

Modelo de evaluación de datos utilizando el enfoque GQM

Julieta Calabrese ¹ , Silvia Esponda , Ariel Pasini , Patricia Pesado 

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)*
Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata
50 y 120 - La Plata - Buenos Aires

*Centro Asociado Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs. As. (CIC)

¹Becaria UNLP

{jcalabrese, sesponda, apasini, ppesado}@lidi.info.unlp.edu.ar

Abstract: Las organizaciones actuales manejan grandes cantidades de datos. Poder mejorar y mantener la calidad de los mismos es uno de los grandes desafíos que enfrentan dichas organizaciones hoy en día. Para este fin, existen estándares definidos por ISO destinados a medir la calidad de los datos en función de un conjunto de características inherentes y dependientes del sistema. Se presenta MED, un modelo de evaluación de datos destinado a medir las características propuestas por ISO/IEC 25012 mediante el enfoque GQM (Goal, Question, Metric). Dicho enfoque se aplica en el diseño de una evaluación, la cual posteriormente será ejecutada bajo la estructura definida en ISO/IEC 25040.

Keywords: Calidad de datos – ISO/IEC 25012 - ISO/IEC 25040 - GQM

1. Introducción

En los últimos años, es cada vez más notoria la importancia de los datos en una organización. El avance digital está influyendo en todos los sectores y ha convertido a los datos en el recurso más potente y en un aspecto clave para la toma de decisiones; sin embargo, estos sectores no suelen disponer de recursos accesibles que evalúen la calidad de sus datos.

Es muy común notar que los datos se ven afectados por factores negativos: ruido, valores perdidos, inconsistencias, un tamaño demasiado grande en cualquier dimensión (número de atributos e instancias), entre otros. Está demostrado que una baja calidad de los datos conduce a una baja calidad del conocimiento. Es por ello que el no contar con datos de calidad puede generar grandes consecuencias en la organización al momento de querer destacarse en el mercado actual y de prestar un mejor servicio que cumpla con las exigencias del cliente.

La mayoría de las empresas son conscientes de que el uso de la información genera mayor ventaja competitiva al momento de ofrecer servicios y productos acordes a las necesidades. Por este motivo, las empresas se respaldan en el uso de normas y estándares.

Este contexto centra nuestra atención en los estándares definidos por ISO. La familia ISO/IEC 25000 (mayormente conocida como SQuaRE: Software Product Quality

Requirements and Evaluation) nace en el año 2005 para dar respuesta a las necesidades actuales de las organizaciones. Su objetivo es la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad de un producto software desde diferentes aspectos. Dentro de la familia ISO/IEC 25000, el estudio se enfoca en las normas ISO/IEC 25012 - “Data Quality Model” [1], la cual define un conjunto de características destinadas a evaluar la calidad de los datos, e ISO/IEC 25040 - “Evaluation process” [2], que define el proceso de evaluación a llevar a cabo.

Lograr medir las características definidas en la ISO/IEC 25012 es de suma importancia, ya que eso conlleva a obtener datos de mejor calidad enfocando la mejora de los mismos en el ámbito que lo requiera. Bajo este contexto, es de interés brindar una solución para lograr medir dichas características mediante la utilización del enfoque GQM (Goal, Question, Metric) [3].

El enfoque GQM es un método orientado a obtener una métrica que mida cierto objetivo a través de la utilización de preguntas. Se desarrolla identificando uno o más objetivos de calidad y elaborando preguntas que detallan a los mismos de la manera más completa posible. Posteriormente, se definen las métricas que tendrán un único resultado en base a las respuestas a dichas preguntas con el fin de identificar el nivel de aceptación con respecto al objetivo definido. Finalmente, se desarrollan mecanismos de validación y análisis de resultados.

El presente trabajo propone brindar un prototipo de herramienta denominado MED (Modelo de Evaluación de Datos) con el fin de diseñar y realizar una evaluación de calidad basada en ISO/IEC 25040 utilizando el modelo definido en ISO/IEC 25012 y el enfoque GQM. El principal objetivo está enfocado en conocer el estado de los datos de una organización mediante el nivel de un conjunto de características de calidad asociadas a dichos datos.

En la siguiente sección se describen las estructuras de las normas ISO/IEC 25012 e ISO/IEC 25040, haciendo hincapié en las características asociadas a los datos. En la tercera sección se define GQM y sus principios. En la cuarta sección se presenta MED, el modelo de evaluación de datos destinado a realizar el diseño de una evaluación utilizando las características definidas en ISO/IEC 25012 y el modelo GQM. Posteriormente, se realiza una evaluación de datos basada en ISO/IEC 25040 aplicando el diseño definido y finalmente se exponen las conclusiones y la bibliografía.

2. ISO/IEC 25000

La familia ISO/IEC 25000 (SQuaRE) propone un conjunto de normas que tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad de un producto de software desde diferentes aspectos. Es de interés destacar en el marco de este artículo las normas ISO/IEC 25012 e ISO/IEC 25040.

2.1 ISO/IEC 25012 – Data quality model

La calidad de los datos es un factor clave en cualquier organización, ya que los mismos representan a la información de una manera formal y adecuada para la comunicación, la interpretación o el procesamiento. ISO/IEC 25012 define un modelo general de calidad

para aquellos datos que están representados en un formato estructurado dentro de un sistema informático, y tiene como objetivo presentar una visión integrada de los mismos para garantizar la interoperabilidad de los sistemas. La norma está compuesta por un conjunto de quince características, las cuales se clasifican en dos grandes grupos:

Calidad de Datos Inherente: Grado con el que las características tienen el potencial de satisfacer las necesidades establecidas y necesarias cuando los datos son utilizados bajo condiciones específicas. Desde el punto de vista inherente, la calidad de datos hace referencia a:

- Valores de datos para el dominio y sus posibles restricciones (ej., Reglas de negocio con la calidad requerida por las características en una aplicación)
- Relaciones entre valores de datos (ej., Consistencia)
- Metadatos (ej., Autor, Formato, etc.)

Calidad de Datos Dependiente del Sistema: Grado con el que la calidad de datos es alcanzada y preservada a través de un sistema informático cuando los datos son utilizados bajo condiciones específicas. Desde este punto de vista, la calidad de datos depende del dominio tecnológico en el que los datos se utilizan, y se alcanza mediante las capacidades de los componentes del sistema informático tales como: dispositivos hardware (ej., respaldo para alcanzar la Recuperabilidad) y software (ej., herramientas de migración para alcanzar la Portabilidad). Este punto de vista suele ser responsabilidad de los técnicos del sistema.

La *Tabla 1* grafica la clasificación de las características:

Tabla 1. Clasificación de características definidas en ISO/IEC 25012.

Característica	Inherente	Dependiente del sistema
Exactitud	X	
Compleitud	X	
Consistencia	X	
Credibilidad	X	
Actualidad	X	
Accesibilidad	X	X
Conformidad	X	X
Confidencialidad	X	X
Eficiencia	X	X
Precisión	X	X
Trazabilidad	X	X
Comprensibilidad	X	X
Disponibilidad		X
Portabilidad		X
Recuperabilidad		X

El grupo de características que conforman la *Calidad de Datos Inherente* está formado por: **Exactitud** (Semántica y Sintáctica), especificando el grado en el que los datos representan correctamente el valor deseado en un contexto específico; **Compleitud**, donde se espera que los datos obligatorios no estén incompletos; **Consistencia**, haciendo referencia a los datos libres de contradicción y coherentes en un contexto específico; **Credibilidad**, incluyendo el concepto de autenticidad, que define el grado en el que los datos se consideran ciertos y creíbles en un contexto específico; y **Actualidad**, la cual define el

grado en el que los datos se encuentran actualizados.

Por otra parte, las características que conforman la *Calidad de Datos Inherente y Dependiente del Sistema* hacen referencia a la **Accesibilidad**, donde se especifica el grado en que los datos pueden ser accedidos en un contexto específico (por ejemplo: personas que necesiten tecnologías de apoyo por algún tipo de discapacidad); **Conformidad**, donde se verifica que los datos correspondientes cumplen con estándares o normativas vigentes; **Confidencialidad** (asociada a la seguridad de la información), donde se asegura que los datos solo son accedidos e interpretados por usuarios específicos autorizados; **Eficiencia**, donde se analiza el grado en el que los datos pueden ser procesados y proporcionados con los niveles de rendimiento esperados; **Precisión**, donde los datos requieren de valores exactos o con discernimiento en un contexto específico; **Trazabilidad**, donde se analiza si los datos proporcionan un registro de los acontecimientos que los modifican; y **Comprensibilidad**, en donde los datos son expresados utilizando lenguajes, símbolos y unidades apropiados y pueden ser leídos e interpretados por cualquier tipo de usuario.

Por último, las características que conforman la *Calidad de Datos Dependiente del Sistema* hacen hincapié en la **Disponibilidad**, que define el grado de los datos para ser obtenidos por usuarios y/o aplicaciones autorizadas; **Portabilidad**, donde se analiza si los datos pueden ser copiados, reemplazados o eliminados al realizar un cambio de un sistema a otro, preservando el nivel de calidad; y **Recuperabilidad**, donde se comprueba que los datos mantienen y preservan un nivel de operaciones en caso de fallos [5].

Existe un conjunto de métricas destinadas a realizar la medición de la calidad de datos en términos de las características definidas. Dichas métricas se encuentran definidas en la ISO/IEC 25024 [4] y no serán de interés para el objetivo del presente artículo.

2.2 ISO/IEC 25040 – Evaluation process

ISO/IEC 25040 define el proceso para llevar a cabo la evaluación del producto de software mediante un modelo de referencia, considerando las entradas, restricciones y recursos necesarios para obtener las salidas correspondientes. El proceso para llevar a cabo la evaluación consta de cinco actividades:

- Actividad 1: *Establecer los requisitos de la evaluación*. Esta actividad consiste en establecer el propósito de la evaluación, identificando las partes interesadas en el producto, los riesgos posibles si los hubiese y el modelo de calidad a utilizar.
- Actividad 2: *Especificar la evaluación*. Dentro de esta actividad se especifican los módulos de evaluación (métricas, herramientas y técnicas) junto con los criterios de decisión a aplicar.
- Actividad 3: *Diseñar la evaluación*. En esta actividad se define el plan con las tareas que se deben realizar en la evaluación.
- Actividad 4: *Ejecutar la evaluación*. Actividad destinada a la ejecución de la evaluación, obteniendo las métricas de calidad y aplicando los criterios de decisión.
- Actividad 5: *Concluir la evaluación*. En esta última actividad se culmina la evaluación de la calidad, realizando un informe de resultados finales y conclusiones en base a los valores obtenidos.

3. GQM (Goal Question Metric)

GQM es un método orientado a generar una métrica que mida un objetivo de una manera determinada a través de la utilización de preguntas. Proporciona una manera útil para definir mediciones, tanto del proceso como de los resultados de un proyecto.

Está enfocado en que una medición puede ser más satisfactoria si es diseñada teniendo en cuenta las metas, y las preguntas ayudan a medir si se está alcanzando en forma exitosa la meta definida. Se busca mejorar la calidad y confiabilidad reduciendo costos, riesgos y mejorando tiempos [6].

GQM define un objetivo, establece un conjunto de preguntas en base al mismo y genera métricas en base a las respuestas de las preguntas. Asimismo, puede ser utilizado por los miembros individuales de un equipo de proyecto para enfocar su trabajo y determinar su progreso hacia la realización de sus metas específicas. La medición debe ser realizada, en todos los casos, orientada a un objetivo.

El modelo de medición GQM tiene tres niveles:

- Nivel Conceptual (Goal/Objetivo): se identifica a lo que se aspira respecto a los productos, procesos o recursos; con respecto a varios modelos de calidad, desde varios puntos de vista y relativo a un entorno particular.
- Nivel Operativo (Question/Pregunta): se refina un conjunto de preguntas a partir del objetivo con el propósito de verificar su cumplimiento. Las preguntas buscan caracterizar el objeto de medición (producto, proceso o recurso) con respecto a una cuestión de calidad seleccionada y determinar su calidad desde el punto de vista seleccionado.
- Nivel Cuantitativo (Metric/Métrica): se asocia un conjunto de datos para cada pregunta formulando métricas, con el fin de proporcionar una respuesta de manera cuantitativa. Los datos pueden ser objetivos (si dependen únicamente del objeto que se está midiendo y no del punto de vista desde el que se captan) o subjetivos (si dependen tanto del objeto que se está midiendo como del punto de vista desde el que se captan).

4. MED: Modelo de Evaluación de Datos

Uno de los elementos claves en cualquier proceso de ingeniería es la medición. Particularmente en SQuaRE, las medidas se emplean para analizar el nivel de diferentes características asociadas a lo que se desea evaluar. Bajo este contexto, se propone un nuevo modelo de medición mediante la utilización de métricas definidas utilizando el enfoque GQM. De esta manera, se deberán responder un conjunto de preguntas con el fin de obtener el valor correspondiente de las métricas asociada al conjunto de características que se esperan medir.

Se define el prototipo de una herramienta con el fin de facilitar el diseño y realización de una evaluación de producto basada en ISO/IEC 25040, utilizando el modelo de calidad definido en ISO/IEC 25012 y realizando la medición bajo el enfoque GQM.

El prototipo se divide en:

- Diseño de la evaluación
 - Diseño para características generales
 - Diseño para atributos
- Realización de la evaluación

4.1 Diseño de la evaluación

La etapa de diseño de evaluación tiene como objetivo brindarle a un interesado la posibilidad de crear un conjunto de preguntas destinadas a medir los atributos¹ de sus datos en base a las características brindadas por la ISO/IEC 25012 en una futura evaluación. Para ello, la herramienta presentará dos secciones: diseño para características y diseño para atributos.

4.1.1 Diseño para características

Esta sección de diseño está enfocada en medir las características definidas en la ISO/IEC 25012 mediante un conjunto de preguntas genéricas. En base a este objetivo, el interesado tendrá la posibilidad de cargar cada una de las preguntas, sus respuestas permitidas y el armado de la fórmula para la métrica final. La *Fig 1* define el proceso de diseño.

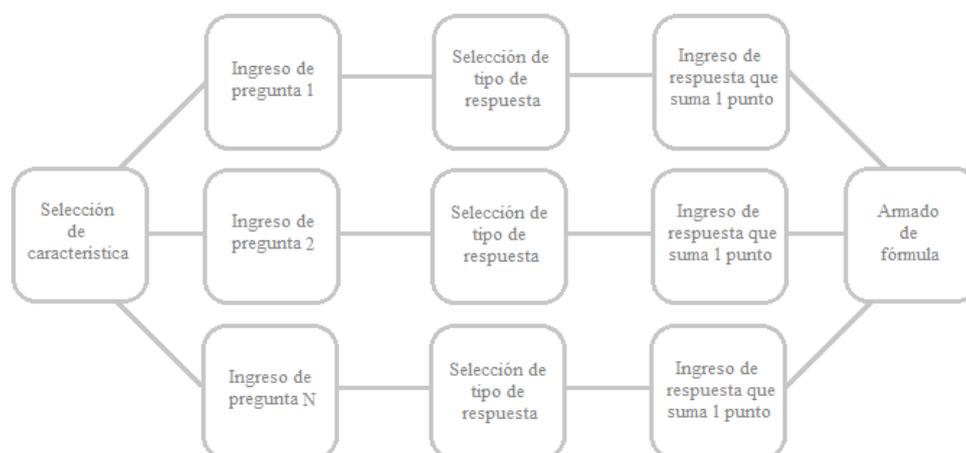


Fig 1. Proceso de diseño de evaluación para características.

El proceso está compuesto por:

- **Selección de característica:** Se deberá seleccionar una característica del conjunto de características presentadas por la ISO/IEC 25012. *Por ejemplo: Seleccionaremos las características “Actualidad” y “Compleitud”.*

¹ *Atributo: hace referencia a una característica de una entidad en la base de datos.*

- **Ingreso de pregunta 1..N:** Se ingresarán un conjunto de preguntas de texto libre asociadas a la característica seleccionada.

Siguiendo con el ejemplo, preguntas asociadas para la característica “Actualidad” podrían ser: (P1) ¿Los datos fueron actualizados en los últimos 6 meses? (P2) ¿Los datos que se utilizan en el entorno de desarrollo se actualizan semanalmente con los datos utilizados en producción?. Para la característica “Compleitud”, preguntas asociadas podrían ser: (P3) ¿Qué porcentaje aproximado de todos los datos se encuentran completos?

- **Selección de tipo de respuesta:** Se indicará qué tipo de respuesta se espera para la pregunta: SI/NO, numérica, selección de un valor de un rango de valores, entre otros. La respuesta debe poder ser cuantificable.

Siguiendo con el ejemplo, el tipo de respuesta para ambas preguntas asociadas a Actualidad será “SI/NO”. El tipo de respuesta para la pregunta asociada a Compleitud será “Numérica”.

- **Ingreso de respuesta que suma un punto:** Se indicará qué respuesta es la esperada para que tenga peso en la fórmula final. Puede ser la coincidencia total con un valor esperado o un valor mayor/menor a lo esperado. En caso de que la respuesta no sea la esperada, no tendrá ningún peso en la fórmula final.

Siguiendo con el ejemplo, la respuesta que tendrá peso en la fórmula es SI para ambas preguntas asociadas a Actualidad. Para la pregunta asociada a Compleitud, tendrá peso una respuesta mayor o igual a 80% (este valor es establecido por el encargado de diseñar la evaluación).

- **Armado de fórmula:** Se indicará la fórmula final teniendo en cuenta todas las preguntas realizadas para el armado de la métrica. El resultado de la fórmula deberá generar un valor entre 0 y 1, siendo 1 el valor superior y 0 el valor inferior.

Siguiendo con el ejemplo, la fórmula para la característica Actualidad será:

$$0 \leq (P1 + P2) / \text{CANTIDAD DE PREGUNTAS} \leq 1$$

La fórmula para la característica Compleitud será:

$$0 \leq P3 \leq 1$$

El valor obtenido en la fórmula determinará el valor de la métrica. Posteriormente, en la evaluación se indicará cuál es el valor esperado para cada una de las características.

4.1.2 Diseño para atributos

Usualmente, existen casos en donde se desea evaluar una característica para un atributo específico de la base de datos. A modo de ejemplo, una persona puede estar interesada en medir la característica “Precisión” del atributo -precio- pero no del atributo -nombre-. Para ello, esta segunda sección de diseño, a diferencia de la primera, permite asociar las preguntas a un atributo específico.

Adaptando el proceso presentado en la primer sección, al seleccionar la característica, se deberán cargar cada uno de los atributos que se deseen medir mediante preguntas para dicha característica. Posteriormente, el proceso funciona de forma similar a la primer

sección.

Siguiendo con el ejemplo, se crearán preguntas específicas para medir la característica “Completitud”, puntualmente de los atributos -DNI- y -CUIL-.

(P4) ¿Qué porcentaje aproximado de los números de DNI se encuentran completos? | Tipo de respuesta: Numérica | Respuesta que suma un punto: >= 90%

(P5) ¿Qué porcentaje aproximado de los números de CUIL se encuentran completos? | Tipo de respuesta: Numérica | Respuesta que suma un punto: >= 60%

Fórmula: $0 \leq (P4+P5) / \text{CANTIDAD DE PREGUNTAS} \leq 1$

4.2 Realización de la evaluación

Al momento de finalizar el diseño de la evaluación, la misma queda disponible para su realización y ejecución. Un evaluador será el encargado de llevar a cabo el proceso y completar cada sección de la estructura definida basada en la ISO/IEC 25040. La herramienta permitirá incluir lo definido en las etapas de diseño al momento de realizar y ejecutar la medición.

Para ello, se seguirá con el ejemplo presentado en el diseño y se tomará un conjunto de datos de prueba definidos en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Datos de afiliados.

DNI	CUIL	Apellido	Nombre	Domicilio	Teléfono
36111555	27361115554	DIAZ	ALEJANDRA	16-1616	
12546548	20125465488	GARCIA	LUIS	18-1201	13-6422
	23456584541	FERNANDEZ	PEDRO	14-5675	
37394444		RODRIGUEZ	SOFIA	13-5456	45-7865
	20342581659	PEREZ	CAROLINA		67-5698

Establecer los requisitos de la evaluación

En primer lugar, se define el propósito de la evaluación.

El propósito de la evaluación es determinar qué tan actualizados y qué tan completos se encuentran los datos, haciendo hincapié en el DNI y en el CUIL de los afiliados.

Basándose en el propósito, se seleccionan las características de interés para la evaluación, definidas en la norma ISO/IEC 25012.

Las características de la ISO/IEC 25012 seleccionadas para la evaluación serán: Completitud y Actualidad.

Especificar la evaluación

En esta etapa de la evaluación, es necesario definir criterios de decisión² para cada una de las características y para la evaluación final. Para ello, se deberá definir para cada característica cuáles son los valores considerados (siempre deberán ser entre 0 y 1) para los rangos: inaceptable, mínimamente aceptable, rango objetivo y excede los requerimientos. Posteriormente, deberán indicarse los valores considerados para la evaluación final.

La Tabla 3 define los criterios de decisión de cada una de las características evaluadas.

Tabla 3. Criterios de decisión de las características.

	Característica: Actualidad	Característica: Completitud
Excede los requerimientos	$0.8 \leq \text{valor_métrica} < 1$	$0.9 \leq \text{valor_métrica} < 1$
Rango objetivo	$0.4 \leq \text{valor_métrica} < 0.8$	$0.6 \leq \text{valor_métrica} < 0.9$
Mínimamente aceptable	$0.2 \leq \text{valor_métrica} < 0.4$	$0.4 \leq \text{valor_métrica} < 0.6$
Inaceptable	$0 \leq \text{valor_métrica} < 0.2$	$0 \leq \text{valor_métrica} < 0.2$

Diseñar la evaluación

Al momento de diseñar la evaluación, debe especificarse si la evaluación será realizada con una cantidad específica de usuarios respondiendo las preguntas o si las preguntas serán respondidas por un único usuario.

Las preguntas serán respondidas por una única persona, la cual posee acceso a los datos de prueba.

Ejecutar la evaluación

Esta etapa presentará todas las preguntas definidas previamente. No se hará distinción sobre la característica que se está evaluando. Deberán ser respondidas en su totalidad para poder llevar a cabo la medición.

(P1) ¿Los datos fueron actualizados en los últimos 6 meses?

RTA: SI (equivale a 1 en la fórmula por lo establecido en el diseño)

(P2) ¿Los datos que se utilizan en el entorno de desarrollo se actualizan semanalmente con los datos utilizados en producción?

RTA: NO (equivale a 0 en la fórmula por lo establecido en el diseño)

(P3) ¿Qué porcentaje aproximado de todos los datos se encuentran completos?

RTA: 80% (equivale a 1 en la fórmula por lo establecido en el diseño)

(P4) ¿Qué porcentaje aproximado de los números de DNI se encuentran completos?

RTA: 60% (equivale a 0 en la fórmula por lo establecido en el diseño)

(P5) ¿Qué porcentaje aproximado de los números de CUIL se encuentran completos?

RTA: 80% (equivale a 1 en la fórmula por lo establecido en el diseño)

² Rangos de valores clasificados en: Inaceptable, Mínimamente Aceptable, Rango Objetivo y Excede los Requerimientos.

Finalización de la evaluación

Una vez que finalizó la ejecución, la herramienta ejecutará las fórmulas correspondientes y mostrará los resultados para cada una de las características evaluadas. Para ello, se tiene en cuenta la respuesta del usuario, la fórmula especificada en el diseño de la evaluación y los criterios de decisión para definir el rango de la métrica final. Esta información se espera que sea de utilidad para los desarrolladores, los cuales podrán mejorar sus futuros desarrollos para evitar generar y almacenar datos de baja calidad en sus sistemas.

ACTUALIDAD – Resultados

Fórmula:

$$(P1 + P2) / \text{CANTIDAD DE PREGUNTAS} = (1 + 0) / 2 = 0,5 \implies \text{Rango objetivo}$$

COMPLETITUD – Resultados

Subfórmula general (F1):

$$P3 = 1$$

Subfórmula por atributos (F2):

$$(P4 + P5) / \text{CANTIDAD DE PREGUNTAS} = (0 + 1) / 2 = 0,5$$

Fórmula:

$$(F1+F2) / \text{CANTIDAD DE SUBFÓRMULAS} = (1 + 0,5) / 2 = 0,75 \implies \text{Rango objetivo}$$

5. Conclusiones

Se presentó MED, un modelo de evaluación de datos basado en el enfoque GQM tomando como base las características definidas en la norma ISO/IEC 25012. GQM parte de un objetivo concreto para luego crear preguntas asociadas a dicho objetivo y, mediante la combinación de las respuestas de las mismas, se obtiene una fórmula destinada a crear la métrica asociada.

MED aborda la evaluación de calidad de datos de una manera mucho más sencilla y ágil, permitiendo a una organización conocer el estado de sus datos logrando así información más confiable.

Se realizó una evaluación de calidad de datos basada en ISO/IEC 25040 utilizando el diseño de evaluación definido en el modelo y tomando como ejemplo dos características: “Actualidad” y “Compleitud”. Para las respuestas a las preguntas definidas, se tomaron como referencia un conjunto de datos de ejemplo que sirvieran de apoyo para llevar a cabo la evaluación.

Se proyecta ampliar el modelo, generando una herramienta usable por cualquier tipo de persona facilitándole la tarea de diseño y realización de evaluaciones de calidad de datos.

6. Bibliografía

1. ISO/IEC 25012:2008. *Software engineering -- Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Data quality model.*
2. ISO/IEC 25040:2011. *Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Evaluation process.*

3. *“The goal question metric approach”*. Basili, Victor R; Caldiera, Gianluigi; Rombach, H. Dieter.
4. *ISO/IEC 25024:2015. Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Measurement of data quality*.
5. *“Guía para evaluar calidad de datos basada en ISO/IEC 25012”*. Calabrese, Julieta; Esponda, Silvia; Pasini, Ariel, Boracchia, Marcos; Pesado, Patricia. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación - CACIC 2019.
6. *“Asistente para la evaluación de calidad de producto de software según la familia de normas ISO/IEC 25000 utilizando el enfoque GQM.”*. Tesina de Licenciatura en Sistemas. Autoras: Muñoz, Rocío; Calabrese, Julieta. 2018.