

# Modelos de Madurez de Green IT: Un Mapeo Sistemático

## *Green IT Maturity Models: A Systematic Mapping Study*

J. David Patón-Romero, Mario Piattini

Grupo de Investigación Alarcos, Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información  
Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM)

Ciudad Real, España

JoseDavid.Paton@gmail.com, Mario.Piattini@uclm.es

**Resumen** — El auge de las Tecnologías de la Información ha impactado no sólo en la forma de hacer negocios y en la transformación digital de las organizaciones, sino también en la sostenibilidad, adquiriendo una especial relevancia a través de la idea del Green IT. El Green IT se está convirtiendo en un área indispensable en las organizaciones y en una demanda social. Sin embargo, las organizaciones no cuentan con los mecanismos necesarios para evaluar su madurez y mejorar en este ámbito. Por ello, el objetivo del presente estudio es llevar a cabo un mapeo sistemático para recopilar el estado del arte de los modelos de madurez de sostenibilidad y, en especial, de Green IT, con el fin de establecer una guía para poder desarrollar un modelo de madurez de Green IT. Los resultados obtenidos demuestran la novedad del área y la falta de un modelo de madurez de Green IT sólido y, por ello, la necesidad de elaborar y validar un modelo de este tipo.

**Palabras Clave** – Green IT; Sostenibilidad; Modelos de madurez; Mapeo sistemático.

**Abstract** — The rise of Information Technology has impacted not only on the way of doing business and the digital transformation of organizations, but also on the sustainability, acquiring a special relevance through the idea of the Green IT. The Green IT is becoming an indispensable area in organizations and in a social demand. However, organizations do not have the necessary mechanisms to assess their maturity and improve in this area. Therefore, the objective of the present study is to carry out a systematic mapping study to compile the state of the art of the maturity models of sustainability, and, in particular, of Green IT, in order to establish a guide to develop a maturity model of Green IT. The results obtained demonstrate the novelty of the area and the lack of a solid Green IT maturity model and, therefore, the need to elaborate and validate a model of this type.

**Keywords** – Green IT; Sustainability; Maturity models; Systematic mapping study.

### I. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información (TI) se han convertido en uno de los pilares de nuestra sociedad, cambiando no solo la manera de relacionarnos entre nosotros y la forma que tienen las empresas de hacer negocios, sino también la manera de

interactuar con el planeta. Sin embargo, en esta interacción con el planeta hemos perdido nuestro compromiso para con el medioambiente, nuestro compromiso con la vida. Es por ello que en nuestra sociedad ha surgido una fuerte conciencia ecológica en pos de abordar este problema, que ha descubierto que para existir y seguir viviendo se necesita de un planeta sano y de un ecosistema sostenible, e insiste en la urgencia de cambio hacia un mundo mejor y más limpio.

A este respecto, desde una de las potencias de cambio más revolucionarias de toda la historia de la humanidad, las TI, ha surgido la idea del Green IT, mediante la cual se pretende abordar la sostenibilidad [1] desde y hacia las TI. El Green IT se refiere al “*estudio y práctica del diseño, fabricación y uso de hardware, software y sistemas de comunicación con un impacto positivo sobre el medio ambiente*” (definición adaptada de [3]).

Esta área del Green IT se está convirtiendo en uno de los campos más importantes y relevantes, en una de las principales vías para abordar la protección del medioambiente, cuya aplicación será indispensable en nuestro futuro más próximo [4].

Esto ha provocado que el Green IT gane cada vez mayor relevancia como estrategia para agregar valor al negocio y mejorar la responsabilidad social de las organizaciones, lo que ha provocado que cada vez son más las organizaciones que adoptan prácticas de Green IT dentro de sus procesos y operaciones diarias.

Por ello, hemos desarrollado un “Marco de Gobierno y Gestión para Green IT” [8], basado en COBIT 5 [6], con el fin de definir y establecer todas las bases de un gobierno y una gestión de Green IT en una organización. Sin embargo, a la hora de implantar este marco en las organizaciones nos hemos dado cuenta que, al igual que sucede con la mejora de los procesos software, es deseable contar con un modelo de madurez que permita guiar y acometer las actividades relacionadas con el gobierno y la gestión de Green IT de manera gradual y sistemática. Para ello, con el fin de desarrollar un modelo de madurez para el marco desarrollado,

hemos llevado a cabo el presente mapeo sistemático en el área de los modelos de madurez de Green IT, obteniendo una visión general y un conocimiento actualizado acerca de esta área.

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera: en la Sección II se define el protocolo de investigación establecido para llevar a cabo el mapeo sistemático; la Sección III contiene los resultados obtenidos en el mapeo sistemático; en la Sección IV se discuten los principales hallazgos obtenidos; y en la Sección V se presentan las conclusiones y líneas de trabajo futuro a realizar en este ámbito. Asimismo, en el Apéndice A se incluyen las referencias a los estudios analizados en el mapeo sistemático, y en el Apéndice B se muestran los resultados en relación a las respuestas a las preguntas de investigación de cada uno de estos estudios analizados.

## II. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Un mapeo sistemático es un método que se realiza para investigar acerca de un área en concreto, con el fin de recopilar y categorizar toda aquella información existe sobre la misma.

Para llevar a cabo un mapeo sistemático existen diferentes guías; en concreto, el presente mapeo sistemático se ha realizado tomando como base trabajos como Budgen et al. [2], Genero et al. [5], Kitchenham [7] y Petersen et al. [9].

Para la realización del presente mapeo sistemático se han llevado a cabo tres etapas principales: Planificación, Ejecución y Documentación. Las dos primeras etapas se describen en los siguientes apartados de la sección actual y la etapa de documentación se corresponde con la Sección III.

### A. Etapa de Planificación

En los siguientes subapartados se detallan las características de las actividades llevadas a cabo en esta etapa de planificación.

#### 1) Preguntas de Investigación

El presente mapeo sistemático tiene como objetivo examinar el estado del arte de las publicaciones en el ámbito de los modelos de madurez de sostenibilidad y, en especial, de Green IT, con el fin de identificar las carencias existentes y proponer nuevas áreas de investigación. Para lo cual, se han establecido las preguntas de investigación definidas en la Tabla I.

TABLA I. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Preguntas de Investigación	Motivación
<b>Q1.</b> ¿Qué propuestas existen sobre los modelos de madurez de sostenibilidad?	Determinar el número actual de publicaciones y la tendencia en los últimos años respecto a los modelos de madurez de sostenibilidad.
<b>Q2.</b> ¿Qué evidencia empírica existe sobre los modelos de madurez de sostenibilidad?	Determinar qué tipo de método empírico se ha utilizado para la validación del modelo/s de madurez propuesto/s.
<b>Q3.</b> ¿Qué estándares, marcos o modelos se siguen para medir la madurez del Green IT?	Determinar cuáles son los estándares, marcos o modelos que se usan para evaluar la madurez del Green IT.

#### 2) Estrategia de Búsqueda

Para llevar a cabo la búsqueda automatizada de estudios se va a utilizar la base de datos *Scopus*, donde se introducirá la cadena de búsqueda que se muestra en la Tabla II. Como se puede observar, esta cadena de búsqueda se encuentra dividida en dos partes, que vienen a representar, por un lado, el área de la sostenibilidad, y, por otro lado, el ámbito de los modelos de madurez.

TABLA II. CADENA DE BÚSQUEDA

Concepto	Términos Alternativos y Sinónimos	
Sostenibilidad	(Green OR Sustainability)	AND
Modelos de madurez	"Maturity Model"	

La búsqueda se aplicará sobre el título, *abstract* y *keywords* de los estudios y se considerarán los estudios comprendidos entre los años 2006 y 2016 (ambos inclusive). Esta última restricción es debida a que el campo de la sostenibilidad y, sobre todo, del Green IT, es relativamente joven y ha sido durante la última década donde más se han desarrollado estas ideas. Asimismo, este período de tiempo se ha validado durante el desarrollo del mapeo sistemático, pues todos los estudios en este ámbito se encuentran localizados dentro de dicho período.

#### 3) Criterios de Selección de los Estudios Primarios

Los estudios recopilados en la búsqueda automatizada se van a evaluar en función de su título, *abstract* y *keywords*, con el fin de determinar si se incluyen o no entre los estudios potenciales que serán analizados más en detalle posteriormente para seleccionar cuáles son los estudios primarios.

Por un lado, se tendrán en cuenta los estudios que cumplan con al menos uno de los siguientes criterios de inclusión:

- I1: estudios en inglés que se refieran a los modelos de madurez en el área de la sostenibilidad.
- I2: estudios completos publicados entre 2006 y 2016 en libros, revistas, conferencias, congresos o talleres de prestigio con revisión por pares.

Por otro lado, se obviarán aquellos estudios que cumplan con alguno de los siguientes criterios de exclusión:

- E1: estudios de debate u opinión, o disponibles solo en forma de resúmenes o presentaciones.
- E2: estudios duplicados (siempre considerando el estudio más completo y reciente).
- E3: estudios cuya principal contribución no tenga que ver con los modelos de madurez de sostenibilidad, o en los que este tema se considere de manera superficial.

Por otra parte, se tendrá en cuenta el efecto de bola de nieve, es decir, los estudios de las referencias incluidas en cada uno de los estudios seleccionados serán evaluados de igual manera.

#### 4) Criterios de Evaluación de Calidad

Un aspecto importante de cara a obtener mejores resultados y a futuras investigaciones, es medir la calidad de los estudios

para determinar cuáles son los estudios más representativos y relevantes en el área en cuestión. Para ello, se ha establecido un sistema de puntuación de tres valores (-1, 0 y +1), que se aplicará a cada una de las siguientes cuestiones (obteniendo un valor total entre -5 y +5):

- a. El estudio contiene una descripción detallada sobre las características y la aplicación de los modelos de madurez de sostenibilidad.  
Las posibles respuestas son: “Sí” (+1), “Parcialmente” (0) y “No” (-1).
- b. El estudio presenta una guía detallada sobre cómo medir la madurez en el área de la sostenibilidad.  
Las posibles respuestas son: “Sí” (+1), “Parcialmente” (0) y “No” (-1).
- c. El estudio valida la idea sobre el modelo de madurez de sostenibilidad que defiende.  
Las posibles respuestas son: “Validado empíricamente a través de un estudio de caso, encuesta o experimento” (+1), “Aplicado a través de una prueba de conceptos” (0) y “No validado” (-1).
- d. El estudio ha sido publicado en una revista o conferencia relevante (considerando el índice JCR).  
Las posibles respuestas son: “Muy relevante” (+1), “Relevante” (0) y “No relevante” (-1).
- e. El estudio ha sido citado por otros autores (según el índice de citas de *Google Scholar*).  
Las posibles respuestas son: “Sí” (+1) citado por más de cinco autores, “Parcialmente” (0) citado entre uno y cinco autores, y “No” (-1) si no ha sido citado.

#### 5) Estrategia de Extracción de Datos

A cada una de las preguntas de investigación se le ha asignado una serie de posibles respuestas (tal y como se puede observar en la Tabla III), lo que permitirá aplicar los mismos criterios de extracción de datos a todos los estudios y clasificarlos en función de dichas respuestas.

TABLA III. ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN

Preguntas	Respuestas
<b>Q1.</b> ¿Qué propuestas existen sobre los modelos de madurez de sostenibilidad?	<b>a.</b> Productos/servicios <b>b.</b> Procesos/operaciones <b>c.</b> Gobierno/gestión <b>d.</b> Cadena de suministro <b>e.</b> Instalaciones <b>f.</b> Gestión de energía <b>g.</b> Green IT <b>h.</b> Otros
<b>Q2.</b> ¿Qué evidencia empírica existe sobre los modelos de madurez de sostenibilidad?	<b>a.</b> Mapeo sistemático/visión de la literatura <b>b.</b> Estudio de caso <b>c.</b> Propuesta <b>d.</b> Encuesta <b>e.</b> Otros
<b>Q3.</b> ¿Qué estándares, marcos o modelos se siguen para medir la madurez del Green IT?	<b>a.</b> ISO/IEC 15504 <b>b.</b> ISO/IEC 33000 <b>c.</b> CMMI <b>d.</b> PAM COBIT <b>e.</b> Otros <b>f.</b> N/A

#### 6) Métodos de Síntesis

Por un lado, se llevará a cabo una síntesis de datos cuantitativa de los estudios primarios que se basará en:

- Representación a través de tablas y/o gráficos del número/porcentaje de los estudios primarios en función de sus respuestas en las preguntas de investigación.

Por otro lado, se realizará una síntesis de datos cualitativa de los estudios primarios basada en:

- Representación a través de tablas y/o gráficos de los estudios primarios en función de los resultados de las evaluaciones de calidad realizadas.

#### 7) Calendario del Mapeo Sistemático

El mapeo sistemático tuvo como inicio diciembre de 2016 y se finalizó en febrero de 2017.

#### B. Etapa de Ejecución

En la etapa de ejecución se ha llevado a cabo la aplicación del protocolo de revisión definido en la etapa anterior a través de tres fases principales:

1. Selección de estudios potenciales: se introdujo la cadena de búsqueda sobre la base de datos *Scopus* y se obtuvieron un total de 85 estudios, sobre los cuales se aplicaron los criterios de selección sobre el *abstract* de cada uno de ellos y quedaron un total de 43 estudios potenciales.
2. Selección de estudios primarios: sobre los estudios potenciales se aplicaron de nuevo los criterios de selección, pero esta vez sobre el estudio en su totalidad, y se obtuvieron un total de 26 estudios primarios.
3. Evaluación de calidad y clasificación de los estudios primarios: para cada uno de los estudios primarios se realizó una evaluación de calidad y una clasificación en base a las diferentes respuestas de cada una de las preguntas de investigación.

### III. RESULTADOS

#### A. Pregunta Q1. Propuestas de Modelos de Madurez de Sostenibilidad

En la Figura 1 se muestran gráficamente los resultados de la pregunta de investigación Q1.

Por un lado, destacar que más de la mitad de los estudios (el 54%) proponen modelos de madurez relacionados con la sostenibilidad en los que tienen en cuenta los procesos y/u operaciones, así como el gobierno y/o gestión de una organización.

Por otro lado, únicamente el 31% de los estudios ([S02], [S05], [S06], [S08], [S11], [S15], [S23] y [S24]) proponen un modelo de madurez relacionado con el Green IT.



Figura 1. Gráfica de resultados de la pregunta de investigación Q1.

### B. Pregunta Q2. Evidencia Empírica sobre los Modelos de Madurez de Sostenibilidad

En relación con la evidencia empírica que existe sobre los modelos de madurez de sostenibilidad (cuyos resultados se exponen en la Figura 2), es importante destacar que se han validado muy pocos (solo el 27%) de los estudios ([S02], [S08], [S09], [S10], [S14], [S17], [S18] y [S22]) a través de algún estudio de caso o aplicación práctica, y solo uno de los estudios ([S08]) valida su propuesta solo a través de una encuesta a expertos en el área en cuestión.



Figura 2. Gráfica de resultados de la pregunta de investigación Q2.

### C. Pregunta Q3. Estándares, Marcos o Modelos para Medir la Madurez del Green IT

Entre los estándares, marcos o modelos que se usan o sobre los que se basan los modelos de madurez de Green IT propuestos, el 87% de los estudios relacionados con este tipo de modelos ([S02], [S05], [S06], [S08], [S11], [S15] y [S24]) siguen CMMI (*Capability Maturity Model Integration*).

Únicamente el estudio [S23] toma COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*) como base para proponer un modelo que mida la madurez del Green IT.

### D. Resultados del Mapeo Sistemático

Una vez analizadas cada una de las preguntas de investigación, como resultados generales del mapeo sistemático se puede determinar lo siguiente:

- Los modelos de madurez de sostenibilidad suelen centrarse en las áreas de los procesos/operaciones y del gobierno/gestión de una organización.
- Muy pocas son las propuestas que se han validado sobre los modelos de madurez de sostenibilidad y, sobre todo, de Green IT.
- CMMI es el modelo más utilizado a la hora de desarrollar un modelo de madurez de Green IT.

## IV. DISCUSIÓN

### A. Observaciones Principales

El presente mapeo sistemático tiene como objetivo conocer el estado del arte de los modelos de madurez de sostenibilidad y, particularmente, de Green IT, con el fin de identificar las características más importantes y posibles carencias para poder desarrollar un modelo de madurez de Green IT para el “Marco de Gobierno y Gestión para Green IT” [8].

Así pues, tras analizar los resultados obtenidos, se puede afirmar lo siguiente:

- Escaso número de estudios relacionados con los modelos de madurez de Green IT, lo que demuestra la juventud de este campo y la necesidad de desarrollar marcos comunes y actualizados de Green IT, así como modelos de madurez para estos marcos, que permitan establecer, evaluar y mejorar las aplicaciones llevadas a cabo en este ámbito.
- Necesidad de validar las propuestas de los modelos de madurez de sostenibilidad y, en especial, de Green IT, ya que, de estos últimos, únicamente los modelos propuestos en [S02] y [S08] llevan a cabo una validación a través de un estudio de caso y una encuesta, respectivamente. Por lo tanto, cualquier desarrollo de un modelo de madurez de Green IT debe ir acompañado de su correspondiente validación que permita establecerlo como un modelo correcto, completo y aplicable en las organizaciones.
- Importancia del modelo CMMI a la hora de desarrollar un modelo de madurez, en este caso, de Green IT, ya que se trata de un modelo muy completo y utilizado en la mayoría de los casos para tales fines.
- Gran auge del área de la sostenibilidad y del Green IT, cuya importancia y relevancia es cada vez mayor y cuya aplicación se está convirtiendo en una característica esencial e indispensable hoy en día.

### B. Transcendencia para la Investigación y la Práctica

Los resultados y observaciones del presente mapeo sistemático suponen un punto de partida y una gran relevancia para aquellos investigadores y directivos/responsables en las organizaciones en el área de los modelos de madurez, de la sostenibilidad y del Green IT.

Por un lado, los investigadores tienen un campo novedoso sobre el que poder desarrollar y probar nuevos modelos de madurez de Green IT, ayudando al avance y consolidación del campo del Green IT.

Y, por otro lado, cada vez más organizaciones podrán llevar a cabo buenas prácticas de Green IT y, junto a las que ya las llevan a cabo, conseguirán grandes beneficios en esta área, ya que no solo contarán con una base sobre la que empezar a trabajar, sino que también podrán evaluar su situación y mejorar paulatina y sistemáticamente en este ámbito.

## V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Los resultados del presente mapeo sistemático demuestran la importancia y creciente relevancia del Green IT y la necesidad de desarrollar esta área, en concreto, en el ámbito de los modelos de madurez de Green IT.

Por ello, como trabajo futuro, desarrollaremos un modelo de madurez de Green IT para el “Marco de Gobierno y Gestión para Green IT” [8], basado en CMMI, que deberemos aplicar en diversas organizaciones de forma sistemática mediante estudios de caso [10], con el fin de refinarlo y mejorarlo para convertirlo en un modelo válido en este ámbito.

Asimismo, esperamos obtener lecciones aprendidas sobre los problemas y/o dificultades que existen o surjan a la hora de desarrollar y aplicar un modelo para medir y determinar la madurez en el área del Green IT.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es parte del proyecto GINSENG (TIN2015-70259-C2-1-R) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y por el fondo FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional); y GLOBALIA (PEII-2014-038-P), Consejería de Educación y Ciencia, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

## REFERENCIAS

- [1] G. Brundtland, M. Khalid, S. Agnelli, S. Al-Athel, B. Chidzero, L. Fadika, ..., and S. Okita, Our Common Future (“Brundtland Report”). Oxford University Press, Oxford, UK, United Kingdom, 1987.
- [2] D. Budgen, M. Turner, P. Brereton, and B. Kitchenham, “Using mapping studies in software engineering,” in *20th Annual Meeting of the Psychology of Programming Interest Group (PPIG 2008)*, Lancaster, UK, 2008, pp. 195-204.
- [3] C. Calero and M. Piattini, *Green in Software Engineering*. Springer International Publishing AG, Cham, ZG, Switzerland, 2015.
- [4] F. J. Esteve Zarazaga, “Las “TIC verdes” en el Horizonte 2025,” *Novática*, no. 234, pp. 80-84, 2015.
- [5] M. Genero Bocco, J. A. Cruz-Lemus, and M. G. Piattini Velthuis, *Métodos de investigación en ingeniería del software*. Ra-Ma Editorial, Madrid, Spain, 2014, pp. 199-246.
- [6] ISACA, *COBIT 5: A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT*. ISACA, Rolling Meadows, IL, USA, 2012.
- [7] B. Kitchenham, *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*, Version 2.3. EBSE Technical Report, Keele University, UK, 2007.
- [8] J. D. Patón-Romero and M. Piattini, “A Governance and Management Framework for Green IT,” unpublished.
- [9] K. Petersen, R. Feldt, M. Shahid, and M. Mattsson, “Systematic mapping studies in software engineering,” in *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE 2008)*, Bari, Italy, 2008.
- [10] P. Runeson, M. Höst, A. Rainer, and B. Regnell, *Case Study Research in Software Engineering: Guidelines and Examples*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA, 2012.

## APÉNDICE A. ESTUDIOS PRIMARIOS SELECCIONADOS

- [S01] P. Antunes, P. Carreira, and M. Mira da Silva, “Towards an energy management maturity model,” *Energy Policy*, vol. 73, pp. 803-814, 2014.
- [S02] A. Buchalcevova, “Green ICT Maturity Model for Czech SMEs,” *Journal of Systems Integration*, vol. 6, no. 1, pp. 24-36, 2015.
- [S03] C. H. Cagnin, D. Loveridge, and J. Butler, “Business Sustainability Maturity Model,” in *Business Strategy and the Environment Conference 2005*, Leeds, United Kingdom, 2005.
- [S04] E. Curry, G. Conway, B. Donnellan, C. Sheridan, and K. Ellis, “Measuring Energy Efficiency Practices in Mature Data Center: A Maturity Model Approach,” in *27th International Symposium on Computer and Information Sciences (ISCIS 2012)*, Paris, France, 2013, pp. 51-61.
- [S05] M. Desai and V. Bhatia, “Green IT Maturity Model: How does your Organization Stack up?,” *SETLabs Briefings*, vol. 9, no. 1, pp. 49-56, 2011.
- [S06] B. Donnellan, C. Sheridan, and E. Curry, “A Capability Maturity Framework for Sustainable Information and Communication Technology,” *IT professional*, 2011, vol. 13, no. 1, pp. 33-40, 2011.
- [S07] A. Glover and C. Peters, “A Whole Sector Approach: Education for Sustainable Development and Global Citizenship in Wales,” in *Sustainability Assessment Tools in Higher Education Institutions: Mapping Trends and Good Practices Around the World*, Springer International Publishing, Cham, ZG, Switzerland, 2013, pp. 205-222.
- [S08] A. Hankel, L. Oud, M. Saan, and P. Lago, “A Maturity Model for Green ICT: The case of the SURF Green ICT Maturity Model”, in *28th EnvironInfo 2014 Conference*, Oldenburg, Germany, 2014, pp. 33-40.
- [S09] E. J. Hynds, V. Brandt, S. Burek, W. Jager, P. Knox, J. P. Parker, L. Schwartz, J. Taylor, and M. Zietlow, “A Maturity Model for Sustainability in New Product Development,” *Research-Technology Management*, vol. 57, no. 1, pp. 50-57, 2014.
- [S10] V. Introna, V. Cesarotti, M. Benedetti, S. Biagiotti, and R. Rotunno, “Energy Management Maturity Model: an organizational tool to foster the continuous reduction of energy consumption in companies,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 83, pp. 108-117, 2014.
- [S11] A. T. Jarmoszko, M. D’Onofrio, J. E. Lee-Partridge, and O. Petkova, “Toward a Conceptual Model for Sustainability and Greening through Information Technology Management,” in *Green Finance and Sustainability: Environmentally-Aware Business Models and Technologies*, IGI Global, Hershey, PA, USA, 2011, pp. 199-210.
- [S12] C. G. Machado, E. Pinheiro de Lima, S. E. Gouvea da Costa, J. J. Angelis, and R. A. Mattioda, “A maturity framework for sustainable operations management,” in *23rd International Conference on Production Research (ICPR 2015)*, Manila, Philippines, 2015.
- [S13] R. Masalskyte, M. Andelin, A. L. Sarasoja, and T. Ventovuori, “Modelling sustainability maturity in corporate real estate management,” *Journal of Corporate Real Estate*, vol. 16, no. 2, pp. 126-139, 2014.
- [S14] E. W. T. Ngai, D. C. K. Chau, J. K. L. Poon, and C. K. M. To, “Energy and utility management maturity model for sustainable manufacturing process,” *International Journal of Production Economics*, vol. 146, no. 2, pp. 453-464, 2013.
- [S15] G. Philipson, *A Green ICT Framework: Understanding and Measuring Green ICT*. Connection Research, St Leonards, NSW, Australia, 2010.
- [S16] D. C. A. Pigosso and T. C. McAloone, “Maturity-based approach for the development of environmentally sustainable product/service-systems,” *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 15, pp. 33-41, 2016.
- [S17] D. C. A. Pigosso, H. Rozenfeld, and T. C. McAloone, “Ecodesign maturity model: a management framework to support eco design implementation into manufacturing companies,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 59, pp. 160-173, 2013.
- [S18] F. Poli, L. Piermattei, M. M. Schiraldi, C. Spataro, and S. Uffreduzzi, “Proposal of a framework for a Sustainability Maturity Model,” in *XIX Summer School “Francesco Turco”*, Senigallia, Italy, 2014, pp. 367-372.

- [S19] H. Reefke, M. D. Ahmed, and D. Sundaram, "Sustainable Supply Chain Management—Decision Making and Support: The SSCM Maturity Model and System," *Global Business Review*, vol. 15, no. 4S, pp. 1S-12S, 2014.
- [S20] D. Romero and A. Molina, "Towards a Sustainable Development Maturity Model for Green Virtual Enterprise Breeding Environments," *19th World Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC 2014)*, Cape Town, South Africa, 2014, vol. 47, no. 3, pp. 4272-4279.
- [S21] A. J. G. Silvius and R. Schipper, "Developing a Maturity Model for Assessing Sustainable Project Management," *The Journal of Modern Project Management*, vol. 3, no. 1, pp. 17-27, 2015.
- [S22] J. S. Srari, L. S. Alinaghian, and D. A. Kirkwood, "Understanding sustainable supply network capabilities of multinationals: A capability maturity model approach," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, vol. 227, no. 4, pp. 595-615, 2013.
- [S23] C. Standing and P. Jackson, "An approach to sustainability for information systems," *Journal of Systems and Information Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 167-176, 2007.
- [S24] UK HM Government. (2015, February 02). *Green ICT Maturity Model*. [Online]. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/green-ict-maturity-model>
- [S25] B. Verrier, B. Rose, and E. Caillaud, "Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model," *Journal of Cleaner Production*, vol. 116, pp. 150-156, 2016.
- [S26] J. K. Yates, "Design and Construction for Sustainable Industrial Construction," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 140, no. 4, pp. B4014005, 2014.

APÉNDICE B. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS PRIMARIOS

TABLA IV. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS PRIMARIOS

ID	Q1								Q2					Q3					
	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f
S01						X					X								X
S02			X				X		X	X						X			
S03		X	X								X								X
S04		X	X		X	X					X								X
S05	X	X	X		X		X				X					X			
S06		X	X				X				X					X			
S07								X			X								X
S08	X	X	X	X			X					X				X			
S09	X									X									X
S10						X				X									X
S11		X					X				X					X			
S12		X							X		X								X
S13		X	X	X	X	X					X								X
S14					X	X				X									X
S15		X	X				X				X					X			
S16	X										X								X
S17	X	X								X									X
S18			X							X									X
S19				X							X								X
S20	X	X	X		X	X					X								X
S21			X								X								X
S22				X						X									X
S23		X	X				X				X						X		
S24	X	X	X				X				X				X				
S25		X	X								X								X
S26								X			X								X