View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by El Servicio de Difusión de la Creación Intelectual

Modelado y ejecución de procesos de negocio con conceptos de Green IT

Anahí Rodriguez[1], Patricia Bazán[1], Viviana Ambrosi[1,2], Javier Diaz[1]

[1] LINTI – Facultad de Informática – UNLP
[2]Comisión de Investigaciones Científicas (CIC-BA)
arodriguez@linti.unlp.edu.ar, pbaz@info.unlp.edu.ar, vambrosi@info.unlp.edu.ar, javier.diaz@linti.unlp.edu.ar

Abstract. La importancia del cuidado del medio ambiente es cada vez más relevante para las organizaciones y gobiernos. La gestión por procesos de las mismas se ve involucrada en este desafío y surgen nuevos indicadores dentro del ciclo de mejora continua, no solamente para optimizar la productividad sino también para considerar la sostenibilidad de las actividades. Green BPM proporciona una forma de trabajar para minimizar los impactos en el medio ambiente. En esta investigación se propone la incorporación de indicadores "verdes" durante el modelado del proceso y también durante la ejecución, registrando sus rastros, de modo de obtener trazas de ejecución que permitan una monitorización específica y enriquecida, para lograr una mejora continua de procesos de negocio "verdes".

Keywords: Desarrollo Sostenible – Green IT – Green BPM – Modelado de procesos de negocio

1 Introducción

En el marco de la "Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo" realizada en Río de Janeiro en 1992 [1], fue creado el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) [2] para involucrar a las empresas en cuestiones de sostenibilidad. El industrialista suizo Stephan Schmidheiny, ideólogo del consejo, tuvo la visión de reconocer el indeclinable rol de las empresas en la búsqueda del desarrollo sostenible. Sosteniendo que las empresas podían actuar como un catalizador para el cambio hacia la consecución del desarrollo sostenible y que, al mismo tiempo, necesitaban de él para alcanzar su mayor potencial.

Hoy en día las organizaciones y los gobiernos están más interesados y comprometidos con la ecología y el cuidado del ambiente. No sólo por los compromisos internacionales asumidos post COP 21 en París [3], sino también por las propias regulaciones existentes en algunos países.

Por otro lado en el documento "*Environmental Key Performance Indicators*" [4] se cita que las empresas que miden, gestionan y comunican su desempeño ambiental son

inherentemente mejor colocadas en el mercado. Ellas entienden cómo mejorar sus procesos, reducir sus costos, cumplir con los requisitos reglamentarios y las expectativas de los *stakeholders* y aprovechar las nuevas oportunidades de mercado.

Surgen así nuevos retos que llevan a redefinir las formas de trabajo para minimizar impactos en el ambiente, y donde las organizaciones y el sector de TI (Tecnología de la Información) juegan un papel muy importante para implementar y verificar métodos, políticas y procedimientos que ayuden a la conservación del medio ambiente y que además realicen sus tareas de manera responsable y sostenible teniendo en cuenta las TIC verdes [5].

Existen muchas definiciones para Green IT, como por ejemplo Jonh Lamb en [6] define Green IT como *"El estudio y la práctica de la utilización de los recursos informáticos de manera eficiente, pero esto no lo hace sostenibles*". Mientras que Weber y Wallace en [7] la definen como "*La reducción del impacto ambiental del funcionamiento del departamento de TI*", pero es una visión reducida del problema. En cambio J. Díaz et al [8] lo definen como "*uso eficiente de los recursos computacionales minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica y propiciando una mejora del contexto social*". Pero podríamos dar una definición más ampliada indicando que Green IT es "*uso eficiente de los recursos computacionales tanto desde el punto de vista del hardware como de software, minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica y propiciando una mejora del contexto social y cultural*".

De estas definiciones se desprende que Green IT trata de considerar la protección del medio ambiente durante todo el ciclo de vida de TI. Existen algunas prácticas como la eficiencia en los servidores de datos o la gestión de residuos electrónicos, siendo éstas sólo algunas de las posibles acciones de Green IT [10]. Dichas prácticas se pueden evaluar con métricas para hardware y software que determinen el impacto negativo y permitan realizar acciones para revertir o mejorar las actividades o procesos en las organizaciones [11] [5].

Los procesos de negocio no están ajenos a esta realidad, por lo que las organizaciones deben trabajar teniendo en cuenta esta problemática inminente y los requerimientos asumidos por los gobiernos y empresas a nivel internacional.

Las organizaciones que adhieren a un paradigma de gestión por procesos (BPM – *Business Process Management*), se introducen en un ciclo para identificar, modelar, desplegar y monitorizar procesos de negocio en búsqueda de la mejora continua. Este ciclo se cierra con la monitorización de indicadores que dan cuenta del rendimiento de los procesos y que suelen definirse de manera clásica y universal, como por ejemplo, tiempo de ejecución entre ejecución de actividades de un proceso, cantidad de tareas detenidas, en progreso o fuera de término. En este sentido, sería razonable pensar que estas mismas organizaciones comprometidas con el medio ambiente, estarían interesadas en medir cuan sostenibles son sus procesos, por ejemplo, en función de los recursos que consumen, teniendo en cuenta que en muchos casos son recursos naturales no renovables.

Surge así el concepto de proceso "verde" que requiere que se definan indicadores de mejoras vinculada a aspectos ecológicos y además demanda mejorar las notaciones de modelado y obtener la trazabilidad necesaria para monitorizar los procesos según los indicadores definidos.

Este nuevo concepto de proceso de negocio, amerita un replanteo acerca de la forma en que se modelan, ejecutan y monitorizan. Los analistas de procesos, como los participantes y los expertos en TI, deben considerar la forma de cómo incorporar estos indicadores "verdes", tanto en tiempo de diseño y en la ejecución del proceso y la consecuente definición de nuevas trazas y criterios de monitorización.

Este trabajo propone un mecanismo para incorporar estos indicadores en tiempo de diseño, y también en ejecución, y define cómo deben ser tenidos en cuenta para monitoreo. El mecanismo se aplica a un caso de estudio desplegado en un motor de procesos (BPMS – *Business Process Management System*) concreto, como lo es *Bonita BPM* [19].

El artículo se organiza de la siguiente manera: en la Sección 2 se muestra el estado del arte y antecedentes acerca de la aplicación de Green IT a BPM. En la Sección 3 se analizan los requisitos que se consideran necesarios para el modelado y ejecución de procesos verdes, con la incorporación de los indicadores "verdes" propuestos. En la Sección 4 se aplica a un caso de estudio. Finalmente se arriban a algunas conclusiones y trabajos futuros.

2 Antecedentes en Green IT aplicado a BPM

Green BPM es la suma de todas las actividades de gestión soportadas por los sistemas de información que ayudan a monitorizar y reducir el impacto ambiental de los procesos de negocios en sus etapas de diseño, mejora, implementación u operación, así como guiar hacia un cambio cultural dentro del ciclo de vida del proceso [12], y ese encuentra en las primeras fases de investigación. La bibliografía es muy reciente en cuanto a cómo medir y monitorizar un Green BPM [13].

Para abordar un Green BPM podemos tener en cuenta los siguientes aspectos [12]:

- Actitud Verde: describe la actitud de la empresa y los empleados para obtener resultados sostenibles, viendo la responsabilidad y cuan interesados están en la adopción de medidas de mejora para lograr un proceso más sostenible. Este es el factor fundamental para tener un Green BPM a largo plazo. Tomando conciencia del impacto ecológico negativo del proceso de negocio haciéndolo más sostenible para tener un impacto menos negativo.
- Estrategia Verde: la gestión del Green BPM debe estar relacionada con la estrategia comercial para el ciclo de vida del BPM, para poder establecer mejoras ecológicas. Se planifica la estrategia y así genera un marco de actuación sostenible. Esto es importante para la adquisición de una estrategia holística para todo el ciclo de vida.
- Gobernabilidad Verde: esta etapa junto con la estratégica son parte de las tareas de gestión. Define la estructura de la gestión, los roles, autoridad para toma de decisiones, responsabilidades, etc. y el control de acciones verdes. También se organizan las personas involucradas en el proceso. La asignación de presupuestos y otros recursos son importantes para Green BPM. Por otra parte, la gobernabilidad verde es responsable de la definición de las metas y de medir el progreso hacia ellos.
- Modelado verde: se considera el impacto ambiental en el modelo del proceso. Se establecen valores y factores claves para cada unidad de la empresa. Con

estos valores podemos medir valores claves ecológicos en los procesos de negocio, sub-procesos, actividades, recursos. Pudiendo asignar valores a cada proceso de los recursos utilizados, la producción de residuos, o emisión de CO^2.

- Monitoreo verde: es de gran utilidad tener medidas para monitorear el impacto ambiental. El monitoreo verde utiliza indicadores ecológicos clave de rendimiento (KPI - *Key Performance Indicators*) para cada actividad de los procesos de negocio. Con estos valores se pueden medir sus impactos ambientales. Los KPI pueden ser de ayuda a una organización para cuantificar las TIC y evaluar el desempeño en esta área. Según la *International Telecommunication Union* (ITU) el tratamiento y gestión de los indicadores clave de rendimiento medioambiental no es nuevo. Algunas organizaciones ya han identificado una serie de KPI ambientales comunes entre ellos. En el documento "General specifications and KPIs" [17] la ITU ayuda a identificar qué indicadores clave de rendimiento podrían ser relevantes para una organización. Hay cinco grupos principales de KPI ambientales que normalmente se clasifican por instituciones del sector TIC y no TIC: la energía, las emisiones de gases de efecto invernadero, residuos, agua, y otros. Los indicadores claves ambientales (*Environmmental KPI*) son de tipo directo e indirecto [4] y también encontramos de tipo estático y dinámico. El dinámico es el que se genera del uso real de un dispositivo, por ejemplo el consumo de energía de una impresora; mientras que los estáticos son independientes del uso, por ejemplo servidores, en el cual su uso es constante. Para el caso de los KPI dinámicos se utilizan redes de sensores para medir automáticamente. El monitoreo verde mide los niveles de KPIs ambientales de la organización, teniendo en cuenta valores internos y externos.
- Optimización verde: luego de obtener las mediciones anteriormente citadas se deberá realizar un análisis para evaluar posibles cambios en el proceso de negocio [16], si es que es necesario, optimizando con estas mejoras el impacto climático. Como primera medida no es necesario el cambio de todo el proceso, sino pueden ser implementados por etapas, como por ejemplo decidir utilizar más el formato digital que los documentos impresos.

3 Modelado y Ejecución de Procesos Verdes

Según el análisis del estado del arte en torno a Green BPM se desprende que existen definiciones precisas en torno a este concepto que requieren de un marco tecnológico que las implemente.

Actualmente, las organizaciones han alcanzado cierto grado de madurez en cuanto a la adopción del paradigma BPM, incluso utilizando herramientas específicas para su despliegue (BPMS). En este sentido, la ejecución de procesos de negocio es un desafío ya resuelto y hay una gran variedad de alternativas tal como se analiza en [18].

El modelado y ejecución de procesos "verdes" puede llevarse a cabo utilizando las soluciones tecnológicas existentes pero teniendo en cuenta algunas características "verdes". Si bien se puede implementar en cualquier BPMS, proponemos desplegarlo en *Bonita BPM* [19], por sus características *open source* y por la gran comunidad que posee en torno a extensiones funcionales de su versión comunitaria.

3.1 Antecedentes para modelar y ejecutar procesos verdes

Las extensiones a la notación BPM y la definición de características funcionales para ejecución y monitoreo de procesos dinámicos son dos antecedentes importantes para encaminarse hacia Green BPM y que se presentan en [14] y [15].

En [14] se propone extender el modelado clásico de BPM agregando notaciones que indican aspectos ecológicos, como por ejemplo, añadiendo una notación para las actividades que hacen uso de combustible, actividades que utilizan papel, indicadores para mostrar la cantidad de gases que se emiten en cada *pool* o *lane*. Estos indicadores de aspectos ecológicos podrían dar un gran valor agregado a los resultados esperados del proceso de negocio y el monitoreo del mismo tendría que tener en cuenta estos rastros de ejecución.

Para aportar dinamismo a la ejecución del proceso de negocio en [15] se especificaron características funcionales que debe tener un motor de ejecución de procesos para incorporar la interacción entre participantes y enriquecer los rastros de ejecución de sus actividades, como por ejemplo, incorporación de notificaciones, comentarios etiquetados, definición de tareas ad-hoc sin modelar y notificaciones a los responsables de los procesos.

El dinamismo brindado por la mejora propuesta en [15] puede ser utilizado para incluir en "tiempo real" los valores de diversos aspectos ecológicos (por ejemplo: emisión de gases, consumo de electricidad, de papel, etc.). Con este enfoque los rastros de ejecución ya no serán los clásicos sino que son propios de la ejecución del proceso. Los datos asociados a cada actividad pueden obtenerse en tiempo real o no, dependiendo de la naturaleza de la actividad. Esto nos lleva a cambiar el enfoque de monitorización estática a una dinámica.

A través de la monitorización dinámica se pueden emitir alertas que sirvan para analizar el uso de las mejoras propuestas en los patrones definidos en [16] para obtener un Green BPM partiendo de un BPM clásico. Por ejemplo, aunque en el modelado del proceso inicial no se haya tenido en cuenta el indicador de consumo de energía, si se detecta dinámicamente que un servidor de la organización tiene un consumo de energía excesivo, se puede aplicar el “Patrón 3: Cambio de Recursos” el cual propone reemplazar el servidor propio por un servidor en la nube, o un patrón más adecuado en la planificación de la adquisición y en la generación de residuos electrónicos que pueda ser provocado por su descarte.

3.2 Incorporación de indicadores “verdes” y su despliegue en Bonita BPM

En función de lo presentado en la sección anterior, nuestra propuesta se sustenta en una adaptación de la notación planteada en [14] que se basa en la definición de nuevos tipos de actividades que involucren el uso de recursos cuantificados según criterios “verdes”. Estos nuevos indicadores se definen para los casos que se cuente con valores que lo midan y, para cada uno de ellos, existe un flujo que lleve los valores de los indicadores a las actividades de cierto tipo.

Además, se requiere también incluir el mecanismo para obtener el dinamismo, tanto de indicadores no previstos en tiempo de modelado. En este caso el indicador

puede tomarse en tiempo de ejecución mediante una lectura por interacción humana o por ingreso desde otra fuente (como por ejemplo un sensor).

El método propuesto alcanza dos aspectos: 1- incorporación de nuevos indicadores para las actividades en *Bonita BPM* y la definición de cómo medirlos y 2- definición de un mecanismo para incorporar, en ejecución, estos nuevos indicadores mediante actividades automáticas.

3.2.1 Indicadores Verdes

El método propuesto contempla definir nuevos indicadores cuyos valores se almacenan en variables de procesos y pueden ingresarse manualmente a través de un input perteneciente a un formulario, o por la lectura de un sensor, el cual jugaría el papel de entrada de datos a un conector externo de *Bonita BPM*.

La sintáxis que se define para tales indicadores es *_NombreIndicador* y donde la semántica determinará la forma de calcular la medición del indicador.

Consideremos la definición de un indicador que mida el consumo de papel. Para ello utilizamos dos variables de proceso: 1 -*_ConsumoPapelP*, contabiliza el consumo de papel por cada instancia de proceso y 2 - *_ConsumoPapelT*, contabiliza el consumo de papel por cada actividad del proceso.

Las estadísticas que pueden obtenerse al incorporar estos indicadores como variables de proceso son, por ejemplo: 1- cantidad total de papel utilizada en todas las instancias del proceso ejecutadas, 2- cantidad total de papel utilizada por una actividad en particular o 3 - promedio de papel utilizado en una instancia del proceso.

El cálculo de cada indicador se realiza con consultas sobre parte de las tablas de catálogo de *Bonita BPM*, cuyo esquema de relaciones se muestra en la Figura 1.

La tabla *Process_instance* almacena los datos referentes al proceso en las distintas instancias ejecutadas, mientras que *Data_instance* almacena las variables de un proceso en las distintas instancias ejecutadas. Finalmente, *Flownode_instance* almacena los componentes del proceso en las distintas instancias ejecutadas.

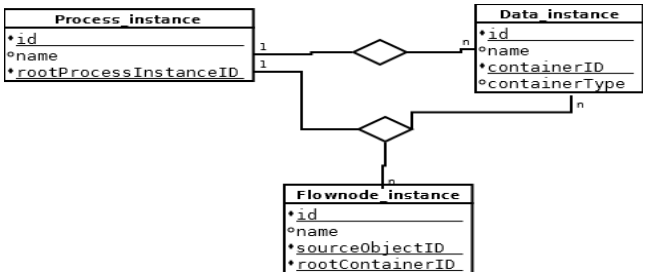

Figura 1. Esquematización de las tablas utilizadas.

La definición de estos nuevos indicadores en *Bonita BPM* definen nuevas estadísticas que se suman a las clásicas de todo BPMS, como lo son: el tiempo de ejecución entre actividades, la cantidad de actividades por participante, el tiempo total de ejecución de un proceso, las demoras en las actividades de un proceso, entre otras. A modo de ejemplo, se muestra la consulta para calcular la cantidad de papel utilizada en todas las instancias de proceso se define la siguiente consulta.

```
Select Sum (data_instance.intvalue)
from data_instance, process_instance
where data_instance.name = _consumoPapel and
(data_instance.containerID =
 process_instance.rootProcessInstanceID)
```

3.2.2 Actividades automáticas

Los indicadores "verdes" antes mencionados, y representados como variables de proceso, pueden definirse tanto en tiempo de diseño como en tiempo de ejecución. En el primer caso, se modela con los criterios de modelado clásicos de BPM y solo se debe considerar nombrarlos con la nomenclatura fijada en el punto anterior.

Para incorporar los indicadores "verdes" en tiempo de ejecución, se define en tiempo de diseño una actividad automática (definida como tal por *Bonita BPM*) por cada actividad del proceso; esta actividad ejecutará un *web service*. El mismo contendrá el código necesario para generar un formulario dinámico que permita ingresar el indicador verde. A su vez, la actividad modelada debe incluir un chequeo que determine la ejecución o no de la actividad automática.

Dentro del modelo de proceso se incluirá un *lane* que lo llamaremos ROBOT el cual contendrá la actividad automática.

4 Caso de Estudio

El caso de estudio utilizado presentado en este trabajo, es el seguimiento y control de las tesinas de grado de las carreras de Licenciatura en Informática y Licenciatura en Sistemas de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. La presentación de la propuesta de tesina la realizan 1 o 2 alumnos que cuentan con el aval del o de los director(es). Ante la presentación de la propuesta de tesina, se procede a validar los datos académicos. Luego se establece un Tribunal o Jurado, el cual es notificado, para que revise la propuesta. Cada profesor notificado puede aceptar o rechazar la propuesta. Finalizado el trabajo de tesina, los alumnos presentan el informe final. Acordada la conformación del tribunal, el mismo evaluará el informe y determinará una fecha de exposición o bien formulará pedidos de revisión. En ambos casos se notifica al/los alumno/s y al/los director/es. Luego de acordada la fecha de exposición, se lleva a cabo la misma, el Jurado emite su opinión, redacta un acta y fija la calificación. El proceso finaliza con la graduación del alumno.

Este proceso consta de varios subprocesos, uno de los cuales, "Validación de Datos Académicos y Alta de la Propuesta" y cuyo modelo se visualiza en la Figura 2, será el elegido para modelar y ejecutar incorporando indicadores "verdes" con el método propuesto en la Sección 3.

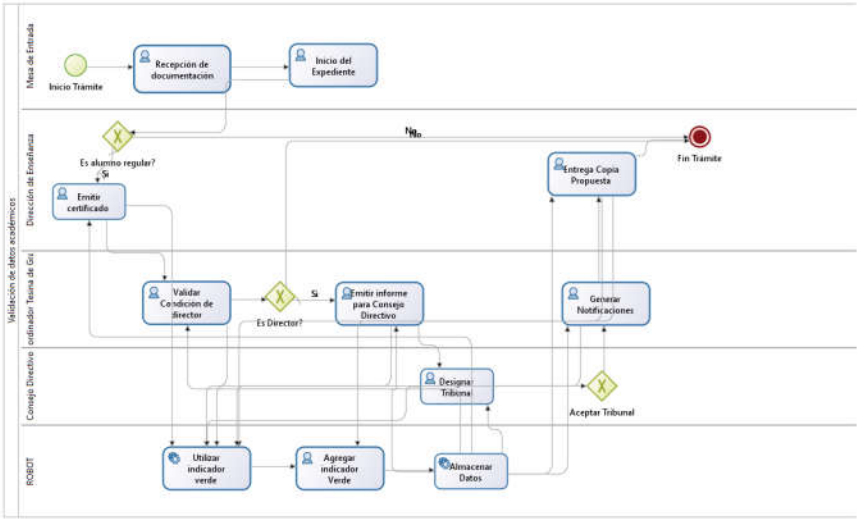

Figura 2. Validación de Datos Académicos y Alta de la Propuesta

En la Figura 2 se muestra el flujo de trabajo desde que se inicia el expediente con la documentación necesaria para el trámite, la designación del tribunal y generación de notificaciones. Según el método presentado se incorpora un *lane* ROBOT que incluye las actividades: 1- **`Utilizar Indicador Verde`** (Conector al *Web Service* que genera un formulario dinámico para el ingreso del indicador), 2 - **`Agregar Indicador Verde`** (Despliega el formulario generado por el Web Service) y 3 – **`Almacenar Datos (`**Almacena en las tablas respectivas los valores ingresados en la tarea anterior**`)`**

Como mencionamos anteriormente todas las actividades deben tener un chequeo que determine la ejecución o no de la actividad automática. Este chequeo lo determinará el participante del proceso, si desea contabilizar la cantidad de papel consumido por la actividad. Como se muestra en la Figura 3:

Figura 3. Chequeo para la ejecución de la actividad automática.

El chequeo sobre el campo del formulario "Consumo Papel", activa la ejecución del *lane* ROBOT que ejecuta el *Web Service* donde se genera el formulario dinámico

que permite la lectura del indicador. La Figura 4 muestra la ejecución de la actividad "Agregar indicador Verde", donde se ingresa el valor en este caso de la cantidad de papel consumida. La tarea que se conecta a la base de datos se encarga de almacenar los datos ingresados, para las consultas que se quieran realizar posteriormente.

Figura 4. Ingreso del indicador seleccionado

En este ejemplo se muestra un caso de estudio desarrollado usando el método definido en la Sección 3, que incluye: 1- Definición de indicadores dinámicos utilizando variables de procesos, 2- Incorporación de actividades automáticas para la lectura de los indicadores, 3 – Definición de nuevas estadísticas del proceso mediante el cálculo de nuevas trazas de ejecución generadas por los indicadores "verdes".

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

El trabajo presentado propone un método para modelado y ejecución de procesos de negocio bajo la óptica de Green BPM: conjunto de sistemas de información que ayudan a monitorizar y reducir el impacto ambiental de los procesos de negocios en sus etapas de diseño, mejora, implementación u operación.

Para aplicar el método se seleccionó la herramienta *Bonita BPM* por sus características *open source* y por la gran comunidad que posee en torno a extensiones funcionales de su versión comunitaria. Utilizando esta herramienta, el método permite diseñar, ejecutar y monitorizar un proceso de negocio incorporando datos verdes para su posterior análisis y revisión de estadísticas.

Los reportes que se pueden obtener de las nuevas trazas de ejecución incorporando aspectos "verdes" pueden ayudar a detectar posibles impactos negativos al medio ambiente luego de la ejecución del proceso y así poder lograr una mejora continua de procesos de negocio "verdes".

Los trabajos futuros de esta investigación consiste en aplicar este mecanismo sobre otros BMPS que admitan la invocación a *Web Services* para la generación de nuevos indicadores y registren en sus tablas de catálogo la información necesaria para obtener trazas enriquecidas y nuevas estadísticas.

Referencias

1. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Junio de 1992, http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm
2. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) http://www.wbcsd.org/
3. Conferencia sobre el Cambio Climático de París se conoce oficialmente como la 21a Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/Cop21/
4. Environmental Key Performance Indicators. Reporting Guidelines for UK Business. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69281/pb11321-envkpi-guidelines-060121.pdf
5. Javier Muñoz Giner, Yuresky Rojas Rincón, "Nuevas tendencias en tecnologías verdes -Green IT para la Gestión en Organizaciones", II Congreso Iberoamericano SOCOTE - Soporte al Conocimiento con la Tecnología- y VII Congreso SOCOTE Universidad Politécnica de Valencia, Noviembre 2010
6. Jonh Lamb, "The grenning of IT: how companies can make a difference for the environment", Capitulo 1. IBM Press – 0137150830/9780137150830 – Mayo 2009
7. Lawrence Webber, Michael Wallace, "Green Tech: How to Plan and Implement Sustainable IT Solutions", Julio 2009.
8. Javier Díaz, Viviana Ambrosi, Néstor Castro, Claudia Banchoff Tzancoff, Marcelo Raimundo, "Porque incluir Green IT en la currícula de Informática"
9. Fatima Zahra HANNE, "GREEN-IT: Why Developing Countries Should Care?", IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8, Issue 4, No 1, Julio 2011.
10. http://green-software-engineering.de/en/publications.html
11. Nicky Opitz, Henning Krüp, Lutz M. Kolbe, "Green Business Process Management – A Definition and Research Framework", 47th Hawaii International Conference on System Science, 2014
12. Nicky Opitz, Henning Krüp, Lutz Maria Kolbe, "Environmentally sustainable business process management – developing a green bpm readiness model".
13. Maximilian Röglinger, Jens Pöppelbuß, Jörg Becker, "Maturity Models in Business Process Management", "Business Process Management Journal 18" (2012).
14. Jan Recker, "Green, Greener, BPM?", http://www.bptrends.com/publicationfiles/07-05-2011-COL-Class%20Notes--Green%20Greener%20BPM-Recker.pdf
15. Patricia Bazán, Roxana Giandini, Jose Martinez Garro, Javier Díaz, "Mejora de la monitorización y ejecución de procesos de negocio con integración y socialización", Latin American Computing Conference (CLEI), 2015
16. Alexander Nowak, Frank Leymann, Daniel Schleicher, David Schumm, Sebastian Wagner, "Green Business Process Patterns", Proceedings of the 18th Conference on Pattern Languages of Programs, 2011
17. ITU General specifications and KPIs https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B0400000B0009PDFE.pdf
18. Delgado, A., Calegari, D., Milanese, P., Falcon, R., & García, E. (2015, May). A systematic approach for evaluating BPM systems: case studies on open source and proprietary tools. In IFIP International Conference on Open Source Systems (pp. 81-90). Springer International Publishing.
19. http://es.bonitasoft.com/