

Optimización del Proceso de Gestión de Información para la Mejora de la Calidad de la Información

Ismael Caballero, Miguel Ángel Blanco, Mario Piattini

¹ALARCOS Research Group, Escuela Superior de Informática, (UCLM).
Paseo de la Universidad 4, 13071, Ciudad Real (España)
{[Ismael.Caballero](mailto:Ismael.Caballero@uclm.es), [Mario.Piattini](mailto:Mario.Piattini@uclm.es)}@uclm.es
MiquelA.Blanco1@alu.uclm.es

Abstract. La calidad de la información es un factor cada día más decisivo para las organizaciones. Por eso, se han abierto muchas líneas de investigación para cubrir aspectos relacionados con esta creciente importancia. Muchos de estos esfuerzos han consistido en definir dimensiones o criterios de calidad para los datos y la información, o en definir metodologías de evaluación. Sin embargo, es necesario definir un marco de trabajo integrado que pueda guiar globalmente a las organizaciones en la evaluación y la mejora de la calidad de datos y de la información. En este artículo se propone un marco de trabajo que intenta llenar este vacío. Este marco de trabajo, basado en el concepto de Proceso de Gestión de Información (PGI), consta de dos componentes principales: Un Modelo de Gestión de la Calidad de la Información estructurado en Niveles de Madurez (CALDEA) y una Metodología para la Evaluación y Mejora de la Gestión de la Calidad de la Información (EVAMECAL). La metodología permite la evaluación de los PGIs más importantes de la organización según los niveles de madurez propuestos por CALDEA, que a su vez sirve como guía para la mejora. También se muestra la aplicación a un caso práctico.

Palabras Claves: Calidad de la Información. Gestión de la Calidad de la Información. Proceso de Gestión de Información. Evaluación y Mejora del Proceso de Gestión de Información.

1 Introducción

Actualmente la información es un factor decisivo para la economía en esta era de las Tecnologías de la Información [16], [20], [47] ya que es básica para la toma de decisiones tácticas, estratégicas u operativas [48], [54]. Investigadores y organizaciones han reconocido en este hecho la necesidad de considerar los datos y la información como uno de los valores más importantes [27]. Una pobre calidad de datos y de información tendrá un impacto negativo sobre la eficiencia global de las organizaciones [7], [40], [48]. Generalmente el aseguramiento de la calidad es un proceso complejo,

en el que la diferencia entre costes y necesidades de calidad queda íntimamente vinculado por el contexto de aplicación y por los requisitos de la organización [6].

Las organizaciones necesitan una guía para los esfuerzos de evaluación y mejora de la calidad de la información de una forma integradora, coordinando y organizando los recursos para que se pueda alcanzar cierto grado de eficiencia en el tratamiento de sus datos teniendo en cuenta el conocimiento sobre la organización y los “*procesos de fabricación de información*” [56]. Estos esfuerzos comienzan con la evaluación del estado actual de la calidad de los datos y de la información. Algunas investigaciones proporcionan varias medidas para la valoración de la calidad de la información y metodologías para la evaluación [13, 15, 27, 42, 45, 48, 58, 59], pero ninguna de ellas trata sobre cómo optimizar la calidad de la información coordinando esfuerzos o compromisos que alcancen a las organizaciones globalmente cubriendo aspectos teóricos y prácticos.

En [16] se establecen las siguientes cuatro características que debe proporcionar un buen marco de trabajo de calidad de la información: un conjunto sistemático y conciso de criterios para evaluar la información, un esquema para analizar y resolver problemas de calidad de información, las bases para la gestión proactiva de calidad de la información y a la comunidad investigadora, un mapa conceptual que pueda usarse para estructurar varias teorías y fenómenos relacionados con la calidad de datos.

Nuestro objetivo es el desarrollo de un marco de trabajo integrador, que satisfaga las condiciones anteriores y cuyo propósito sea ayudar a las organizaciones a alcanzar sus objetivos de calidad de información mediante una gestión apropiada y organizada.

Nuestra propuesta está basada en dos principios: considerar la información como un producto [56] (lo que permite mirar la información desde un punto de vista ingenieril [4, 39] y poder aplicar los fundamentos de calidad de un proceso típico de producción [10, 11, 38]) y el concepto de Proceso Software dado por [19] (lo que permite estudiar mejor cómo se gestiona la fabricación). Estos dos principios sirven para definir el concepto de **Proceso de Gestión de Información (PGI)** como una visión unificada de ambos procesos, *Producción de la Información y Gestión de la Calidad de la Información*. Un PGI, por tanto, permite modelar cómo se produce la información y cómo se gestiona su calidad para una aplicación específica. Así para optimizar la calidad de la información debe evaluarse y optimizarse el PGI. La propuesta que se presenta da soporte a la evaluación y mejora del PGI. Aunque existen varios marcos de trabajo para la evaluación y la mejora de los procesos software, como CMM [28, 46], CMMI [50], ISO 9001 [9], BootStrap [3] y SPICE [35], ninguno de ellos se centran en la calidad de la información. Para evaluar un PGI específico es necesario compararlo con otro que se tome como referencia. La propuesta presenta ese modelo de referencia, especificando las actividades que se deben ejecutar para asegurar distintos objetivos de calidad de datos y de información en diferentes contextos. Para mejorar el PGI es necesario dar una serie de pasos, encaminados a añadir al PGI las actividades del modelo de referencia que no incluye. Como resultado, nuestra propuesta define dos componentes principales:

- Un Modelo de Gestión de Calidad de la Información basada en Niveles de Madurez, llamado **CALDEA**, donde se establecen distintas Áreas Clave de Procesos (ACPs) que agrupan las actividades a las que se hacía referencia

anteriormente. La razón de esta estructura en niveles es permitir conocer el avance en la mejora de la calidad de datos y de información.

- Una Metodología para la Evaluación y Mejora de la Calidad de información, conocida como **EVAMECAL**, parecida a CBA-IPI [12], SCAMPI [53] o SPICE [36], que consiste en un conjunto de pasos que proporciona una base para la medición y ejecución de la mejora de la calidad de datos y de la información a través de una gestión proactiva.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma: La sección 2, resume brevemente CALDEA. La 3, describe EVAMECAL. La 4, muestra la aplicación práctica del marco de trabajo a un caso de estudio y la 5, detalla algunas conclusiones de las líneas generales y algunas líneas de trabajo de investigación futuro.

2 CALDEA: Un Modelo de Calidad de Datos y de Información basado en Niveles de Madurez.

CALDEA define cinco Niveles de Madurez de Gestión de la Calidad de la información para un PGI: Inicial, Definición, Integración, Gestión Cuantitativa y Optimizante. Los niveles se han estructurado teniendo en cuenta los distintos objetivos de calidad de la información y sus importancias relativas, proporcionando un conjunto sistemático y conciso de criterios que puede ser usados para garantizar la calidad buscada [16]. CALDEA identifica las ACPs técnicas y de gestión que recogen objetivos específicos de calidad de información. Cada ACP contiene en actividades, que se pueden ejecutar usando técnicas, prácticas y herramientas. La elección de las ACPs para cada nivel, y sus correspondientes actividades y tareas están basadas en dos pilares: las ACPs de CMMI [50] y las lecciones aprendidas como resultado de nuestras experiencias en las distintas iniciativas en las que hemos participado.

2.1 Nivel Inicial

Un PGI se encuentra en el Nivel Inicial cuando no se realiza ningún esfuerzo para alcanzar los objetivos de calidad de información.

2.2 Nivel de Definición

Un PGI está en este nivel cuando se ha definido y planificado. Esto implica identificar todos sus componentes y sus relaciones. Se tienen que satisfacer las siguientes ACPs:

- **(GEGCDI) Gestión del Equipo de Aseguramiento de Calidad de la Información.** Las iniciativas de gestión de calidad de datos y de información necesitan personas que puedan dar soporte a las actividades que se deben realizar. Estas personas deben trabajar en concordancia con las ideas y las tendencias de la organización y deben estimular a la plantilla mostrando un compromiso con las políticas de calidad de información [2], haciendo esfuerzos para satisfacer las ACPs

del modelo de madurez. [49] señala la necesidad de que los altos directivos se impliquen en las iniciativas de calidad de datos y de información.

- **(GP) Gestión de Proyecto para PGI.** El objetivo de esta ACP es crear un plan para coordinar y organizar los esfuerzos y redactar un documento, que describa claramente una agenda de actividades y un presupuesto en recursos para optimizar el PGI. Este documento se puede realizar de acuerdo a [31].
- **(GR) Gestión de Requisitos de Usuarios.** Los requisitos de usuarios deben ser recogidos y documentados convenientemente. Se deben identificar tres clases de requisitos [57]: los relacionados con el producto final de información (ERU-PI), los relacionados con el PGI (ERU-PGI) y los relacionados con la Calidad de la Información (ERU-CI). Estos tres grupos de requisitos son el punto de partida para modelar el PGI. Existen técnicas y herramientas que pueden ayudar a desarrollar cada documento [33], y alguna más específica para aspectos concretos como, IP-MAP [51], que bien podría ser utilizado para modelar el PGI.
- **(FS) Gestión de Fuentes de Datos y Destinos de Producto de Información.** Por las características de los datos, es necesario identificar y documentar las fuentes de datos y los objetivos de los datos de ERU-PGI para evitar problemas de redundancia y de formato de intercambio de los datos [43]. En [1, 5] se discute estos temas y sugiere formas para tratar la información de múltiples fuentes. En almacenes de datos se deben usar herramientas como ETLs para unificar la semántica y los formatos de datos [13].
- **(ADM) Gestión de Proyecto de Mantenimiento, Desarrollo o Adquisición de Bases de Datos o Almacenes de Datos.** Los datos usados como materias primas deben ser recogidos y almacenados en BD apropiadas o en almacenes de datos. Para asegurar mejor la calidad de la información, es mejor elaborar un proyecto para la gestión de la adquisición, desarrollo o mantenimiento de un SGBD o un almacén de datos, debiendo soportar los requisitos establecidos en ERU-PI, ERU-CI y ERU-PGI. Esta ACP permite incluir otras actividades como Aseguramiento de la Calidad de los Datos [37].
- **(GCI) Gestión de la Calidad de la Información en Componentes PGI.** El uso de métricas para medir la eficiencia del PGI permite ayudar a mejorarlo. Es necesario identificar a partir de las ERU-CI tanto las dimensiones de calidad de la información (como se propone en [34] para el software) para cada uno de los componentes que se debe controlar [26, 27], como las métricas que mejor se adapten a cada una de estas dimensiones [15, 39, 47]. Para conseguir que nuestro marco sea lo más genérico posible, no se propone ninguna dimensión como obligatoria, ya que esto no es posible salvo para contextos concretos[47]. Como guía, suele utilizarse como estándar el conjunto de dimensiones de calidad de datos propuesto por [54]. Como ayuda en esta labor, se puede utilizar una metodología genérica como [32] o GQM descrita en [55]. Autores como [2, 5, 8] han propuesto métricas para la mejora de componentes específicos de un PGI. Para obtener medidas más fiables es interesante automatizar el proceso de medición como sugiere [24].

2.3 Nivel de Integración

Un PGI está en un Nivel de Integración cuando además de haber ejecutado el Nivel de Definición, se realizan esfuerzos para asegurar que el PGI cumpla con los requisitos, estándares y políticas de calidad de la información que marca la organización. Implica estandarizar lo aprendido en las diferentes experiencias de calidad de la información, a través de estándares y políticas de calidad de la información para evitar errores previos y permitir un mejor trabajo en el futuro. Las ACPs que se tienen que cumplir son:

- **(VV) Validación y Verificación de Componentes del PGI y Productos de Información.** Tanto los productos de información como los componentes del PGI tienen que ser verificados y validados para corregir defectos y diferencias con las ERUs. Se podría usar las inspecciones de software [17, 22], adaptadas a los aspectos de calidad. Una metodología más específica que se puede usar es, *data testing* propuesta por [41], extendida al PGI. Se podría diseñar y redactar un plan de pruebas para coordinar los esfuerzos relativos a la validación y a la verificación [30].
- **(GIR) Gestión del Impacto de la Calidad de Información y de los Riesgos.** Es necesario determinar el impacto sobre la organización de una pobre calidad de la información en el PGI y acotar qué riesgos se producirán si se asume [13]. [21] propone una metodología que se puede adaptar a aspectos de calidad de la información para recoger y documentar todos los riesgos.
- **(GE) Gestión de la Estandarización de la Calidad de la Información.** Todas las lecciones aprendidas a través de la experiencia se deben recoger, documentar y transmitir a la base de conocimientos de la organización, Un ejemplo de proceso de estandarización podría ser el sexto proceso de TDQM [14].
- **(GPO) Gestión de las Políticas de Calidad de la Información Organizativa.** Una forma de implementar todos los esfuerzos mencionados anteriormente, consiste en la definición de políticas de calidad de la información basadas en estándares previamente definidos, que afectan a la organización.

2.4 Gestión cuantitativa

Un PGI se encuentra en este nivel cuando además de haberse consolidado el Nivel anterior, se han definido e implementado varios Planes de Medidas y los procedimientos de medidas se han automatizado. El objetivo de este nivel es obtener una conformidad cuantitativa automatizada de que el rendimiento del PGI en un periodo razonable de tiempo permanece fiel a los requisitos de calidad de datos y de información en términos de variación y la estabilidad según un conjunto fiable de medidas de dimensiones de calidad de la información para el PGI [18]. Las ACPs de este nivel son:

- **(GPM) Gestión de Planes de Medición del PGI.** El objetivo de esta ACP es conseguir métricas que se pueden usar para comprobar la conformidad de las especificaciones [23, 43]. Como afirma [44], un plan para la medición de la calidad del software comienza con la decisión de tomar medidas e implica elegir “*qué*”, “*cuándo*” y “*cómo*” medir, cómo representar esas medidas y “*a quién*”. Autores como [13, 43] proponen el uso de diagramas de control como forma de represen-

tar los datos referentes al PGI. Otra forma de mostrar los resultados es el uso de diagramas de Kiviati como propone [29].

- **(GAPM) Gestión para la Automatización de Planes de Medida.** Para conseguir un aumento de fiabilidad y repetibilidad de las medidas, algunos de los procedimientos de medidas y algoritmos (definidos en GM) deben ser automatizados [24].

2.5 Nivel de Mejora

Un PGI se dice que está en un Nivel Optimizante cuando además de gestionar cuantitativamente la obtención de medidas, éstas se usan para desarrollar un proceso continuo de mejora. Las dos siguientes ACPs deben satisfacerse:

- **(GPD) Análisis Causal para la Gestión de Prevención de Defectos.** El Control Estadístico del Proceso (CEP) pueden aplicarse para detectar defectos de calidad de información e identificar sus causas. Las conclusiones obtenidas proporcionan una base para eliminar defectos detectados en los recursos afectados. [52] ofrece un marco de trabajo para prevenir los defectos.
- **(GIDO) Gestión de la Innovación y del Desarrollo de la Organización.** Son las bases para el concepto de mejora continua. Similar al anterior ACP, los resultados se pueden usar para mejorar el PGI.

3 EVAMECAL: Una Metodología para la Gestión del Aseguramiento y la Mejora de la Calidad de la Información.

Antes de comenzar la presentación de la metodología es interesante explicar los términos en los que se va a llevar a cabo la evaluación y la mejora. Los diferentes estados para cada elemento del marco pueden ser clasificados como sigue:

- Cada Nivel de Madurez puede estar en uno de estos estados: {“*Consolidado*”, “*No Consolidado*”}.
- Cada ACP puede estar en uno de estos estados: {“*Completamente Satisfecho*”, “*Satisfecho*”, “*Parcialmente Satisfecho*”, “*No Satisfecho*”}.
- Cada actividad en las ACPs puede estar en uno de estos estados: {“*Completamente Ejecutado*”, “*Ejecutado*”, “*Parcialmente Ejecutado*”, “*No Ejecutado*”}
- Cada componente puede estar en uno de estos estados: {“*Completamente Optimizado*”, “*Optimizado*”, “*Parcialmente Optimizado*”, “*No Optimizado*”}.

Para definir cuándo un elemento alcanza un estado concreto, una primera aproximación consiste en que cada organización defina sus propios criterios. Esta solución tiene dos problemas: en primer lugar, no es posible reflejar el grado de importancia que tiene cada elemento para la calidad global de la información; y en segundo lugar no sería posible comparar dos organizaciones, si cada una toma criterios diferentes.

Para solucionar el primer problema, se introdujo el concepto de *Grado de Criticidad(GC)* para cada elemento del modelo, definiendo así una guía de mejora: se debe optimizar antes los más críticos. Como complemento a este GC se definió para cada elemento el concepto de *Valor de Calidad de la Información (VCI)*, como la media ponderada de la calificación que obtuviese cada subelemento en la valoración. Con el VCI se puede definir rangos de valores aceptables para cada uno de los estados en los que pueden estar los elementos. La tabla 1 muestra los distintos GCs del marco; estos valores han sido propuestos en base a nuestra experiencia. También se han propuestos (al estilo de [36]) rangos de valores para cada estado de cada uno de los elementos del marco, aunque no muestran por restricciones de espacio del artículo.

La validación teórica y empírica de estos GCs y de los rangos representa parte de nuestra futura línea de investigación en aras de una mayor aplicabilidad independientemente del contexto de la organización.

Tabla 1. Grados de criticidad.

GRADOS DE CRITICIDAD	
Nivel de Definición	
(GEGCDI) Gestión de un Equipo para la Gestión de Calidad de los Datos y la Información.	10 %
(GP) Gestión de Proyectos para PGI	15 %
(GR) Gestión de Requisitos de Usuarios.	25 %
(FS) Gestión de Fuentes de Datos y Destinos de Producto de Información	10 %
(ADM) Gestión de Proyecto de Mantenimiento, Desarrollo o Adquisición de Bases de Datos o Datawarehouse	25 %
(GCI) Gestión de la Calidad de la Información en Componentes PGI.	25%
Nivel de Integración	
(VV) Validación y Verificación de Componentes del PGI y Productos de Información	25%
(GIR) Gestión del Impacto de la Pobre Calidad de Información y de los Riesgos.	25%
(GE) Gestión de la Estandarización de la Calidad de la Información	25%
(GPO) Gestión de las Políticas de Calidad de la Información Organizativa.	25%
Nivel de Gestión Cuantitativa	
(GPM) Gestión de Métricas del PGI	70 %
(GAPM) Gestión para la Automatización de Planes de Medida	30 %
Nivel de Mejora	
(GPD) Análisis Causal para la Gestión de Prevención de Defectos	50%
(GIDO) Gestión de la Innovación y del Desarrollo de la Organización	50%

3.1. La Metodología

EVAMECAL tiene como principal objetivo la evaluación y mejora de un PGI de una organización dada. Sigue el modelo TDQM de Definir-Medir-Analizar-Mejorar, le añade un nuevo paso para la estandarización de las lecciones aprendidas.

La definición de objetivos, los procesos de medida, los criterios de análisis y los planes de mejora se han establecidos en los términos de calidad de información dados por CALDEA. Brevemente resumido, EVAMECAL puede ser enunciado como sigue:

1. **Medir el estado actual del nivel de madurez.** El objetivo es determinar cuál es el estado actual del PGI en términos de niveles de madurez y de los sus componentes en términos de sus VCI. Para ello, se realizan cuestionarios, y si se han definido métricas, se toman medidas en relación con los componentes del PGI, para calcular los VCI.

2. **Definir objetivos de mejora en términos de niveles de madurez de calidad de información.** Una iniciativa de calidad de información debe definir un plan que cubra los objetivos a mejorar. Estos objetivos han de expresarse en términos de niveles de madurez o de incrementos de VCI.
3. **Desarrollar un plan para la mejora teniendo en cuenta los objetivos marcados.** Un plan establece qué acciones deben ser ejecutadas para obtener el conjunto de mejoras definidos en la fase 2. También define cuándo, cómo y quién debe ejecutar estas acciones, por quién y qué recursos están implicados.
4. **Comprobar la eficiencia del plan de mejora.** Para cotejar la eficiencia del plan de mejora es necesario volver a realizar la evaluación, y comprobar si se han alcanzado los objetivos de calidad de información deseados.
5. **Estandarizar las lecciones aprendidas para evitar futuros problemas.** El Equipo de Aseguramiento de Calidad de Información debe estandarizar el conocimiento adquirido a través de experiencias para evitar futuros problemas y conseguir mejores resultados.

4 Aplicación Práctica del Marco de Trabajo a un Caso de Estudio.

A fin de validar empíricamente el marco de trabajo, se ha aplicado a diferentes PGI de varias organizaciones. A continuación se presentan los resultados obtenidos cuando se aplicó a un PGI de una organización con experiencia en gestión de información. EVAMECAL fue aplicado siguiendo los pasos previamente descritos. El resultado de los cuestionarios se presenta en las siguientes secciones, 4.1, 4.2 y 4.3.

4.1 Descripción de la compañía

La principal actividad de la compañía es desarrollar software. Poseen un sólido conocimiento y formación en estándares de calidad de software e Ingeniería del Software. La compañía ha obtenido la certificación ISO 9000. Los servicios que ofrece son consultoría, desarrollos a medidas, formación, atención técnica, ventas de licencias, bases de datos y administración de almacenes de datos, proyectos de planificación de sistemas y migración a importantes SGBD. Con un total de ochenta y nueve empleados, los dieciocho del Departamento de Sistemas son los que organizan los recursos que dan soporte informático al resto de los departamentos.

4.2 Caracterización del estudio del PGI

Entre todos los PGI de la organización, el marco de trabajo se aplicó al Proceso de Gestión de Formación, que es responsabilidad del Departamento de Consultoría. El principal objetivo del PGI estudiado es la gestión de los datos relativos a la formación, consistente en satisfacer demandas internas y externas para la formación, eligiendo quién va a ser el formador, determinando qué recursos se van a usar y gestio-

nando distintos aspectos de calidad de la formación. Este proceso está adecuadamente especificado y documentado en el manual de calidad de la empresa.

Existen formularios para recoger datos sobre cursos demandados y para las evaluaciones de la calidad de los ejercicios propuestos, materiales didácticos proporcionados, y para la capacidad de los profesores, instalaciones, asistencia y uso de recursos.

La organización utiliza para la gestión de estos temas una aplicación llamada SINCRO, desarrollada internamente. Uno de los empleados del Departamento de Consultoría, es el responsable de transcribir datos de los formularios a la aplicación y obtener la información que será transmitida a la persona adecuada.

4.3 Evaluación y mejora de PGI

Todas las preguntas de los informes se realizaron al Director del Departamento de Consultoría. Los resultados de las encuestas se resumen en que salvo las ACPs del nivel 2 (*FS*) *Gestión de Fuentes de Datos y Destinos de Producto de Información* y (*ADM*) *Gestión de Proyecto de Mantenimiento, Desarrollo o Adquisición de Bases de Datos o Datawarehouse*, están en el estado “*Parcialmente Satisfecho*”. El resto de las ACPs del nivel 2 y superiores están en el estado de “*No Satisfecho*”. Por tanto la evaluación para el PGI propuesto determina que el nivel 2 o de Definición está en el estado de “*No Consolidado*”

Como parte del plan de mejora, y teniendo en cuenta el grado de criticidad de cada ACPs, se propusieron las siguientes recomendaciones para consolidar el nivel 2:

- A. Formar un Equipo para la Gestión de la Calidad de la Información que asuma la responsabilidad de gestionar el PGI.
- B. Gestionar adecuadamente los requisitos de los usuarios.
- C. Identificar y definir tanto fuentes de datos como destino de los productos de información y los formatos de intercambio de datos.
- D. A partir las ERU, gestionar adecuadamente las dimensiones de calidad de la información para cada uno de los componente del PGI.
- E. Modificar la base de datos o el almacén de datos para dar soporte a información de calidad.
- F. Planificar un proyecto para el desarrollo del PGI.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo se ha presentado un marco de trabajo para la evaluación y mejora de la calidad de la información a través de la gestión. Consta de un Modelo de Calidad de Información basado en Niveles de Madurez (CALDEA) y una Metodología para la Evaluación y Mejora (EVAMECAL). Esta estructura satisface las cuatro condiciones mencionadas previamente: Como CALDEA está estructurado en niveles de madurez se proporciona un conjunto sistemático y conciso de criterios para evaluar la calidad de la información, satisfaciendo la primera condición. Definiendo ACPs (algunas orientadas a la gestión) para cada nivel se proporciona una base para la gestión proac-

tiva, satisfaciendo así la tercera condición. Y finalmente, estando el modelo estructurado en niveles por fases (donde se agrupan ACPs, actividades, herramientas, técnicas y estándares) se facilita un mapa conceptual para que la comunidad investigadora pueda abordar una gran variedad de planteamientos, teorías y fenómenos relacionados con la calidad de la información, satisfaciendo la cuarta condición. Por otro lado, EVAMECAL proporciona un esquema para analizar y resolver problemas relacionados con la calidad de la información, satisfaciendo la segunda condición.

Para el futuro, tenemos varias intenciones: en primer lugar, finalizar nuestra línea actual de investigación, refinando CALDEA y EVAMECAL aplicándolas a diferentes clases de organizaciones (hemos aplicado ya el marco de trabajo a algunas organizaciones con más o menos éxito); por otro lado, queremos estudiar la utilidad de las técnicas, herramientas y prácticas actuales o emprender el desarrollo de las que no existan, para tener una colección de técnicas y herramientas recomendables para los distintos contextos.

6 Agradecimientos

Esta investigación es parte de los proyectos CALIPO –financiado por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (TIC2003-07804-C05-03)- y MESSENGER – financiado por la Consejería de Ciencia y Tecnología de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (PCC-03-003-1).

Referencias

1. Ballou D., Wang R., Pazer, H., and Tayi, G.K. Modeling Information Manufacturing Systems to Determine Information Product Quality. *Management Science* 44(4), Pp. 462-484, 1998
2. Ballou, D. and Tayi, G.K. Enhancing data quality in Data Warehouse Environments. *Communications of the ACM*, Vol 42, No I. January 1999.
3. Bicego, A., and Kuvaja, D. Bootstrap, *Europe's Assesment Method*, IEEE Software, 1993, Pp. 93-95.
4. Bobrowski, M., Marré, M., and Yankelevich, D. A Software Engineering View of Data Quality. *Proceedings of Second International Software Quality in Europe*. Belgium. November 1998.
5. Bouzeghoub, M. and Kedad, Z. A quality-based framework for Physical Data Warehouse Design". *Proceedings of the International Workshop on Design and Management of Data Warehouse (DMDW'2000)* Stockholm, Sweden, June 5-6, 2000.
6. Bringel, H., Caetano, A., Tribolet, J. Business Process Modeling Towards Data Quality Assurance. *Proceeding of ICEIS'2004*. Pp 565-568. Porto, Portugal. 2004
7. Burgess, M.S.E., Gray, W.A., Fiddian, N.J. A flexible quality framework for use within information retrieval *Proceedings of the Eighth International Conference on Information Quality (ICIQ'2003)*. Pp 297-313. 2003
8. Calero, C. and Piattini, M. Metrics for databases: a way to assure the quality. In: *Information and Database Quality*. Kluwer Academic Publishers. Pp. 57-84. 2002

9. Coallier, F. How ISO 9001 fits into the software world, *IEEE Software*. Pp 98 -100. January 1994
10. Crosby, P.B. *Quality is free*. New York, New York: McGraw Hill, 1979
11. Deming, W.E. *Out of the crisis*. Cambridge, MA. MIT Center for advanced engineering study, 1986
12. Dunaway, D. K. CMM SM -Based Appraisal for Internal Process Improvement. (CBA IPI) Lead Assessor's Guide (CMU/SEI-96-HB-003). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1996.
13. English, L.P. Improving Data Warehouse and Business Information Quality: Methods for reducing costs and increasing Profits. Willey & Sons, 1999.
14. English, L.P. Total Quality data Management (TQdM), Methodology for Information Quality Improvement. In: *Information and Database Quality*. Kluwer Academic Publishers. Pp. 85-110. 2002
15. Eppler, M. J. *Managing Information Quality*. Springer. Germany. 2003.
16. Eppler, M. J. and Wittig, D. Conceptualizing Information Quality: A review of Information Quality Frameworks from the last ten years." *Proceedings of the 2000 Conference on Information Quality*. Pp 83-96
17. Fagan, M. Design and Code Inspections to Reduce Errors in Program Development. IBM Systems Journal 15, 3 Pp 182-211. 1976
18. Florac, W, A.and Carleton, A.D. Using Statistical Process Control to Measure Software Process. In *Fundamental Concepts for the Software Quality Engineer*. Taz Daughtrey Editor. American Society for Quality. Pp.133-144. 2002.
19. Fuggeta, A. Software Process: A roadmap. The future of Software Engineering, ed. A. Finkelstein ACM, Press. Pp.27-34. 2000
20. Gertz, M., Tamer, M., Saake, G. Sattler, K., Report on the Dagstuhl Seminar "Data Quality on the web". *Proceedings of SIGMOD record*. Vol.33, No.1. March 2004.
21. Getto G. (2002) Risk Management Supporting Quality Management of Software Acquisition Projects. In *Fundamental Concepts for the Software Quality Engineer*. Taz Daughtrey Editor. American Society for Quality. Pp. 25-38, 2002
22. Gilb, T. and Graham D. *Software Inspection*. London: Addison-Wesley Longmain. 1993
23. Grimmer, U., and Hinrichs, H. A methodological approach to data quality management supported by data mining. *Proceedings of the Sixth International conference on Information Quality*. Pp 217-232. 2001
24. Hinrichs, H. CLIQ- Intelligent Data Quality Management. *Proceedings of the fourth IEEE international Baltic Workshop on databases and Information System*. 2000
25. Hinrichs, H. and Aden, T. An ISO 9001:2000 compliant quality management System for Data Integration in Data Warehouse System. *Proceedings of the International Workshop on Design and Management of Data Warehouse (DMDW'2001)* Interlaken, Switzerland, June 4, 2001
26. Hoxmaier, J.A. Dimensions of Database Quality. In *Developing Quality Complex Database Systems: Practices, Techniques, and Technologies*. Editor Shirley Becker. Idea Group Publishing. 2001
27. Huang, K.T., Lee, Y., Wang, R. *Quality Information and Knowledge*. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1999
28. Humphrey, W. *Managing the software process*, Addison – Wesley, Reading Mass. 1989
29. Humphrey, W. The Software Standard Profile. In *Fundamental Concepts for the Software Quality Engineer*. Taz Daughtrey Editor. American Society for Quality. Pp. 3-16. 2002
30. IEEE STD 1012-1986 IEEE Standard for Software Verification and Validation Plans.
31. IEEE STD 1058.1-1987 IEEE Standard for Software Project Management Plans.
32. IEEE STD 1061-1992. IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology.

33. IEEE STD 830-1998. IEEE Standard guide to Software Requirements Specification. IEEE New York (USA) IEEE Computer Society.
34. ISO/IEC 9126: Information technology – Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their use, ISO/IEC Standard 9126, Geneva, 2001.
35. ISO IEC 15504 TR2: 1998, part 2: A reference model for processes and process capability, ISO/IEC JTC1/SC7, 1998.
36. ISO IEC 15504 TR2: 1998, Software Process Assessment – Part 7: Guide for use in process improvement, ISO/IEC JTC1/SC7, 1998.
37. Jarke, M., and Vassiliou, Y. (1997). Data Warehouse Quality: A review of the DWQ Project. *Proceedings of Second Conference on Information Quality*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge
38. Juran, J.M. *Juran on Planning for Quality*. New York, New York: McMillan. 1988
39. Kahn, B., Strong, D., Wang, R. “Information Quality Benchmarks: Product and Service Performance”. *Communications of the ACM* April 2002/Vol. 45, No. 4
40. Kim, W., Choi, B., Towards Quantifying Data Quality Costs in *Journal of Object Technology*, Vol. 2, no.4., Pp. 69-76.July-August 2003
41. Kiszkurno, E., Yankelevich, D., Data Testing. ASSE 2001 Proceedings of SADIO. 2001
42. Lee, Y.W., Strong, D., Kahn, B., Wang, R. AIMQ: a methodology for information quality assessment. *Information & Management*, 2001
43. Loshin D. *Enterprises Knowledge Management: The Data Quality Approach*. Morgan Kauffman, San Francisco (California), 2001
44. Meredith, D.C. Managing with Metrics: Theory into Practice. In *Fundamental Concepts for the Software Quality Engineer*. Taz Daughtrey Editor. American Society for Quality. 2002 Pp145-154
45. Olson, J. E. *Data Quality: the accuracy dimension*. Ed. Morgan Kaufmann Publishers. 2003
46. Paulk, M., C. Weber, B. Curtis, and Chrissis, M. *The Capability Maturity Model Guideline for Improving the software Process*, Addison-Wesley, Reading, Mass. 1995
47. Pipino, L., Lee, Y., and Wang, R. Data Quality Assessment. *Communications of the ACM* April 2002/Vol. 45, No. 4
48. Redman, T.C. *Data Quality for the Information Age*. Artech House Publishers, Boston. 1996
49. Redman, T.C. *Data Quality: The Field Guide*. Digital Press. 2001
50. SEI. Capability Maturity Model[®] Integration (CMMISM), Version 1.1 CMMISM (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1) Staged Representation CMU/SEI-2002-TR-012 ESC-TR-2002-012. In <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/02.reports/02tr002.html> (last access on June 2004)
51. Shankaranarayanan, G. Wang, R., Ziad, M. IP-MAP: Representing the Manufacture of an Information Product. *Proceedings of the 2000 Conference on Information Quality*. 2000
52. Smith, C., and Heights, A. Defect Prevention: The road less Traveled. In *Fundamental Concepts for the Software Quality Engineer*. Taz Daughtrey Editor. American Society for Quality.2002
53. Standard CMMI SM Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI SM), Version 1.1: Method Definition Document. CMU/SEI-2001-HB-001.
54. Strong, D.M., Lee, Y. W., Wang R.Y. Data Quality in context. *Communications of the ACM.*, pp 103-110. May 1997
55. Van Soligen, R. and Berghout, E. The Goal/ Question/Metric Metodology: a practical guide for quality improvement of software development. Ed McGraw-Hill. 1999
56. Wang, R., A product perspective on data quality management. *Communications of the ACM*. Vol 41(2) pp58-65. February 1998

57. Wang, R., Kon, H., and Madnick S. Data Quality Requirements Analysis and Modeling. Published in the *Ninth International Conference of Data Engineering* Vienna, Austria., Pp 670 – 677. 1993
58. Wang, R., Strong, D., Guarascio, L.M. Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers. *Journal of Management Information Systems*, , Volume 12, No. 4. pp. 5-33. Spring 1996
59. Wang, R., Ziad, M., Lee, Y.W. *Data quality*. Kluwer Academic Publishers. Massachusetts (USA). 2001