



Isaac  
Castañeda  
Valbuena  
**Ingeniero  
de sistemas**

*Profesional de  
información / Magister  
en Innovación / MBA /  
Gerencia de Excelencia  
en HSE de Ecopetrol*



Jorge Giovanni  
Noy Zea  
**Ingeniero Químico**

*Jefe de Departamento  
de planeación  
y mejoramiento  
HSE de Ecopetrol*



## Incorporación de tecnologías en HSE: **una estrategia de transformación digital** que se gesta en Ecopetrol

### Resumen

Es evidente que las áreas de seguridad y salud en el trabajo (en el caso de Ecopetrol, área de HSE) no pueden ser ajenas a los cambios tecnológicos que han comenzado a gestarse desde hace algunos años y que se han acelerado por los desafíos de la digitalización suscitados a raíz de la pandemia de la COVID-19 a nivel global. Estos cambios no solamente han requerido unas definiciones tecnológicas de arquitectura y servicio, sino que han planteado la necesidad de encontrar nuevas miradas al valor que genera la HSE y la forma de entregarlo a la operación. En este documento se revisará una visión particular con la que el Grupo Empresarial Ecopetrol intenta responder a tal reto y que, si bien es cierto que está influenciada por el sector empresarial al que pertenece, puede contribuir a la discusión acerca de las buenas prácticas en la incorporación de tecnologías para la HSE.

## Introducción

En los últimos años hemos visto cómo el uso de las nuevas tecnologías ha traído grandes cambios en la mayoría de los sectores económicos, así como efectos en ámbitos sociales y culturales con profundos impactos globales.

Estos cambios han marcado lo que hoy se denomina 'la cuarta revolución industrial' (Schwab, 2016) caracterizada por una fusión de tecnologías en la que se difuminan las divisiones entre las esferas física, digital y biológica; una rápida conversión de procesos análogos a esquemas legibles y procesables en máquinas denominada "digitación" (OCDE, 2019); y el uso común de la digitalización, entendida como el manejo de tecnologías, datos y sus relaciones para generar gran valor partiendo de nuevas tareas o cambios en procesos y actividades (OCDE, 2019).

En este escenario, el grupo empresarial Ecopetrol, el cual se halla inmerso en



cadenas productivas del sector industrial, no puede ser ajeno a esta realidad que, a su vez, le exige nuevos retos, otras miradas a los problemas habituales y, sobre todo, nuevos paradigmas en un mundo cada vez más dinámico, cambiante, golpeado por una pandemia, pero con muchas oportunidades.

Ahora bien, una parte importante del desarrollo de la industria del *Oil & Gas* que apalanca sus objetivos es, justamente, la capacidad de controlar y mitigar los riesgos a los que se ve expuesta a través de una gestión integral y transversal de HSE (*Health, Safety & Environment*) que le permita contar con una capacidad

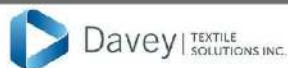


**BIOVERSA**  
TEXTILES DE PROTECCIÓN

**Especialistas en telas e insumos técnicos para la confección de prendas de protección.**



Contactanos +57 3013118877 - [info@bioversa.com.co](mailto:info@bioversa.com.co)



[www.bioversa.com.co](http://www.bioversa.com.co)



operativa integral y que redunde en una ventaja competitiva al momento de tomar decisiones oportunas.

Tradicionalmente, gran parte de los procesos industriales cuentan con monitoreos constantes utilizando métodos de análisis univariados o de procesamiento de señales; sin embargo, estos métodos no logran explorar los patrones y relaciones con otras variables fuera del sistema, pero que intervienen en el proceso, y cuyo conocimiento podría revelar aspectos más notables entre las interacciones hombre-máquina.

Imaginemos entonces que HSE es un gran sensor que ve, escucha y siente lo que sucede en la operación. Es decir, más allá de ser un simple veedor o un juez, trabaja para acompañar y mejorar los comportamientos de las personas con el objetivo de mantener el delicado equilibrio entre riesgos controlados y una operación continua y permanente, pensando siempre en el ser humano como objeto y promotor de cuidado. En otras palabras, un esquema operativo seguro, sano y limpio que le aporte valor a la organización.

Cuando se entiende este esfuerzo y se reconoce la digitalización como un driver multiplicador de resultados, es posible alinear las tecnologías provenientes de

*Como se puede ver, la transformación digital trasciende el hecho mismo de la implementación tecnológica y su éxito dependerá, en gran medida, de factores menos mecánicos y más humanos (procesos, adaptación, reentrenamiento, entre otros)".*

la industria 4.0 con los objetivos de HSE de la organización, logrando así una mayor capacidad "sensorial" y de detección, incrementando el potencial de anticipación o contribuyendo a que los comportamientos se modifiquen favorable y perdurablemente, definiendo una estrategia *data-driven* o basada en datos para HSE (Wang B, Wu C. et al, 2019).

Como se puede ver, la transformación digital trasciende el hecho mismo de la implementación tecnológica y su éxito dependerá, en gran medida, de factores menos mecánicos y más humanos (procesos, adaptación, reentrenamiento, entre otros). Dicho de otra forma, es más importante el término transformación que el término digital. La tecnología debe ser un medio y no un fin. De ahí la importancia de encontrar una ruta estratégica para este cambio, pensando de forma conjunta.

### **Inconvenientes identificados**

El ejercicio adelantado consistió en revisar el panorama digital actual de la gestión HSE de Ecopetrol y sus filiales para proponer una estrategia que fuera lo suficientemente integral e incluyente, que alcanzara cambios efectivos en todas sus áreas y disciplinas (gestión ambiental, seguridad industrial y de procesos y salud ocupacional) y persiguiera mejoras directas y sostenibles a la operación. Con este propósito, se han venido empleando metodologías provenientes de la innovación, la administración y la ingeniería (Correani, Alesia et al, 2020); (Ramos L., Deschamps F et al, 2019), que permiten entender las acciones con mayor impacto y eficiencia, así como organizar e implementar las iniciativas de cambio digital en un mapa de ruta de corto, mediano y largo plazo. Dentro de estas metodologías se usan técnicas o herramientas de diagnóstico y priorización que ayudan a reconocer las dificultades más relevantes y de mejor pronóstico.

En general, uno de los principales inconvenientes para afrontar proyectos de transformación digital basados en datos es la inexistencia de información o la falta de etapas que habiliten su recolección. Ahora bien, aunque HSE tiene datos suficientes para operar, esto no quiere decir que no se presenten problemas de información. Por ejemplo, en la implementación de proyectos digitales se encontraron algunos obstáculos.

Para empezar, debido a su campo de acción, las áreas de HSE están acostumbradas a recopilar grandes cantidades de



datos de forma orgánica (Veley, 2002) con el ánimo de que esto mejore su capacidad de detectar tendencias o descubrir patrones que puedan arrojar posibles soluciones de fondo. No obstante, el problema es que cada dato se recoge y se aprovecha en un contexto aislado e individual. Por ende, estos “silos de información” impiden que “el todo” pueda ser aprovechado en un análisis con mayor riqueza mediante una vista inter y transdisciplinar.

Adicionalmente, en cada temática HSE la naturaleza altamente personalizada y fragmentada de los datos ha ocasionado un problema al que se le denomina “datos opacos”, es decir, información recopilada en el curso del negocio que permanece en archivos que, con frecuencia, atraen poca atención, pero son de gran valor y, generalmente, no son accesibles o no están suficientemente estructurados para su análisis (Akoum y Mahjoub, 2013).

En tercer lugar, aunque algunos datos HSE se han codificado y categorizado en datos numéricos como estadísticas de incidentes ocupacionales, tiempo perdido por eventos de ausentismo o incidentes ambientales, gran parte de ellos se ha procesado como respuesta escrita en texto libre (Campbell et al., 2012) perdiendo capacidad de relacionamiento. Una fracción significativa de estos datos históricos reside en aplicaciones altamente personalizadas o archivos cuyas estructuras son relativamente únicas. Como sugiere DeVol (2004), muchas personas que recopilan estos datos utilizan sistema de correos electrónicos, hojas de cálculo o aplicaciones de bases de datos independientes, simples para construir informes o presentaciones, pero complejos al momento de tenerlos en un contexto más amplio y con una óptica estratégica.

## Pilares fundamentales de la estrategia

Para mitigar estos inconvenientes y pensando en un ejercicio participativo, la estrategia se fundamentó en hallazgos revisados durante sesiones al interior de las áreas HSE del grupo empresarial Ecopetrol.

Allí nacieron grandes aportes y coincidencias conceptuales que se tradujeron en los pilares que se detallarán en este



artículo. Así mismo, el producto de este trabajo se enriqueció con la identificación de algunas tecnologías presentes en la industria 4.0 (Ramos L., Deschamps F et al., 2019) que pudieran aportar al cumplimiento de los objetivos del área, buscando apalancar los sistemas de gestión que conviven en Ecopetrol S.A. y que son pieza clave para darle profundidad y rigor técnico a la estrategia (Sistema de Gestión de HSE y Sistema de Gestión de Salud).

Es claro que todas las propuestas parten del concepto del aprovechamiento de los datos (DNP, 2020) como un mecanismo para activar cambios estructurales positivos y que, posiblemente, van a requerir ajustes en aspectos de regulación interna y capacitación, así como la incorporación de infraestructura tecnológica básica para contar con repositorios centralizados, un aspecto que se podría considerar como el primer paso en la ruta de la transformación.

De esta forma, las líneas de trabajo o pilares propuestos son:

### Recopilar datos utilizando mecanismos no convencionales

Es importante identificar la HSE (en todas sus disciplinas) primero como un explorador que está percibiendo factores y variables de cualquier entorno: en

las áreas industriales, en las condiciones de teletrabajo, en un paciente en una cita médica, al momento de iniciar una tarea industrial, en el encendido de una máquina, entre muchos otros escenarios.

Hoy en día ese paso requiere, por lo general, una intervención humana que valide los criterios y tome datos a partir de la observación. También puede demandar artefactos mecánicos y electrónicos para, posteriormente, cargarlos en instrumentos físicos (formatos, hojas, listas, etc.) o digitales (hojas de cálculo, sistemas de información, aplicaciones web, etc.).

Esta línea de trabajo busca volver más eficiente tal actividad con tres objetivos:

1. Mejorar la velocidad de incorporación de los datos.
2. Modificar las cargas de trabajo relacionadas con la transcripción de datos.
3. Aprovechar la información recopilada más allá de su objetivo inicial.

Para mejorar su comprensión se proponen dos ejemplos.

#### Ejemplo 1

*Medición de agentes químicos y físicos en áreas de trabajo (industriales o administrativas) del grupo empresarial*

Mediciones específicas en higiene industrial, gestión ambiental, agentes químicos, seguridad industrial (que en ocasiones se hacen manuales y, por lo tanto, hay que invertir mano de obra). Hoy por hoy, existen tecnologías disponibles que permiten realizar este monitoreo permanente por medio de sensores autónomos que llevan esta información a un repositorio central desde donde se puede analizar, procesar, visualizar, alertar y gestionar bajo el contexto y enfoque que cada área necesite.

## Ejemplo 2

*Wearable (manillas, gafas, máscaras)* que permitan capturar condiciones de salud de un trabajador en una actividad de riesgo o de un paciente crónico de alto riesgo. El costo de estos dispositivos ha disminuido a la décima parte en los últimos 10 años. Lo ideal, entonces, sería contar con un centro de recepción de esta información para cumplir con el objetivo propuesto.

## Mejorar la capacidad de identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos

La gestión efectiva de riesgos es un pilar fundamental de HSE. Uno de los retos para pasar de una gestión reactiva a una preventiva es que se requiere de gran cantidad de información para calcular las probabilidades y tomar decisiones predictivas o, al menos, oportunas.

Pues bien, los análisis de riesgos de forma predictiva son actividades intensivas en datos y procesamiento. Por eso, se requiere una estructura y una orientación similar desde la concepción misma del proceso.

En esta línea posiblemente se necesitará contar con algoritmos de inteligencia artificial, aprendizaje de máquina y analítica avanzada que encuentre variables decisivas a partir de grandes volúmenes de información que, hasta el momento, no hayan podido ser capturados o combinados, de modo que, en este relacionamiento, se entienda el riesgo y sus implicaciones de forma completa.

Por otro lado, la capacidad de los modelos analíticos para evaluar e identificar



de manera confiable y consistente los riesgos operativos se ve afectada por decisiones empresariales, prioridades normativas o nuevos alcances, por lo que deberán recalibrarse a medida que evolucione la cultura HSE.

Algunos de estos modelos que exploran variables y/o objetivos similares podrán ser utilizados en áreas diferentes, reutilizando capacidades y capitalizando experiencias, disminuyendo así tiempo de implementación o industrialización.

## Promover el cambio de comportamientos y de acciones mitigantes

Resulta de suma importancia tomar datos ágilmente o modificar la forma como se procesan y se toman decisiones en tiempo real. No obstante, todo esto será contundente si se logran modificar comportamientos humanos. En este sentido, el desarrollo de herramientas y capacidades que contribuyan a la transformación de comportamientos se beneficiará, posiblemente, de tecnologías maduras como visión por computador, realidad extendida o realidad virtual para sensibilizar de forma inmersiva y segura, así como de tecnologías emergentes como el IoB (*Internet of Behaviors*) (Gartner, 2021).

Los cambios de comportamientos requieren recordación, énfasis y repetición. Por lo tanto, el acompañamiento de herramientas tecnológicas es fundamental para habilitar tales tareas.

A su vez, los cambios de comportamiento pueden ser promovidos por medio de tecnologías que generen en el usuario experiencias especiales y únicas, logrando un vínculo directo con nuevas tareas o mensajes de transformación que permitan modificar posibles acciones de riesgo o acompañar acciones de reafirmación.

## Conclusiones

- Es preciso contar con una visión integral del área y del grupo empresarial con el fin de ampliar el portafolio de soluciones y optimizar la financiación de los proyectos, encontrando puntos comunes y potencializando sinergias.
- Las iniciativas que se lleven a cabo bajo los tres pilares de la estrategia se ubicarán en una matriz de impacto vs. tiempo para priorizarlas de manera que se conozcan las expectativas de cada una.
- Dentro de los principales objetivos de las iniciativas se encuentra aumentar

la eficiencia del área por medio del aprovechamiento de la tecnología y los datos, ofrecer respuestas rápidas que consoliden decisiones efectivas, mejorar la precisión de la información para tomar decisiones mejor informadas y consolidar mecanismos de comunicación para ofrecer un mejor servicio.

- Avanzar en una estrategia de transformación digital basada en datos requerirá un plan para incrementar las capacidades de aprovechamiento de información o *data-literacy* (Dimitrova, 2020) en el que se establezca un objetivo común alineado con los sistemas de gestión y que se vaya materializando a la luz de la maduración e implementación de la agenda.
- La estrategia *data-driven* para HSE debe estar centrada en afianzar los principios fundamentales corporativos del cuidado de la vida creando soluciones innovadoras con anticipación y tecnología. ↴



## Referencias

**Avi L. (2014).** Principles of big data algorithms and application for unconventional oil and gas resources, SPE Large Scale Computing and Big Data Challenges in Reservoir Simulation Conference and Exhibition, Istanbul, Turkey, 15 - 17. September, 2014. DOI: 10.2118/172982-MS.

**Akoum M. & Mahjoub A. (2013).** A unified framework for implementing business intelligence, realtime operational intelligence and big data analytics for upstream oil industry operators. In: The society of petroleum engineers Middle East intelligent energy conference and exhibition, Dubai, UAE, 28-30 October 2013.

**Campbell H., Polo, J. and Bouly G. (2012).** HSE management system: keep it simple! In: The Society of Petroleum Engineers (SPE) international conference on health, safety, and environment in oil and gas exploration and production, Perth, Australia, 11-13 September 2012.

**Correani, A., De Massis, A., Frattini, F., Petruzzelli, A. M., & Natalicchio, A. (2020).** Implementing a digital strategy: learning from the experience of three digital transformation projects. *California Management Review*, 62(4), 37-56.

**DeVol EC. (2004).** Deriving value from enterprise wide HSE data. In: The Society of Petroleum Engineers (SPE) international conference on health, safety, and environment in oil and gas exploration and production, Calgary, Alberta, Canada, 29-31 March 2004.

**Departamento de Planeación Nacional. (2020).** Aprovechamiento de datos para la toma de decisiones en el sector público. Bogotá Colombia. Septiembre de 2020. <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Documents/Borrador-Aprovechamiento-de-datos.pdf>

**Dimitrova, T. (2020).** The new foundation skills of the digital economy. [Online Available at: <https://www.hogeschoolrotterdam.nl/onderzoek/projecten-en-publicaties/pub/the-new-foundational-skills-of-the-digital-ec/590de8ef-cdf3-497f-ad5c024eeec68f9b/> [Accessed 31 Aug. 2020].

**OECD. (2019).** Making the Digital Transformation in Latin America and the Caribbean, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/8bb3c9f1-en>

**Gartner. (2021).** Top Strategic Technology Trends for 2021, <https://emtemp.gcom.cloud/ngw/globalassets/en/information-technology/documents/trends/2021-gartner-top-strategic-technology-trends-ebook.pdf> [Accessed 10 Jun. 2021].

**Ramos L., Deschamps F., Lourdes E., Giesel E. (2019).** Systems evaluation methodology to attend the digital projects requirements for Industry 4.0. Pontifical Catholic University of Parana Publishing & Renault, Brazil, January 2020.

**Schwab, K. (2016).** The fourth industrial revolution. Geneva, Switzerland: World Economic Forum.

**Veley CD. (2002).** Applying a new HSE measurement system. In: The Society of Petroleum Engineers (SPE) international conference on health, safety, and environment in oil and gas exploration and production, Kuala Lumpur, Malaysia, 20-22 March 2002.

**Wang B, Wu C., Huang L. & Kang L. (2019).** Using data-driven safety decision-making to realize smart safety management in the era of big data: A theoretical perspective on basic questions and their answers. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 210 Pag 1595-1604