

# La Perspectiva Social de la Sostenibilidad del Software

## The Social Perspective of Software Sustainability

Presentación: 21/08/2024

### **Rosana Leo**

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis  
leorosana@gmail.com

### **Carlos Salgado**

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis  
csalgado@unsl.edu.ar

### **Mario Peralta**

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis  
mperalta@unsl.edu.ar

### **Alberto Sanchez**

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis  
alfanego@unsl.edu.ar

### **Luis Roqué Fourcade**

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis  
araroq@unsl.edu.ar

### **Javier Saldarini**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco  
saldarinijavier@gmail.com

### **Claudio Carrizo**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco  
cjcarrizo77@gmail.com

## **Resumen**

En la actualidad, en la mayoría de las actividades, los sistemas se informatizaron, esto deriva en la necesidad de que el software reúna ciertos criterios de calidad que permitan satisfacer las necesidades de los usuarios. Si hablamos de satisfacer necesidades, es importante considerar a la Sostenibilidad, que se refiere a la satisfacción de necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el medio ambiente y el bienestar social.

Dentro del proyecto de investigación “Ingeniería de Software: Estrategias de Desarrollo, Mantenimiento y Migración de Sistemas en la Nube”, en el Laboratorio de Calidad en Ingeniería del Software de la UNSL, se trabaja sobre métricas, indicadores, modelos y métodos de evaluación de calidad. En este contexto, se definió un modelo de calidad del software basado en la Norma ISO 25010, donde se incorpora a la sostenibilidad como característica transversal al mismo.

Tomando como referencia los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por las Naciones Unidas y las métricas de las características del modelo más relevantes a la perspectiva social de la sostenibilidad, se definieron indicadores que permitirán evaluar la contribución del software a la Equidad, la Diversidad y la Inclusión (EDI), teniendo en cuenta que esto representa un desafío por ser una de las dimensiones menos estudiada y más difícil de medir por la complejidad de los indicadores.

**Palabras clave:** Modelo de Calidad, Sostenibilidad Social, ODS, indicadores

## **Abstract**

Nowadays, in most activities, systems have been computerized, which leads to the need for software to meet certain quality criteria that allow it to satisfy the needs of users. If we talk about satisfying needs, it is important to consider Sustainability, which refers to the satisfaction of current needs without compromising the resources and possibilities of future generations, guaranteeing the balance between economic growth, the environment and social well-being.

Within the research project “Software Engineering: Strategies for Development, Maintenance and Migration of Systems in the Cloud”, in the Software Engineering Quality Laboratory of the UNSL, work is being done on metrics, indicators, models and quality evaluation methods; a software quality model was defined based on the ISO 25010 Standard, where sustainability is incorporated as a transversal characteristic.

Taking as a reference the Sustainable Development Goals defined by the United Nations and the metrics of the most relevant model characteristics to the social perspective of sustainability, indicators were defined that will allow evaluating the software's contribution to Equity, Diversity and Inclusion (EDI), taking into account that this represents a challenge as it is one of the least studied dimensions and the most difficult to measure due to the complexity of the indicators.

**Keywords:** Quality Model, Social Sustainability, SDG, indicators

## **Introducción**

Los avances tecnológicos posibilitaron la informatización de los procesos de gestión mediante el software, el cual se complejiza cada vez más, requiriendo cumplir con criterios de calidad para satisfacer necesidades de los usuarios. La calidad del software y la sostenibilidad están muy relacionadas, toda vez que implica no solo considerar aspectos técnicos sino también impactos económicos, ambientales y sociales a lo largo del ciclo de vida del software.

Se han propuesto modelos o estándares para asegurar la calidad del software mediante la gestión de atributos en el proceso de construcción, debido a que la concordancia con los requisitos son base de las medidas de calidad establecidas (Callejas Cuervo, Alarcón Aldana, & Álvarez Carreño, 2017). De esta manera, la calidad se convierte en algo concreto ya que se puede planificar, definir y medir.

La sostenibilidad, en este contexto, se refiere a la capacidad de un software / sistema de mantenerse funcional, relevante y útil en el tiempo, sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus necesidades. Se puede analizar desde sus tres dimensiones:

- **Ambiental:** implica minimizar el impacto ambiental durante el desarrollo, despliegue y operación del software. Esto es, eficiencia energética, reducción de la huella de carbono, gestión de residuos electrónicos (Por ejemplo, optimizar el código para consumir menos energía en servidores y dispositivos).
- **Económica:** tiene que ver con la factibilidad económica del software a largo plazo. (Por ejemplo, reducción de costos de mantenimiento, facilidad de actualización).
- **Social:** Cómo contribuye el software al bienestar social, teniendo en cuenta su accesibilidad, equidad, diversidad e inclusión (EDI). El software debe ser inclusivo para promover la justicia social.

## La sostenibilidad en el Software

La literatura en general coincide que *Calidad* es el cumplimiento y/o grado de satisfacción de requisitos tanto explícitos como implícitos. La especificación y evaluación de la calidad son importantes para garantizar el valor a todas las partes interesadas del producto software. Para ello se definen características de calidad asociadas con metas y objetivos del sistema, las cuales deben especificarse, medirse y evaluarse mediante métodos de medición validados o ampliamente aceptados.

La Norma Internacional ISO/IEC 25010:2011 (ISO, 2011), de la serie SQUARE, presenta modelos de calidad interna, externa y en uso, para el producto software; define características y subcaracterísticas de calidad a tener en cuenta al momento de la evaluación.

Tomando esa referencia se propuso un modelo que incorpora a la sostenibilidad como característica transversal al mismo, no como una propiedad aislada, sino inmersa en todo el modelo. Según uno de los principios del manifiesto de Karlskrona (Becker, 2015), donde surge y se define el término sostenibilidad, ésta tiene múltiples dimensiones: ambiental, económica, técnica y social y según estas perspectivas se podrán evaluar características del modelo teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad.

En el marco del proyecto de investigación “Ingeniería de Software: Estrategias de Desarrollo, Mantenimiento y Migración de Sistemas en la Nube” y más precisamente en el contexto del Laboratorio de Calidad en Ingeniería del Software (Lacis) de la Universidad Nacional de San Luis, se está trabajando en lo que refiere a Modelos y Métodos de evaluación de Calidad, Métricas e Indicadores. En este caso, profundizando en el estudio y análisis de la dimensión social de la sostenibilidad del software, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible fue aprobada en septiembre de 2015 en la 70° Cumbre Del Desarrollo Sostenible en la Asamblea General de las Naciones Unidas. Se aprobó el documento “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”. Posee 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y 169 metas para aplicarse universalmente. Tomando la premisa del mandato de la Agenda: “*No dejar a nadie atrás*”, se analizó de qué manera los conceptos de Equidad, Diversidad e Inclusión se relacionan con algunos de los ODS. Las relaciones más relevantes se encontraron en:

ODS 1: Fin de la Pobreza. La equidad garantiza el acceso a oportunidades económicas, recursos y servicios básicos a todas las personas independientemente de su origen o circunstancias. La diversidad y la inclusión aseguran que las políticas de reducción de la pobreza beneficien a todos los grupos sociales, incluyendo minorías y personas en situación vulnerable.

ODS 4: Educación de Calidad. La equidad y la inclusión promueven la educación de calidad para todos, independientemente de género, raza, otras capacidades o situación socioeconómica. La diversidad, reconoce y valora diferentes formas de aprendizaje y cultura.

ODS 5: Igualdad de Género. Relacionado con la equidad, busca eliminar toda discriminación contra mujeres y niñas. Promueve la inclusión y diversidad de género en todos los ámbitos.

ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico. Equidad en el trabajo es asegurar oportunidades laborales justas y acceso a empleos de calidad para todos. La diversidad y la inclusión fomenta que todas las personas puedan prosperar.

ODS 10: Reducción de las Desigualdades. Promueve la equidad en el acceso a recursos y oportunidades, dentro y entre los países. La diversidad e inclusión garantizan que se consideren, en las políticas y programas, las necesidades de todas las personas.

ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles. Promueve las ciudades inclusivas que ofrezcan igualdad de acceso a servicios básicos, transporte y oportunidades de empleo. La equidad y la inclusión aseguran que hasta los residentes más vulnerables se beneficien de un desarrollo urbano sostenible y resiliente.

Por lo antes mencionado se concluye que los principios de Equidad, Diversidad e Inclusión aseguran que el progreso hacia el desarrollo sostenible sea inclusivo y justo, beneficiando a todas las personas y respetando diferencias culturales y diversas identidades.

A continuación, en Tabla 1, se detallan características del modelo propuesto más relevantes respecto de la perspectiva social de la sostenibilidad del software.

Tabla 1. Características del modelo.

<b>Característica</b>	<b>Subcaracterística</b>	<b>Métrica</b>	<b>Propósito</b>
<b>USABILIDAD</b>	<b>SATISFACCION DEL USUARIO</b>	Calificación de satisfacción	Medir la satisfacción de los usuarios con la interfaz
	<b>ACCESIBILIDAD</b>	Facilidad de acceso al sistema	Conocer la accesibilidad al sitio de personas con otras capacidades
<b>MANTENIBILIDAD</b>	<b>CAPACIDAD DE SER MODIFICADO</b>	Tiempo de implementación	Tiempo promedio necesario para implementar cambios que mejoren la inclusión y accesibilidad
<b>PORTABILIDAD</b>	<b>COMPATIBILIDAD</b>	Compatibilidad Multiplataforma	Conocer si el sistema funciona en diferentes plataformas de software
	<b>REQUISITOS DE SISTEMA</b>	Requisitos mínimos	Conocer las especificaciones mínimas de hardware y software para la ejecución del sistema
<b>SEGURIDAD</b>	<b>CONFIDENCIALIDAD</b>	Incidentes de Seguridad	Conocer si hubo incidentes de seguridad relacionados con la privacidad de los datos
	<b>TRANSPARENCIA</b>	Políticas de Seguridad	Evaluar la claridad de las políticas de privacidad y manejo de datos

Actualmente se está trabajando en la definición de Indicadores que permitan evaluar y monitorear cómo se está desempeñando el software en términos de equidad, diversidad e inclusión. Por ejemplo, respecto de las características de la Tabla 2.

Tabla 2. Características, métricas, indicadores.

Característica	Subcaracterística	Métrica	Indicador	Cálculo	Propósito
USABILIDAD	SATISFACCION DEL USUARIO	Calificación de satisfacción	Promedio de Calificación de satisfacción de usuario	$PCS = \frac{\sum \text{Calificación de Satisfacción}}{\text{Número de Usuarios encuestados}}$	Medir la satisfacción de los usuarios con la interfaz
	ACCESIBILIDAD	Facilidad de acceso al sistema	Tasa de éxito en acceso al sistema	$TEAS = \left[ \frac{\text{Número de usuarios que completaron acceso}}{\text{Número Total de Usuarios que intentaron}} \right] \times 100\%$	Conocer la accesibilidad al sitio de personas con otras capacidades
MANTENIBILIDAD	CAPACIDAD DE SER MODIFICADO	Tiempo de implementación	Tiempo promedio de implementación de Cambios	$TPIC = \frac{\sum \text{Tiempo de implementación de cada cambio}}{\text{Número total de cambios realizados}}$	Tiempo promedio necesario para implementar cambios que mejoren la inclusión y accesibilidad

Se analizaron algunos sistemas de la Gestión Pública como, por ejemplo, el Sistema de Proveedores y Contratistas del Estado y en este caso específicamente el grado de equidad e inclusión que posibilite a los ciudadanos que así lo quisieren, la inscripción en el Registro para comercializar con el Estado.

El indicador “Promedio de calificación de satisfacción de usuario”, se calcula con las calificaciones obtenidas a través de encuestas o cuestionarios y podrán medirse mediante una escala del 1 al 5, donde 1 es “Muy Insatisfecho” y 5 es “Muy Satisfecho”. Esto nos permitirá realizar un seguimiento a fin de identificar tendencias, problemas y oportunidades de mejora en la interfaz y apariencia del software.

El indicador definido para la subcaracterística Accesibilidad, “Tasa de éxito en acceso al sistema”, mide el porcentaje de usuarios que completaron sin problemas el acceso al sistema. Un porcentaje alto nos indica que la mayoría pudo acceder y usar el sistema y un porcentaje bajo advierte problemas de accesibilidad que necesitan ser atendidos. En este caso y no solo refiriéndonos a usuarios con alguna discapacidad, sino incluso con alguna característica distintiva respecto del nivel de estudios, solvencia económica, etc., se analizaron las medidas que arrojan las métricas de “Visitas”, ya sean las simples visitas exploratorias o aquellas que derivaron en alguna gestión o cumplimiento de un trámite. En el año 2022, de un total de 703 ingresos, 504 derivaron en trámites cumplidos. Ante esa situación, con equipos interdisciplinarios de la repartición se infiere que era necesario profundizar en tareas que mejoren la comprensibilidad del sistema. Mediante mejoras del software y tutoriales y ayudas en línea puestos a disposición de los usuarios, en el año 2023 de un total de 735 visitas, 590 consiguieron finalizar un trámite.

Respecto del indicador asociado a la característica de mantenibilidad, “Tiempo promedio de implementación de cambios”, nos permite monitorear la capacidad del equipo para responder a necesidades de accesibilidad e inclusión. Un menor tiempo promedio nos indica que se trata de un software mantenible y que, eficiente y rápidamente, se pueden realizar mejoras. Por el contrario, un tiempo promedio elevado indica dificultades.

Por lo antes expuesto, queda en evidencia la importancia de contar con los indicadores que permitan obtener una visión integral del desempeño del software a fin de evaluar y monitorear desde diferentes perspectivas en busca de satisfacer las necesidades de los usuarios a través de la mejora continua del software.

## Conclusiones

Acorde a la tendencia actual en los distintos ámbitos de la sociedad, y teniendo presente la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el desarrollo de software, no queda exento de esta tendencia. Por ello, se propone un modelo de calidad considerando como característica transversal la sostenibilidad, lo que permitirá mejorar el impacto del producto software sobre el medioambiente. El modelo propuesto se basa en las características de la Norma ISO/IEC 25010, considerando sus atributos más relevantes respecto de las dimensiones ambiental, económica, técnica y social. Dicha característica, se encuentra inmersa en la evaluación a través de criterios sostenibles dependiendo de las particularidades y objetivos del software.

En particular, en esta etapa de nuestra investigación, se está trabajando en la dimensión social de la sostenibilidad, y cómo el software influye en ella; lo que significa un importante aporte, ya que de esta manera

se asegura el cumplimiento de estándares técnicos, y se contribuye a los principios de EDI, ampliando la calidad del software a dimensiones sociales que reflejarán valores de una sociedad más justa y sostenible.

Analizar las características del modelo de calidad desde una perspectiva social permitirá que el software asegure la accesibilidad, mantenibilidad, portabilidad y seguridad a fin de mejorar la experiencia de las personas que interactúan con él, adaptarse a nuevas demandas sociales y alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Para lograr nuestro objetivo, se definieron indicadores que permiten evaluar desde esta perspectiva la satisfacción de usuario, la accesibilidad, la mantenibilidad del software, entre otras características. Esto nos permitirá realizar un seguimiento a fin de identificar tendencias, problemas y oportunidades de mejora en la interfaz y apariencia del software. Además, nos brinda una herramienta que nos permite monitorear la capacidad del equipo para responder a necesidades de accesibilidad e inclusión.

Como continuidad de la línea investigación se está trabajando en la aplicación del modelo propuesto en otros sistemas de la administración pública, de manera de establecer el grado de sostenibilidad de dichos sistemas aportando a la intensión del estado de convertir toda la gestión, y en particular sus sistemas de administración, en una gestión sostenible, y determinando el grado en que dicha sostenibilidad afecta la perspectiva social de los usuarios de estos sistemas.

## Referencias

Becker, C. (2015). Manifiesto Karlskrona. Sustainability design and software.

Callejas Cuervo, M., Alarcón Aldana, A. C., & Álvarez Carreño, A. M. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte. En: *Entramado*. 13, no. 1, 236-250. doi: <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25125>

ISO. (2011). ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models.