

Green BPM: ciclo de vida de procesos de negocio incorporando aspectos ambientales.

Anahí Soledad Rodríguez¹, Luis Damián Candia¹, Patricia Bazan¹, Viviana Miriam Ambrosi^{1,2}, Nestor Castro¹, Francisco Javier Díaz¹, Irina Benitez¹

¹ LINTI – Facultad de Informática – UNLP

² Comisión de Investigaciones Científicas CIC-BA

arodriguez@linti.unlp.edu.ar, dcandia@linti.unlp.edu.ar, pbaz@info.unlp.edu.ar,
vambrosi@info.unlp.edu.ar, ncastro@isis.unlp.edu.ar, jdiaz@info.unlp.edu.ar,
ibenitez@linti.unlp.edu.ar

Resumen La adopción del paradigma de BPM es cada vez más frecuente en las organizaciones ante los beneficios que esto conlleva en términos de mejoras en la productividad. Por otra parte, la responsabilidad con el medio ambiente es también un compromiso creciente de las organizaciones y que además impacta en los aspectos productivos y tecnológicos. La incorporación de conceptos de tecnología dentro de los procesos de negocio contribuye a la mejora continua de los mismos. A su vez, el concepto de Green IT considera los aspectos tecnológicos en lo que respecta a la protección del medio ambiente durante el ciclo de vida de las TI (Tecnologías de Información). Este artículo integra los conceptos de Green IT a BPM mediante la incorporación de indicadores “verdes” dentro del ciclo de vida de los procesos de negocio y la incorporación de “Alertas Verdes” que permiten definir un ciclo de vida Green BPM y su aplicación a un caso de estudio.

Palabras Clave: Green BPM. Ciclo de vida BPM. Green IT. Desarrollo Sostenible.

1 Introducción

La evidencia creciente de cambios climáticos abruptos ha provocado que cada vez más los gobiernos, instituciones e individuos tomen consciencia y reconozcan la necesidad de un desarrollo sostenible de la vida y de la organización [1].

La Gestión de Procesos de Negocio (*Business Process Management* – BPM) prepara a las organizaciones para nuevos retos y cambios en el entorno, además de estar adaptada a las nuevas tendencias y tecnologías.

La utilización de BPM en las organizaciones contribuye al ciclo de mejora continua y a su eficiencia, como resultado de contar con procesos de negocio identificados, modelados, desplegados y monitorizados [2] [3] [4]. Este ciclo de mejora continua se sustenta fuertemente en la definición de los indicadores que se utilizan en la etapa de monitoreo. El desafío que encuentran los procesos de negocio de las organizaciones en torno al cuidado del medio ambiente es que sus indicadores

no solamente optimicen la productividad sino también la sostenibilidad de las actividades de los procesos de la organización.

El rol de las organizaciones en términos de sostenibilidad es fundamental para el entorno, y además ha llevado a las mismas a alcanzar un mayor potencial socioeconómico. Por lo cual las organizaciones y los gobiernos están cada vez más interesados en tener más responsabilidades ante el cuidado del medio ambiente, además de cumplir con los compromisos internacionales, post COP 21 en París [5], y por las propias regulaciones regionales y nacionales.

Las TI sostenibles deben entenderse como una tendencia de las nuevas tecnologías, no solo vinculada a los componentes electrónicos, sino también a su uso eficiente, pero minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica y propiciando una mejora del contexto social [6]. El concepto de Green IT considera la protección del medio ambiente en todo el ciclo de vida de TI.

En este sentido, los procesos de negocio, ya establecidos en las organizaciones, no están ajenos a esta realidad, por lo que es necesario trabajar teniendo en cuenta esta problemática inminente y los requerimientos asumidos por los gobiernos y empresas a nivel internacional.

Surge así el concepto de proceso de negocio “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.

En este sentido, las organizaciones pueden estar interesadas en medir cuan sostenibles son sus procesos, por ejemplo midiendo los recursos que consumen [4]. Ante estos nuevos retos se debe analizar como incorporar temas de cuidado del medio ambiente en el ciclo de vida de los procesos de negocio lo cual conduce a definir el concepto de Green BPM [7].

En este artículo se propone la definición de las etapas de un ciclo de vida Green BPM con la incorporación de Alertas Verdes, y la aplicación de esta metodología en un caso de estudio de los procesos del Programa E-Basura [8].

El trabajo se organiza de la siguiente manera: en la Sección 2 se presentan los antecedentes en torno a los indicadores de rendimiento y Green BPM, incluyendo conceptos vinculados con procesos “verdes”. En la Sección 3 se presentan la definición de las etapas del ciclo de vida BPM en el contexto de Green IT, la incorporación de indicadores ambientales en el ciclo de vida de los procesos de negocio y la incorporación de Alertas Verdes que contribuyen a la mejora continua del proceso. En la Sección 4 se analiza el nuevo mecanismo en un caso de estudio para el ciclo de vida Green BPM. En la Sección 5 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2 Antecedentes en Indicadores de Rendimiento y Green BPM

Las organizaciones comúnmente optimizan sus procesos de negocio dentro de las dimensiones clásicas como costo, calidad, tiempo, flexibilidad pero en la actualidad, con la creciente preocupación con el medio ambiente, podemos analizar una nueva dimensión: la sostenibilidad [7]. Con la incorporación de esta nueva dimensión se deben tener en cuenta nuevos indicadores como por ejemplo, consumo de energía, consumo de agua, desperdicios ocasionados por la producción del producto en la

ejecución del proceso de negocio y las actividades del mismo [9] que pueden generar un impacto negativo en el medio ambiente. El análisis y medición de estos nuevos indicadores permitirían aplicar cambios al proceso de negocio para hacerlo más eficiente y efectivo con el medio ambiente.

Es muy importante para las organizaciones tener en cuenta los KPI (*Key Performance Indicators* o Indicadores Clave de Rendimiento). Los KPI son métricas cuantificables que reflejan el desempeño de una empresa en el contexto del logro de sus metas y objetivos más amplios. La ITU (*International Telecommunication Union*) identificó que indicadores claves podían ser útiles para una organización. Los KPI ayudan a las empresas a implementar estrategias vinculando varios niveles de una organización (unidades de negocios, departamentos e individuos) con objetivos y puntos de referencia claramente definidos [10, 11]. 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 (*Environmental KPI*) son de tipo directo e indirecto [26] 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 [27].

El concepto de Green BPM se encuentra en las primeras fases de las investigaciones, los autores Opitz, Krüp y Kolbe en su trabajo de investigación [12] proponen la siguiente definición: “*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*”.

La intención detrás de Green BPM es la incorporación de objetivos ecológicos en la gestión de procesos comerciales [13]. Para incorporar la sostenibilidad a BPM se debe ejecutar cada fase del ciclo de vida teniendo en cuenta cuestiones ecológicas. También es muy importante el uso de conceptos, métodos, técnicas y herramientas para considerar los diferentes grados de impacto en el medio ambiente, la economía y la sociedad [14].

La bibliografía es muy reciente en cuanto a cómo medir y monitorizar un Green BPM [24]. En [27] se analizan los aspectos de investigación basada en la revisión de Green BPM que sin dudas marcan un camino hacia la definición de KPIs en torno a su impacto ambiental.

El ciclo de vida de BPM se compone de fases cíclicas que no implican necesariamente un orden temporal, pero sí una dependencia lógica, según lo define M.Weske en [25]. Si bien hay variantes en cuanto a las diferentes etapas o fases que componen este ciclo de vida, podemos decir que las mismas se identifican como: 1- diseño, que es estudio de la situación desde el punto de vista técnico como organizacional, 2 - modelado, que identifica, revisa, valida y representa los procesos de negocios en un modelo, 3- ejecución, que implica el despliegue del proceso modelado en un entorno ejecutable, 4- monitoreo, registra los rastros de ejecución de las distintas instancias del proceso alimentando los KPI y 5- optimización, revisa los rastros de ejecución para aplicar los cambios y cerrar el ciclo de mejora continua.

En la tabla 1 se muestra la vinculación entre Green IT y el ciclo de vida BPM de Weske. Dentro del ciclo de vida verde se tienen en cuenta las etapas de ejecución y evaluación. A su vez, se define la incorporación de un componente para el procesamiento de Alertas Verdes.

Tabla 1 – Vinculación entre el Ciclo de Vida Verde y el tradicional.

Fase de BPM	Ciclo de Vida Verde	
Diseño	Análisis y Diseño Verde	
Diseño		
Diseño		
Modelado		
Monitoreo	Monitoreo Verde	
Optimización	Optimización y Evaluación Verde	Alerta Verde
	Ejecución Verde	

3 Definición de las etapas del ciclo de vida BPM en el contexto de Green IT

Según los antecedentes presentados en torno a Green BPM se desprende que existen definiciones precisas para este concepto en cuanto a la incorporación de indicadores ecológicos y a las mejoras en torno al impacto climático, que requieren de un marco tecnológico que las implemente, además de una metodología o ciclo de vida verde.

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 [19].

Dado que el ciclo de vida de BPM es un mecanismo cíclico donde todas las fases se vinculan y se alimentan unas a otras, resulta conveniente definir las diferentes etapas a la luz de los aspectos ambientales y determinar los mecanismos precisos que ayudan a considerarlos.

Diseño y Modelado Verde

Esta etapa incluye los aspectos de actitud, estrategia y gobernabilidad verdes a través del análisis de *Key Ecological Indicators* (KEIs). Se pueden diseñar distintas alternativas de procesos, por ejemplo en una organización destinada a la fabricación de productos la utilización de materias primas alternativas no contaminantes. También se podría permitir que el cliente elija alguna alternativa con diferentes impactos ambientales [18]. Esto llevará a tener nuevos diseños en los modelos de procesos,

donde se incorporen notaciones. Por ejemplo para las emisiones dióxido de carbono o para el consumo de energía de las actividades o del proceso completo, tal como se presenta en [1] donde se propone una notación que agrega simbología gráfica de aspectos ecológicos. Para facilitar la lectura de ciertos indicadores ecológicos se podrían incorporar en el diseño la utilización de sensores de IoT (*Internet of Things*). Por lo que resulta indispensable tener una notación para ser incorporados en el modelado del mismo. Meyer y Sperner son dos autores que analizaron la manera de simbolizar dispositivos IoT y toda la tecnología que rodea a los mismos en el modelado de BPM [20, 21, 22].

Ejecución Verde

En esta etapa entra en juego el uso de un BPMS para dar soporte a la implementación y despliegue del proceso [15]. Por lo cual hay que evaluar que BPMS tiene soporte para la incorporación de los KEI tanto antes como durante la ejecución del proceso [18]. La incorporación de estos KEI antes de la ejecución puede hacerse en la etapa de modelado pero en el caso de la incorporación en ejecución es necesario contar con mecanismos para incluirlo sin interrupción de la ejecución del proceso [4]. El mecanismo para incorporar indicadores en tiempo de ejecución requiere un BPMS con motores de ejecución que permitan [23]:

- *Notificaciones*: el uso de notificaciones en el BPMS, las cuales son avisos que se disparan ante determinados eventos dentro de la ejecución de un proceso, estos eventos pueden ser: la creación de un nuevo ítem de trabajo, cambios de prioridad, mensajes internos, nuevas etiquetas. Ante cualquiera de dichos eventos se notifica al participante del proceso involucrado.
- *Comentarios etiquetados*: las actividades pueden ser comentadas o no, en los comentarios se pueden incluir etiquetas a otros usuarios, el nombre de una actividad o bifurcador o el nombre de una variable de proceso. Estos registros luego serán utilizados en la monitorización de la ejecución del proceso.
- *Definición de tareas ad-hoc sin modelar*: Para crear nuevas tareas “no previstas” en el modelado del proceso, que se comportarán como sub-tareas del proceso.
- *Notificaciones a los responsables de los procesos*: Para permitir la comunicación entre los participantes del proceso y el responsable del mismo.

Durante la ejecución, la fuente de información para la lectura de los indicadores puede estar provista por sistemas de información, sensores o entrada manual, por lo tanto BPMS también debe admitir distintos orígenes de datos.

Monitoreo Verde

En esta etapa se evalúan las instancias del proceso. El monitoreo al igual que la ejecución, se realiza a través de un BPMS [15]. En el monitoreo verde los rastros clásicos del proceso, se amplían con la información ecológica provista en fases anteriores, por lo que los métodos y técnicas deben considerar este tipo de registros [18]. Las técnicas de monitoreo se verán afectadas dependiendo del momento en que se tenga en cuenta el indicador, ello puede ser antes o durante la ejecución, por lo cual el monitoreo puede ser:

- Estático: evalúa los registros obtenidos de la ejecución de las instancias del proceso, que impacten en el medio ambiente y produce los *dashboards* que se utilizarán para la etapa de evaluación.
- Dinámico: considera rastros enriquecidos por información obtenida de manera dinámica durante la ejecución del proceso, produciendo indicadores no previstos (dinámicos) en la etapa de modelado, lo cual genera nuevos *dashboards* para la etapa de evaluación.

Alertas Verdes: Las alertas son señales producidas en la etapa de Ejecución y que afectan al Monitoreo, como indica la Figura 1. Estas señales se disparan al superarse determinados umbrales definidos al promulgar el proceso y que impactan en el medio ambiente. Las alertas verdes pueden generar distintas acciones, como por ejemplo:

- Informar a un responsable sobre una situación anómala.
- Detener la ejecución del proceso ante una situación que exceda rangos establecidos para el cuidado del medio ambiente.
- Lanzar/disparar la ejecución de un nuevo proceso encargado de la recuperación de los errores encontrados.
- Definir distintos tipos de alertas verdes con distintos grados de impacto negativo para el medio ambiente. Por ejemplo ciertos impactos pueden requerir detener un proceso por completo, y en otros casos disparar otra acción. Por lo tanto, los umbrales deberán ser definidos previamente para posibilitar la generación de alertas en el caso de exceder estos valores. Durante el monitoreo dinámico serán involucrados dichos indicadores dinámicos obtenidos durante la ejecución del proceso.

Optimización y Evaluación Verde:

La optimización verde del proceso también se puede llevar a cabo con la utilización de patrones definidos en [9]. Por ejemplo se pueden detectar recursos con consumos excesivos de energía para lo cual se puede aplicar el “Patrón 3: Cambio de Recursos” el cual propone seleccionar recursos en función de su impacto ambiental. También se proponen dos patrones los cuales proponen el cambio de una tarea manual a automática o viceversa, esto se analiza en los patrones: “Patrón 6: Proceso automatizado” o “Patrón 7: Rendimiento en el proceso humano/manual”.

La evaluación del proceso tiene en cuenta los aspectos tradicionales del proceso más los que involucran el cuidado del medio ambiente, y de esta forma poder contribuir a la mejora continua del proceso. Las técnicas tradicionales de evaluación deberán ser cambiadas por técnicas que tengan soporte para indicadores verdes. Las “partes interesadas” de los procesos podrán identificar los KEI y así obtener optimizaciones que produzcan procesos más sostenibles con respecto al impacto ambiental [18].

La Figura 1 muestra las etapas del ciclo de vida tradicional de BPM definido por Weske (en color azul) y la definición de un modelo de ciclo de vida de un Green BPM (en color verde) basados en [18] considerando la gestión de Alertas Verdes.

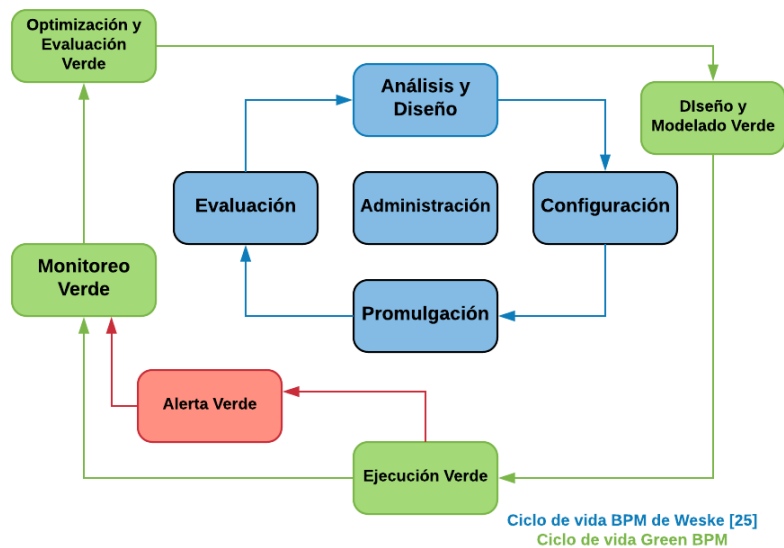


Figura 1 – Ciclo de Vida de Procesos de Negocio con consideraciones “verdes”

4 Caso de Estudio

Se toma como caso de estudio, para aplicar las etapas definidas en la metodología propuesta para completar un ciclo de vida de procesos de negocio que considere aspectos medioambientales, los procesos del Programa E-Basura.

El Programa E-Basura [8] surgió en el año 2009 como iniciativa del Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas (LINTI) [16] de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) [17]. Comenzó como un Proyecto de Extensión Universitaria para reforzar el compromiso de la Universidad Pública con la Sociedad. En 2017 fue declarado Programa por resolución de la propia UNLP, y en 2018 se convertirá en una Planta Piloto Experimental en temas de residuos electrónicos en base a un convenio de colaboración internacional con la ITU. Entre los objetivos del programa, se busca generar conciencia y educar tanto en la UNLP como en la sociedad sobre los graves problemas que pueden generar al ambiente y la salud la incorrecta disposición final de los RAEE; propiciar la reutilización tecnológica a través del reacondicionamiento de equipos provenientes del sector de las TIC y su posterior donación para posibilitar el acceso a la tecnología en los sectores más desfavorecidos de la sociedad; reciclar y valorizar materiales; formar en oficios y contribuir a una disposición final segura de los materiales irre recuperables.

Para llevar a cabo las tareas el Programa adopta el paradigma BPM (*Business Process Management*) para documentar, optimizar y dar flexibilidad a sus tareas diarias a través de la gestión de sus procesos.

Del caso de estudio mencionado fue seleccionado el proceso piloto denominado *Molienda de Plásticos*. El objetivo del mismo es realizar el seguimiento de las tareas vinculadas a preparación y procesamiento de lotes de plásticos provenientes de los residuos electrónicos, de forma tal de poder ser reinsertados en el mercado como insumo productivo.

Diseño y Modelado Verde

En esta etapa se agrega la lectura de indicadores ecológicos, la cual se realizará a través de una red de sensores. En la Figura 2 se presenta la etapa de “Diseño y Modelado Verde” del proceso piloto de *Molienda de plástico* llevado a cabo en la Planta Piloto Experimental de Residuos Electrónicos. En este proceso se medirá el nivel de **contaminación sonora y de aire** producido por la propia molienda de plásticos para el reciclaje de materiales de descarte industrial de plásticos de RAEE a través de una red de sensores. Para el modelado se utiliza la notación propuesta en el artículo [28] para la incorporación de las lecturas de indicadores ecológicos, como se observa en la Figura 2, para la cual se utilizan:

- Una entidad física: un elemento del mundo real que se conecta a la red de sensores y actuadores, que es modelada como una notación de texto denominada *MedioAmbiente*.
- Una entidad virtual: la representación virtual de la entidad física, que es modelada en el diagrama como un repositorio de datos llamado *MedioAmbiente*
- Un Dispositivo de IoT: el componente que interactúa en forma directa con los sensores y actuadores, que es modelado con un lane llamado *Dispositivo de IOT - Raspberry*

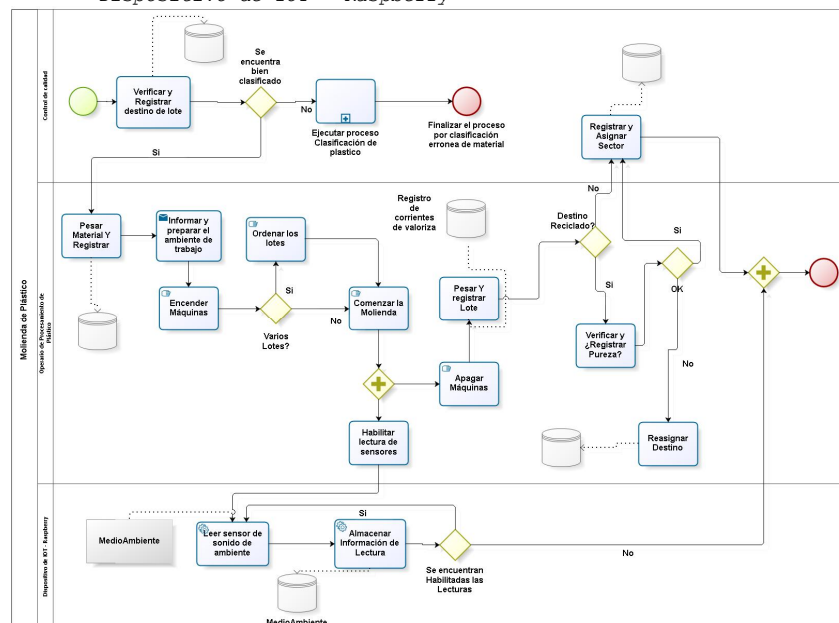


Figura 2 – Proceso Molienda de Plástico

Ejecución Verde

La etapa de ejecución dentro del ciclo de vida de los procesos de negocio no solo controla la ejecución sino que su resultado aporta a la trazabilidad de los procesos. En la ejecución del proceso se tendrá en cuenta la lectura de los indicadores de la **contaminación sonora y del aire** antes propuesto. Para el caso en que durante la ejecución surja la necesidad de incluir un indicador dinámico, este indicador será incorporado en tiempo de ejecución utilizando la técnica propuesta en [4] y que alcanza dos aspectos: 1- incorporación de nuevos indicadores para las actividades en un BPMS específico y la definición de cómo medirlos y 2- definición de un mecanismo para incorporar, en ejecución, estos nuevos indicadores mediante actividades automáticas.

Monitoreo Verde

Como se mencionó en la Sección *Definición de las etapas del ciclo de vida BPM en el contexto de Green IT*, la etapa del “Monitoreo Verde” contemplará las trazas generadas por los indicadores verdes de contaminación sonora y del aire antes mencionado.

Ante la necesidad de la lectura de un indicador en ejecución (dinámico), sostenido por el concepto de **Alertas Verdes**, habilitaría a que los procesos en ejecución reaccionen ante señales, como por ejemplo, la superación de un umbral definido como seguro para el medio ambiente, y se puedan tomar acciones como notificar al responsable del proceso mediante el sistema de mensajería propuesto en [20], detener el proceso, ejecutar un proceso alternativo para recuperar fallos o resolver los resultados negativos provocados por la alerta.

Optimización y Evaluación Verde

Cierre del ciclo de mejora continua con características de cuidado del medio ambiente. Esta etapa considera los indicadores verdes y aplica el patrón: “*Pattern 1: Green Compensation*” definidos en [8], en el cual se puede realizar un análisis para identificar posibles estrategias de optimización. El desafío es encontrar una solución adecuada para compensar el impacto negativo en el medio ambiente sin cambiar el proceso.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

En el presente artículo se propone la incorporación de Alertas Verdes dentro de las etapas de un ciclo de vida Green BPM. Durante este ciclo de vida se tienen en cuenta no solo los indicadores definidos durante la etapa de “Diseño y Análisis” sino también nuevos indicadores incorporados durante la ejecución del proceso. Estos nuevos indicadores provocan nuevas trazas de ejecución en tiempo real y permiten realizar un monitoreo dinámico basados en la sostenibilidad.

La incorporación de Alertas Verdes juega un papel muy importante dentro del ciclo de mejora continua, permitiendo una evaluación y mejora que aumentaría la eficiencia, eficacia y efectividad del proceso verde.

Se logra aplicar el ciclo de vida verde en un caso de estudio dentro del Programa E-Basura logrando una mayor visibilidad de las actividades de sus procesos con la

implementación del enfoque BPM, y además adherir a los objetivos del Programa en cuanto al cuidado del medio ambiente.

Los trabajos futuros de investigación consistirán en la propuesta de técnicas y herramientas para la generación de alertas verdes y monitoreo y así poder mejorar los procesos de negocio reduciendo el impacto ambiental. Con esto se pueden tener trazas de ejecución enriquecidas con nuevas estadísticas sostenibles.

Referencias

1. RECKER, Jan C. Green, Greener, BPM?. BPTrends, 2011, vol. 5, no 7, p. 1-8.
2. LISTA, Ernesto Amaru Galvis; ZABALA, Mayda Patricia González. Herramientas para la gestión de procesos de negocio y su relación con el ciclo de vida de los procesos de negocio: Una revisión de literatura. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2014, vol. 24, no 2, p. 3.
3. Miguel Alcalá, Conferencia IBM, Gestión de procesos de negocio en la nueva era tecnológica, Diciembre 2014.
4. RODRÍGUEZ, Anahí S., Bazán, P., Ambrosi, V. M., & Díaz, F. J et al. Modelado y ejecución de procesos de negocio con conceptos de Green IT. En XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2016). 2016.
5. 21a Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/Cop21/>
6. GINER, Javier Muñoz; RINCÓN, Yuresky Rojas. Nuevas tendencias en tecnologías verdes-Green IT para la Gestión en Organizaciones. En II Congreso Iberoamericano SOCOTE-Soprote al Conocimiento con la Tecnología-y VII Congreso SOCOTE Universidad Politécnica de Valencia. 2010.
7. SEIDEL, Stefan; RECKER, Jan; VOM BROCKE, Jan. Green business process management. En Green Business Process Management. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 3-13.
8. Programa E-Basura, <https://e-basura.linti.unlp.edu.ar/>
9. SEIDEL, Stefan; RECKER, Jan; VOM BROCKE, Jan. Green business process management. En Green Business Process Management. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 3-13.
10. ITU General specifications and KPIs, https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B0400000B0009PDFE.pdf
11. OPITZ, Nicky; KRÜP, Henning; KOLBE, Lutz M. Environmentally Sustainable Business Process Management-Developing a Green BPM Readiness Model. En PACIS. 2014. p. 12.
12. OPITZ, Nicky; KRUP, Henning; KOLBE, Lutz M. Green Business Process Management--A Definition and Research Framework. En System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on. IEEE, 2014. p. 3808-3817..
13. REITER, Markus; FETTKE, Peter; LOOS, Peter. Towards green business process management: concept and implementation of an artifact to reduce the energy consumption of business processes. En System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on. IEEE, 2014. p. 885-894.
14. MAGDALENO, Andréa Magalhães; DUBOC, Leticia; BETZ, Stefanie. How to Incorporate Sustainability into Business Process Management Lifecycle?. En International Conference on Business Process Management. Springer, Cham, 2016. p. 440-443.

15. BAZÁN, Patricia. Un modelo de integrabilidad con SOA y BPM. 2009. Tesis Doctoral. Facultad de Informática.
16. Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas, <https://www.linti.unlp.edu.ar/>
17. Universidad Nacional de La Plata, <https://unlp.edu.ar/>
18. NOWAK, Alexander; LEYMANN, Frank; SCHUMM, David. The differences and commonalities between green and conventional business process management. En Dependable, Autonomic and Secure Computing (DASC), 2011 IEEE Ninth International Conference on. IEEE, 2011. p. 569-576.
19. DELGADO, Andrea, et al. A systematic approach for evaluating BPM systems: case studies on open source and proprietary tools. En IFIP International Conference on Open Source Systems. Springer, Cham, 2015. p. 81-90.
20. MEYER, Sonja, et al. Towards modeling real-world aware business processes. En Proceedings of the Second International Workshop on Web of Things. ACM, 2011. p. 8.
21. MEYER, Sonja; RUPPEN, Andreas; MAGERKURTH, Carsten. Internet of things-aware process modeling: integrating IoT devices as business process resources. En International conference on advanced information systems engineering. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. p. 84-98.
22. DE MEYER, Thibault. Integrating the internet of things into business process management.
23. BAZÁN, Patricia, et al. Mejora de la monitorización y ejecución de procesos de negocio con integración y socialización. En Computing Conference (CLEI), 2015 Latin American. IEEE, 2015. p. 1-12.
24. RÖGLINGER, Maximilian; PÖPPELBUß, Jens; BECKER, Jörg. Maturity models in business process management. Business Process Management Journal, 2012, vol. 18, no 2, p. 328-346.
25. Weske, M. (2012). Business process management architectures. In Business Process Management (pp. 333-371). Springer, Berlin, Heidelberg.
26. JONES, L. G. Environmental Key Performance Indicator, Reporting Guidelines for UK Business. Queen's Printer and Controller. London, 2006.
27. OPITZ, Nicky; KRÜP, Henning; KOLBE, Lutz M. Environmentally Sustainable Business Process Management-Developing a Green BPM Readiness Model. En PACIS. 2014. p. 12.
28. CANDIA, Damián, et al. Integración de IoT en el modelado de procesos de negocio. En XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste). 2018.