒ Si
- ⇒ No

¿Por qué?

7.- ¿Cuáles han sido las herramientas CASE que le han ayudado a generar los productos de trabajo del proceso Administración de Proyectos Específicos (APE) de la NMX?

8.- ¿Cuáles han sido las herramientas CASE que le han ayudado a generar los productos de trabajo del proceso Desarrollo y Mantenimiento de Software (DMS) de la NMX?

9.- ¿Cuáles han sido las herramientas CASE que le han ayudado a realizar las actividades del proceso APE de la NMX?

10.- ¿Cuáles han sido las herramientas CASE que le han ayudado a realizar las actividades del proceso DMS de la NMX?

11.- ¿Cuáles de estas herramientas de software y herramientas CASE han sido utilizadas dentro de la empresa? Favor de marcar con una X las herramientas en el archivo anexo (Hojas 1 y 2)

12.- ¿Qué características debe cumplir una herramienta CASE para que pueda ser considerada y emplearse dentro de la empresa? Favor de marcar con una X las características en el archivo anexo (Hoja 3)

13.- ¿Qué conocimiento ha generado su empresa en cuanto a la adquisición de herramientas de software para la implantación de la NMX? Experiencias, lecciones aprendidas, etc.

Muchas gracias por su cooperación.

Apéndice C. Listado de Herramientas de Software y Características seleccionadas en el instrumento de recolección de datos

C.1 Herramientas de Software seleccionadas por las empresas

Herramientas de Calendarización de Proyectos (NC 1)³

Microsoft Project
Herramientas internas propietarias de las empresas

Herramientas de Construcción de Software (NC 1)

.NET
4GL
ASP
ASP.NET
Assembler
Assembly
C#
HTML
Java Script
PL/SQL
Transact-SQL
VB.NET
Visual C++ de Microsoft
Visual Basic de Microsoft
Visual Studio de Microsoft
XML (Extensible Markup Language)

Herramientas de Control de Versiones (NC 2)

Microsoft Source Safe

Herramientas de Depuración (NC 1)

Visual Studio de Microsoft
Project Builder

Herramientas de Desarrollo de Interfases de Usuario (NC 1)

Visual Studio de Microsoft

Herramientas de Diseño Arquitectónico (NC 1)

Nhibernate

Herramientas de Documentación (NC 1)

Microsoft Office

Herramientas de Gestión de Procesos (NC 2)

Herramientas internas propietarias de las empresas

Herramientas de Minería de Datos (NC 1)

SAP Business Objects

Herramientas de Modelado del Análisis (NC 1)

Microsoft Visio

Herramientas de Modelado de Datos (NC 1)

Microsoft Data Architect ER/Studio

Lenguajes de Descripción Arquitectónica (NC 1)

UML

Sistemas de Gestión de Base de Datos (NC 1)

DBA - ORACLE
DBA - SQL Server
MS SQL
MySQL
ODBC
Oracle (formas)
Oracle (reportes)
SQL - SERVER
Sybase

Software para Colaboración entre Usuarios (NC 2)

Exchange

Software de Gestión del Contenido (NC 2)

Microsoft SharePoint

³ (NC n) – Nivel de capacidad de la herramienta

C.2 Características de Herramientas de Software

Del Proceso de Gestión

Estimación de costo y horarios
Rastreo de proyecto
Análisis y reporte del estado del proyecto
Realizar procesos de gestión

Del Proceso de Implementación de Software

Soporte a la obtención de requerimientos
Soporte al análisis de requerimientos
Soporte a la especificación de requerimientos
Soporte a la Verificación y Validación de requerimientos
Soporte a la gestión de requerimientos

De Modelado

Desarrollo de diagramas
Análisis de diagramas
Especificación de la construcción de modelos
Prototipado

De Construcción

Generación de código
Generación de esquemas de base de datos
Generación de reportes
Compilación
Edición de sintaxis directa
Depuración

Del Proceso de Mantenimiento

Entendimiento del problema
Localización
Análisis de impacto
Ingeniería inversa de datos
Reestructuración del código fuente
Traslación del código fuente

Del Proceso de Documentación

Edición de texto
Edición de gráficas
Edición basada en formas
Publicación
Soporte de hipertexto
Soporte de variaciones

Extracción automática de datos para generar documentos

Del Proceso de Gestión de la Configuración

Control de acceso
Rastreo de modificaciones
Definición y gestión de múltiples versiones
Capacidad de almacenamiento

Del Proceso de Aseguramiento de la Calidad

Gestión de la calidad de datos
Gestión de riesgos

Del Proceso de Verificación

Análisis de especificaciones de trazabilidad
Análisis de la especificación (requerimientos)
Análisis del código fuente

Del Proceso de Validación

Prueba de técnicas de corrección
Análisis de fallos
Análisis de defectos
Entrada de casos de prueba y resultados esperados
Generación de casos de prueba y resultados esperados
Trazabilidad de pruebas
Instrumentación de código fuente
Capturar y reproducir entradas
Conducción de pruebas
Análisis en tiempo de ejecución
Verificación automática de resultados
Análisis estadístico de pruebas
Simulación de operaciones ambientales
Integración de pruebas

Apéndice D. Publicaciones Generadas

A continuación, se presentan las publicaciones obtenidas durante la realización del proyecto:

- 1) Gastelum Ramírez, S. y Flores Rios, B. (2009). Análisis del ISO/IEC 14102 y su asociación con los procesos operativos de la NMX-I-059-NYCE-2005. En *Congreso Nacional de Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería*. Mexicali, México: Universidad Autónoma de Baja California.
- 2) Flores Rios B., Gastélum Ramírez S. and Rodríguez-Elías O. (2010). MODELING KNOWLEDGE FLOWS IN SOFTWARE PROJECT MANAGEMENT PROCESSES. In *Proceedings of the International Conference on Knowledge Management and Information Sharing* (pp. 213-217). Valencia, España.
- 3) Gastelum Ramírez, S. y Flores Rios, B. (2010). Análisis de Taxonomías de Herramientas CASE y su Asociación con los Procesos Relacionados al Desarrollo y Mantenimiento de Software. En *Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento (IISIC 2010)* (pp. 185-193). Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán.