

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO (SGA) PARA EL ETIQUETADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, EMPLEANDO CÓDIGOS QUICKLY REACTION

Verónica Marcela Calderón-Bedoya ¹, Manuela Jiménez-Gómez ², Octavio López de Mesa ³, Santiago Arcila-Cruz ⁴, Cristian Andrés Rengifo-Esparragoza ⁵

¹Especialista en Gerencia de Agronegocios. Docente, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. veronica_calderon86103@elpoli.edu.co

²Tecnóloga en Química Industrial y de Laboratorio en formación. Investigadora principal, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. manuela_jimenez64182@elpoli.edu.co

³Bacteriólogo y laboratorista clínico. Docente, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. oalopezdemesa@elpoli.edu.co

⁴Ingeniero Agropecuario, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. santiago_arcila03141@elpoli.edu.co

⁵Arquitecto de Soluciones Cloud, Amazon Web Services. rengifocris@gmail.com

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación basado en el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), aplicable al inventario de reactivos del Laboratorio de Bioquímica del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid de Medellín; creando un sitio web empleado para la elaboración de las etiquetas y hojas de seguridad facilitando su lectura mediante un código QR. Esta nueva tecnología de información permite observar desde cualquier dispositivo móvil las características químicas de los insumos del laboratorio, los riesgos potenciales para la salud por exposición o contacto accidental, las afectaciones al medio ambiente por vertimiento involuntario, la neutralización de la sustancia en caso de derrame accidental, los primeros auxilios y la disposición final de los residuos generados. Este proyecto presenta ventajas aportadas por el sistema integrado de información, con las herramientas tecnológicas que permiten hoy en día una comunicación ágil y rápida, además de estar inscrito dentro del Plan de Desarrollo 2022-2025 “Calidad Académica y Humana”.

Palabras claves: Código de respuesta rápida, etiquetas de reactivos, tarjeta de emergencia, tecnologías integradas.

Recibido: 12 de diciembre de 2022. Aceptado: 06 de marzo de 2023
Received: December 12, 2022. Accepted: March 13, 2023



GLOBALLY HARMONIZED SYSTEM (GHS) APPLICATION IN CHEMICAL LABELS, USING QUICKLY REACTION CODES

ABSTRACT

A research work was carried out according to the guidelines of the Globally Harmonized System - GHS, applicable to the inventory of reagents of the Biochemistry Laboratory from Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid of Medellín, Colombia; performing a website used for the elaboration of labels and safety data sheets facilitating their reading through a QR code (quick response code). This new information technologie allow to observe from any mobile device the chemical characteristics of the suplies used in the laboratory, the potential health risks due to exposure or accidental contact, the effects on the environment in case of involuntary dumping, the neutralization of the substance in the event of an accidental spill, tthe first aid medical indications and the final disposal of the waste generated by their use. This

investigation represents some of the advantages provided by the integrated information system with the technological tools that allow agile and fast communication today. In addition to registering within the Development Plan 2022-2025 "Academic and Human Quality".

Keywords: QR code (quick response code), reagent labels, emergency card, embedded technologies.

Cómo citar este artículo: Calderón-Bedoya, V. M., Jiménez-Gómez, M., López de Mesa, O., Arcila-Cruz, S., Rengifo-Esparragoza, C., A. (2023). "Implementación del sistema globalmente armonizado (SGA) para el etiquetado de sustancias químicas, empleando códigos quickly reaction" Revista Politécnica, 19(37), 29-42. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v19n37a3>

1. INTRODUCCIÓN

Con el advenimiento del S. XXI, que impone nuevos retos en el cuidado de la salud y la crisis por el cambio climático, los gobiernos e industrias químicas de todo el planeta, han buscado generar un compromiso por monitorear y reducir los riesgos en el transporte, almacenamiento y salud en el trabajo, relacionados con la manipulación de productos químicos. Colombia no es la excepción en cuanto al empleo de dichas sustancias, lo cual hace necesario el conocimiento integral y la difusión de los criterios relacionados con propiedades, características de peligrosidad, efectos sobre la salud, medidas de prevención y respuesta a las emergencias, de tal forma que se actúe con responsabilidad y de manera consciente frente a los riesgos en salud e impactos al ambiente.

Dada la gran cantidad de sustancias químicas existentes en el mercado internacional y la reglamentación específica aplicable a cada una de ellas, los Estados Unidos de América y algunos países de la Unión Europea han desarrollado mecanismos de control que regulan el manejo de productos químicos. Dichas leyes son divulgadas a través de hojas de seguridad y etiquetas, las cuales cuentan con información necesaria para la identificación de los productos químicos, su peligrosidad y otros datos relevantes anteriormente mencionados [1].

El objetivo principal del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) es homogeneizar o armonizar los diferentes criterios técnicos para la clasificación de peligros a nivel mundial, a través del empleo de herramientas adecuadas que logren transmitir información normalizada bajo un único criterio confiable que busca asegurar la protección de la salud humana y el cuidado medio ambiental. Ello implica la adopción de etiquetado uniforme y disponibilidad de fichas técnicas de seguridad debidamente estandarizadas.

En Colombia, se adopta el SGA mediante el Decreto 1496 de 2018 [2] por tal motivo, su cumplimiento deberá ser aplicado por todas las personas naturales y jurídicas de carácter público o privado que hagan uso, produzcan o almacenen sustancias químicas puras, soluciones diluidas, o mezclas que presenten peligros para la salud humana y el medio ambiente [3], en desarrollo normativo del referenciado Decreto, se expide la Resolución 0773 de 2021 [4].

El Centro de Laboratorios y Experimentación del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid en aras de garantizar el cumplimiento del referido Decreto y la Ley 55 de 1993 sobre la "Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo" [5] y la visión institucional de hacer "énfasis en la formación y gestión tecnológica", divide estratégicamente el espacio del laboratorio en un área de trabajo teórico y otro experimental, en las que se incluyen la manipulación y el manejo de reactivos químicos.

Este espacio se encuentra dotado con equipos, reactivos y material para la realización de las diferentes prácticas desarrolladas en los cursos de Bioquímica y Nutrición Animal, que forman parte de la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agrarias. Lo mismo que el curso de Bioquímica para los estudiantes adscritos al programa de Tecnología Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agrarias, Higiene y Salud Ocupacional de la Facultad de Ingenierías, Tecnología en Química Industrial y de Laboratorio de la Facultad de Ciencias Básicas. Por lo tanto, los estudiantes y docentes que

acceden a estas instalaciones, se encuentran sometidos intrínsecamente a los posibles peligros asociados con el manejo de sustancias químicas al momento de realizar las prácticas de laboratorio o adelantar trabajos de investigación. Por lo anterior, se hace necesario, tener acceso a información específica sobre medidas de protección que mitiguen los efectos adversos que conlleva a la manipulación de productos químicos.

Para garantizar la seguridad en el trabajo, el acceso a información en tiempo real y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se pretende establecer la implementación de las etiquetas del SGA, las cuales contarán en su diseño con un código de respuesta rápida (QR según sus siglas en inglés), ofreciendo información completa sobre el reactivo que se encuentre manipulando el usuario del laboratorio, con el fin de acceder de manera ágil y sencilla a los aspectos más relevantes de dicha sustancia química a través del escaneo del código presente en la etiqueta de cada reactivo usado en el laboratorio. Adicionalmente, esta tecnología permite inventariar y determinar el sitio exacto de almacenamiento de los diferentes insumos, permitiendo al personal del laboratorio, acceder a la información de un reactivo a través de un dispositivo móvil empleando el aplicativo web que se desarrollará.

Los códigos son creados a partir de un aplicativo que fue desarrollado como un sistema de generación de códigos QR mediante una metodología ágil de implementación de tecnologías. Dicho código permite llevar un inventario detallado e información de los reactivos de interés de forma organizada, rápida, sencilla y de fácil acceso para cualquier usuario que pudiera verse afectados por el uso de una sustancia química empleada en los diversos análisis o prácticas desarrolladas en las instalaciones del Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal. Como resultado se obtendrá una aplicación web generadora de códigos QR, se ajustará el almacenamiento de reactivos a las normas vigentes internacionales, se logrará la creación de tarjetas de emergencia y etiquetado escaneable para cada sustancia lo cual permitirá una entrada directa a los datos suficientes para la manipulación adecuada de reactivos.

Al interior de este artículo se encontrará la descripción de las tecnologías implementadas en el desarrollo del proyecto, tanto para la creación de los códigos QR como para la digitación de la información requerida para la creación y almacenamiento de la matriz en hojas de cálculo; así mismo, se encontrará el sistema organizacional llevado a cabo como parte de los materiales y métodos establecidos. Finalmente, se encontrará la discusión de los resultados obtenidos y su respectiva conclusión.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Inicialmente, se realizó un balance de la cantidad de reactivos puros, soluciones diluidas y mezclas que existen dentro del laboratorio, seleccionando como prioridad los más empleados durante las prácticas del laboratorio e investigación. Por lo anterior, se realizó un inventario total de los reactivos de las estanterías E-5 y E-6 del laboratorio, los cuales contienen, principalmente, ácidos, bases y sales.

Para esto se implementó el método de UEPS o FIFO, el cual plantea que el concepto de últimas entradas-primeras salidas, ofreciendo una medida más adecuada de utilidad “distribuible” que el de primeras entradas-primeras salidas [6]. De este modo, una vez hecha la limpieza, remodelación de estantería y reorganización de reactivos (ver Figuras 4, 5 y 6 en la sección de *Anexos*), se pudo obtener un inventario completo con los reactivos dispuestos adecuadamente, basado en este método eficiente de organización (ver tabla 2 en la sección de *Anexos*).

Después de obtenido el inventario, se realizó una consulta de cada una de las hojas de seguridad actuales y vigentes de los reactivos, luego de identificar el cumplimiento de los parámetros establecidos por el Sistema Globalmente Armonizado, acorde con la Norma Técnica Colombiana 4435 [7] en la cual se especifica que la hoja de datos de seguridad debe resumir y asegurar el formato de las 16 secciones definidas en esta norma y contener elementos de información necesarios incluidos en el lugar apropiado y visible.

Una vez obtenidos estos datos, se procedió a insertar dicha información en una matriz en una hoja de cálculo (Ver ejemplo en la sección de *Anexos* la Tabla 3) que cuenta con un diseño tabulado para su lectura correcta luego de ser cargado o adjuntado directamente a la aplicación web creada, la cual genera automáticamente la etiqueta específica requerida de acuerdo con el tipo de sustancia y al tamaño del recipiente en el que se encuentra el producto químico que debe ser actualizado con el SGA.

Tecnologías implementadas

La activación de los códigos, se generó a partir de la plataforma Vue.js de aplicaciones web, que ofrece múltiples funcionalidades a través de su lenguaje JavaScript, para la formación de PDF imprimibles con las etiquetas de cada reactivo registrado en la base de datos mongoDB, las cuales serán activadas en una matriz punteada conocida como código de respuesta rápida (QR por sus siglas en inglés), capaz de ser leídos y escaneados a través de un dispositivo móvil que cuente con memoria, acceso a internet y lectura de QR que al ser escaneado direccionará a un link con el PDF correspondiente a las Tarjetas de Emergencia con la información necesaria acerca de las características químicas de los insumos empleados, los riesgos potenciales para la salud debido a la exposición o contacto accidental, las afectaciones al medio ambiente en caso de vertimiento involuntario, la neutralización de la sustancia en caso de derrame accidental, indicaciones médicas de primeros auxilios y disposición final de los residuos generados por el uso de los mismos.

Las herramientas tecnológicas modernas que se usaron son:

- MongoDB: el cual es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulan los datos [8]. Así, MongoDB es una base de datos documental, que almacena datos en forma de documentos tipo JSON y de uso general que ha sido diseñada para desarrolladores de aplicaciones modernas y para la era de la nube [9].
- JavaScript (JS): lenguaje de programación ligero, interpretado, o compilado just-in-time con funciones de primera clase, basado en prototipos multiparadigma, de un solo hilo, dinámico, con soporte para programación orientada a objetos, imperativa y declarativa [10].
- Node.js; motor de compilación del lenguaje JS [11], es decir, es un entorno de ejecución para JavaScript construido con V8, motor de JavaScript de Chrome [12].
- Vue.js: es un marco de trabajo creador de interfaces gráficas, es un “framework” progresivo para construir interfaces de usuario, donde la librería central está enfocada solo en la capa de visualización [13]. Cabe aclarar que se le denomina interfaz o User Interface al componente gráfico que le permite al usuario interactuar por medio de botones o ver contenidos estáticos por medio de movimientos táctiles en el dispositivo móvil, ejecutando acciones o tareas según sea el caso [14].
- La API de Google Sheets: la cual permite leer, escribir y formatear los datos de Google Sheets con diversos lenguajes de programación, incluidos Java, JavaScript y Python [15].
- API o Application Programming Interface. es un conjunto de funcionalidades de una aplicación a través de protocolo HTTP, es decir, funcionalidades de una aplicación expuesta en la nube o en un servidor remoto, para las cuales se acceden a través de URLs. Una API es un conjunto de definiciones y protocolos que se utilizan para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones, de ahí su nombre Interfaz de Programación de Aplicaciones. Las API permiten que sus productos y servicios se comuniquen con otros, sin necesidad de saber cómo están implementados [16].
- Códigos QR o Quick Response: son códigos de barras bidimensionales, que fueron desarrollados por la compañía japonesa Denso Wave, en 1997 [17]. De acuerdo con la página oficial de qrcode, estos códigos QR difieren puntualmente de un código de barras convencional, principalmente debido a que

estos últimos son capaces de guardar un máximo de aproximadamente 20 dígitos, mientras que los códigos QR son capaces de manejar de varias docenas a varios cientos de veces más información en comparación [18].

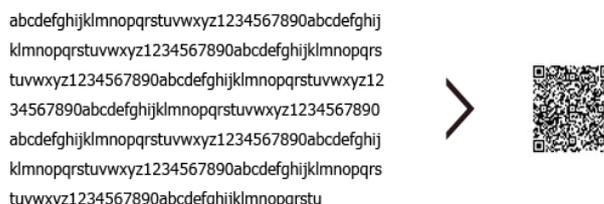


Figura 1. Demostración del tamaño de un código QR que puede codificar 300 caracteres alfanuméricos. [18]

Estos códigos están basados en la norma internacional estandarizada ISO/IEC 18004 donde según Estrella y Segovina [19] almacena información específica en una matriz punteada, alberga alrededor de 42.000 caracteres entre letras y números, además, son de uso libre por lo cual, existen infinidad de aplicaciones gratuitas para su activación y lectura.

Sistema organizacional

El Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos - SGA, es un sistema que tiene como objetivo normalizar y armonizar la clasificación y el etiquetado de los productos químicos a nivel internacional [20]. En este mismo orden de ideas, el SGA tiene como base un plan de comunicación de peligros intrínsecos a sustancias químicas puras y sus mezclas actuando en un marco de acción mundialmente reconocido [21].

De este modo, las Naciones Unidas establecieron 7 criterios primordiales, adaptados a través del Decreto 1496 de 2018, tal y como se observa en la Figura 2, integrando una etiqueta para una sustancia química, con los cuales se logra suministrar la suficiente información, detallada y de fácil interpretación para responder a las condiciones de uso del producto químico.



Figura 2. Ejemplo de etiqueta de acuerdo con el SGA. [22]

Unificando las secciones necesarias para la ficha de seguridad de los productos químicos tales como las indicaciones de peligro, los símbolos y las palabras de advertencia, estableciendo pautas y lineamientos para

la elaboración de Fichas de Datos de Seguridad - FDS. Para lo cual las Naciones Unidas dicta, en el 2015 [23], 16 pautas para dicha elaboración, correspondientes a la siguiente información:

- Identificación del producto
- Identificación del peligro o peligros
- Composición/información sobre los componentes
- Primeros auxilios
- Medidas de lucha contra incendios
- Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental
- Manipulación y almacenamiento
- Controles de exposición/protección personal
- Propiedades físicas y químicas
- Estabilidad y reactividad
- Información toxicológica
- Información ecotoxicológica
- Información relativa a la eliminación de los productos
- Información relativa al transporte
- Información sobre la reglamentación
- Otras informaciones

Estos epígrafes son descritos detalladamente por el Programa Global de Calidad y Normas, en inglés GQSP, quienes proponen la siguiente guía para la correcta elaboración de una FDS [24].

Tabla 1. Epígrafes que componen cada sección necesaria para la elaboración de una FD

Nº	Nombre de la sección	Epígrafes
1	Identificación del producto	<p>1.1. Identificador SGA del producto 1.2. Medios de identificación alternos 1.3. Usos identificados y restricciones de uso 1.4. Datos del proveedor (Fabricante/Distribuidor) 1.5. Número de teléfono para emergencias</p>
2	Identificación del peligro o peligros	<p>2.1. Clasificación SGA / Información nacional o regional 2.2. Elementos de la etiqueta SGA - Pictogramas de peligro - Indicaciones de peligro - Consejos de prudencia 2.3. Otros peligros no cubiertos por SGA</p>
3	Composición / Información sobre los componentes	<p>3.1. Identidad química 3.2. Nombre común, sinónimos, etc. 3.3. Número CAS y otros [25] 3.4. Impurezas y aditivos estabilizadores</p>
4	Primeros auxilios	<p>4.1. Recomendaciones necesarias de acuerdo a las vías de exposición: Inhalación, contacto cutáneo, ocular e ingestión. 4.2. Síntomas y efectos importantes, agudos y retardados. 4.3. Indicación sobre la atención médica necesaria.</p>
5	Medidas de lucha contra incendios	<p>5.1. Medios de extinción apropiados o inapropiados. 5.2. Peligros derivados de la sustancia o mezcla. 5.3. Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios.</p>
6	Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental	<p>6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia 6.2. Precauciones relativas al medio ambiente 6.3. Métodos y material de contención y de limpieza</p>
7	Manipulación y almacenamiento	<p>7.1. Precauciones para una manipulación segura. 7.2. Condiciones de almacenamiento seguro e incompatibilidades.</p>
8	Controles de exposición/protección personal	<p>8.1. Parámetros de control: límites o de corte de exposición ocupacionales o biológicos. 8.2. Controles de ingeniería 8.3. Medidas y equipos de protección personal.</p>
9	Propiedades físicas y químicas	<ul style="list-style-type: none"> - Estado físico - Color - Olor - Punto de fusión/punto de congelación - Punto de ebullición - Inflamabilidad - Límites inferior y superior de exposición - Punto de inflamación - Temperatura de ignición espontánea - Temperatura de descomposición



		<ul style="list-style-type: none"> - pH - Viscosidad cinemática - Solubilidad - Coeficiente de reparto n-octanol/agua - Presión de vapor - Densidad o densidad relativa - Densidad relativa de vapor - Características de las partículas
10	Estabilidad y reactividad	<p>10.1. Reactividad</p> <p>10.2. Estabilidad química</p> <p>10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas</p> <p>10.4. Condiciones que deben evitarse</p> <p>10.5. Materiales incompatibles</p> <p>10.6. Productos de descomposición peligrosos</p>
11	Información toxicológica	<p>11.1. Vías probables de exposición</p> <p>11.2. Síntomas relacionados con características físicas, químicas y toxicológicas</p> <p>11.3. Efectos inmediatos y retardados, o crónicos por exposición a corto y largo plazo</p> <p>11.4. Medidas numéricas de toxicidad</p>
12	Información ecotoxicológica	<p>12.1. Ecotoxicidad (acuática y terrestre)</p> <p>12.2. Persistencia y degradabilidad</p> <p>12.3. Potencial de bioacumulación</p> <p>12.4. Movilidad en suelo</p> <p>12.5. Otros efectos adversos</p>
13	Información relativa a la eliminación de los productos	Descripción de los residuos e información sobre la manera de manipularlos sin peligro y sus métodos de eliminación, incluida la eliminación de los recipientes contaminados.
14	Información relativa al transporte	<p>14.1. Número ONU</p> <p>14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas</p> <p>14.3. Clase de peligros en el transporte</p> <p>14.4. Grupo de embalaje</p> <p>14.5. Peligros para el medio ambiente</p> <p>14.6. Transporte a granel</p> <p>14.7. Precauciones generales durante transporte, traslado o fuera del local</p>
15	Información sobre la reglamentación	Disposiciones específicas sobre seguridad, salud y medio ambiente para el producto de que se trate
16	Otras informaciones	Incluidas las relativas a la preparación y actualización de las FDS

Elaboración propia

Con base a la información necesaria para una etiqueta, plasmada en la figura 2, se implementó el diseño estándar para las etiquetas como se muestra en la siguiente figura.

Palabra de advertencia		Ubicación	E6-5	Color almacenamiento
Peligro   		INDICACIONES DE PELIGRO H302 Nocivo en caso de ingestión. H312 Nocivo en contacto con la piel. H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos.		Accede a más información con tu celular
		CONSEJOS DE PRUDENCIA P273 Evitar su liberación al medio ambiente. P280 Llevar guantes/prendas/gafas/Máscara de protección.		Fecha de apertura: _____ Fecha de vencimiento: _____ Abierto por: _____
Almacenamiento				
Se almacena a temperaturas de +15 C. y + 25 C. En un recipiente bien cerrado y seco.				
Elementos de protección personal    				En caso de emergencia comuníquese a los siguientes números: Bomberos Marinilla: 6043580727 Hospital San Juan de Dios Marinilla: 604548404 Colmena Seguros: 4441246

Figura 3. Etiqueta de sustancia química. Elaboración propia

De ahí y teniendo en cuenta que, actualmente, el mundo de encuentra en un contexto tecnológico, el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid le apuesta al desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación y por lo tanto, busca orientar a sus estudiantes en el uso eficiente de herramientas tecnológicas a través de sus dispositivos móviles. Así pues, se llevó a cabo la creación y ejecución por parte de los integrantes del grupo de investigación en Biotecnología Animal en colaboración con Ingeniero en Sistemas - Software Architect, de una plataforma web a través de la cual es posible generar códigos de respuesta rápida que soporte documentos en formato PDF con las acciones y procedimientos adecuadas en un momento de emergencia o problemas orientados a la seguridad y salud de usuarios específicamente del sector químico.

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Implementando estas metodologías, se obtiene como resultado, la esquematización de etiquetas y tarjetas de emergencia realizadas en un aplicativo de software basado en tecnologías a través del lenguaje de programación JavaScript, Vue.js como marco de trabajo que permite crear interfaces de usuarios y finalmente, las tecnologías integradas de Sheets donde, con dicho aplicativo, se puede acceder de manera fácil con usuario y contraseña del correo institucional, con el objetivo de activar el código de respuesta rápida de cada reactivo con sus respectivos parámetros para el etiquetado [26] y tarjeta de emergencia con mayor detalles sobre la información para el almacenamiento y manipulación adecuadas.

Basado en estas tecnologías de desarrollo informático, se realizó el diseño de un sitio web cuya finalidad es la creación de las hojas de seguridad y las etiquetas, así como la creación de cada código QR que contendrá la información de todas y cada una de las sustancias que fueron inventariadas a lo largo de la investigación.

Este sitio web se ejecutará una vez que se haya completado su desarrollo e implementación, teniendo siempre presente todos lineamientos y requerimientos necesarios para su operación y su mantenimiento a lo largo del tiempo.

Así pues, para su diseño se aprovechan eficazmente las nuevas tecnologías de información como lenguajes de programación de frameworks o metodologías ágiles y marcos de desarrollo como JavaScript, enfocadas a resolver problemas en la identificación, manejo y tratamiento de reactivos e insumos químicos, además de la

disposición final de subproductos y residuos generados en un laboratorio, basados exitosamente en el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), garantizando la estandarización de procesos gracias al orden en el laboratorio a partir del inventario realizado y garantizando también un beneficio directo al sector investigativo gracias a la organización, agilidad y acceso a la información con la aplicación web que se desarrollará prontamente.

4. CONCLUSIÓN

Una vez implementado el inventario, se lograron clasificar los reactivos químicos dispuestos en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del PCJIC de acuerdo con su estado físico/naturaleza y su nivel de peligrosidad, con el fin de llevar a cabo un almacenamiento adecuado, seguro y eficiente para su conservación. Lo cual garantiza fácil acceso para el montaje de prácticas académicas y desarrollo adecuado de proyectos de investigación, toda vez que el acceso vía web desde cualquier sitio, permite verificar y dar trazabilidad indispensables en todo proceso académico.

El diseño estandarizado de etiquetas y tarjetas de emergencia para los reactivos químicos a partir de la información otorgada por las fichas de seguridad FDS cumpliendo con los parámetros establecidos por SGA y las normas técnicas específicas para el almacenamiento, manipulación y acción de acuerdo a la accidentalidad con diversas sustancias químicas, redundan en el deber Institucional de brindar seguridad laboral a empleados, docentes, estudiantes y demás usuarios del laboratorio.

La activación de los códigos QR para la generación de los PDF que serán visibles en los dispositivos móviles, correspondientes a las etiquetas y las tarjetas de emergencia, elaborados directamente por la aplicación web SGA-QR GENERATION, que está en etapa de desarrollo y pruebas para mejoras del software basado en Java, Vue. js y la base de datos mongoDB como herramientas de fácil acceso a la información, brindarán el soporte idóneo mediante el cual el Politécnico C.J.I.C. podrá articular las actividades del laboratorio con los ejes estratégicos de “Calidad académica”, “Investigación e innovación tecnológica”, “Bienestar para la calidad humana”, enmarcados dentro del Plan de Desarrollo 2022-2025 “Calidad Académica y Humana”, aprobado mediante el Acuerdo Directivo 12 del 7 de julio de 2022.

5. AGRADECIMIENTOS

Para el desarrollo de este proyecto fue fundamental el apoyo del personal especializado del laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal, el profesional Dayron de Jesus Pérez, el cual siempre creyó en el potencial investigativo y docente que buscan reforzar y mejorar las condiciones de los laboratorios. Agradecemos también a la dependencia de granjas y laboratorios Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, por permitirnos llevar a cabo este proyecto en sus instalaciones.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Asuntos Ambientales: Sustancias Químicas”, Junio 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/sustancias-quimicas/>
- [2] Ministerio del Trabajo, “Decreto 1496 de 2018”, República de Colombia, 06 Agosto 2018.
- [3] ONU, “Guía para la elaboración de Fichas de Datos de Seguridad”, New York, 2015.
- [4] Ministerio del Trabajo, “Resolución 0773 de 2021”, República de Colombia, 07 Abril 2021.
- [5] Congreso de Colombia, “Ley 55 de 1993”, de la Conferencia Internacional del Trabajo. Convenio 170, 1993.

-
- [6] C. T. Horngren, G. L. Sundem y J. A. Elliott, "Introducción a la contabilidad financiera", 7a ed., México: Pearson Educación, 2000, pp. 148
- [7] Ministerio de Transporte, "Norma Técnica Colombiana 4435", de Transporte de mercancías. Hojas de datos de seguridad para materiales. Preparación., 25 Septiembre 2015, pp.48.
- [8] H. González, L. Wilfredo, Q. Estrada, A. María, y P. Rodríguez, "Sistema Gestor de Base de Datos de Máquinas Herramientas", pp. 2127, 2005.
- [8] H. González, L. Wilfredo, Q. Estrada, A. María, y P. Rodríguez, "Sistema Gestor de Base de Datos de Máquinas Herramientas", p. 2127, 2005.
- [9] MongoDB, "La base de datos líder del mercado para aplicaciones modernas", 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.mongodb.com/es>.
- [10] MDN Web Docs, "JavaScript". [En línea]. Disponible: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>.
- [11] Fundación OpenJ, "Node.js", 2019. [En línea]. Disponible: <https://nodejs.org/es/>
- [12] V8, "Que es V8?", 2015 [En línea]. Disponible: <https://v8.dev/>
- [13] Vue.js. "Que es Vue.js?", 2021 [En línea]. Disponible: <https://vuejs.org/v2/guide/>
- [14] K. A. Vargas y D. M. León, "Implementación de código QR como método de codificación, para sistema de inventario a través de un aplicativo móvil y servicios web", Trabajo pregrado, Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2017.
- [15] Google, "Google Sheetes for Developers". [En línea]. Disponible: <https://developers.google.com/sheets/api>
- [16] Red Hat, "¿Qué es una API?", 2017. [En línea]. Disponible: <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>
- [17] Computer Hoy, "¿Qué son los códigos QR y cómo funcionan?", 2014. [En línea]. Disponible: <https://computerhoy.com/noticias/internet/que-son-codigos-qr-como-funcionan-14973>
- [18] Qr code.com, "¿Que es un código QR?". [En línea]. Disponible: <https://www.qrcode.com/en/about>
- [19] A. M. Estrella Ramón y C. Segovina López, "Comunicación integrada de marketing", 1ª ed., Madrid: ESIC, 2016, pp. 155.
- [20] Ministerio de Ambientes y Desarrollo Sostenible, "Guía de comunicación de peligros basados en los criterios del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos – SGA" 1ª ed., Bogotá, 2017, pp. 9.
- [21] Naciones Unidas, "Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA)" 6ª ed., Nueva York, 2015.
- [22] SURA, "Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos", 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.arlsura.com/files/2018/Sistema-SGA-ARL.pdf>
- [23] Naciones Unidas, "Guía para la elaboración de fichas de datos de seguridad (FDS)", 2015. [En línea]. Disponible: https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev06/Spanish/07sp_anexo4.pdf

[24] Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial – ONUDI, “Guía para la elaboración de fichas de datos de seguridad (FDS)”, revisión sexta, Bogotá, 2019.

[25] Administración de Seguridad de Tuberías y Materiales Peligrosos, “2020 Guía de respuestas en caso de emergencias – GRE”, 2020. [En línea]. Disponible: <https://ccs.org.co/wp-content/uploads/kitinteractivossta/GRE%202020.pdf>

[26] Ministerio de Transporte, “Norma Técnica Colombiana 1692”, de Transporte de mercancías peligrosas. Definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado. 25 Enero 2012.

8. ANEXOS

Tabla 2. Fracción del inventario realizado en el Estante N°6 del laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal. Elaboración propia.

Estante	Sustancia Química	Estado químico	Cantidad de frascos total	Concentración	Variable	Unidad	Grado analítico	
E6-5	1-Naftol	Líquido	1	10%	50	mL	Solución	
		Sólido	3	99%	500	g	Puro	
	2-Naftol	Sólido	2			500	g	Puro
		Líquido	1			100	mL	Solución
	Ácido L(+) Láctico	Líquido	4			1000	mL	Analítico
		Líquido	2		5%	1000	mL	Solución
		Líquido	2		10%	100	mL	Solución
		Líquido	1			100	mL	Puro
	Acido oxalico dihidratado	Sólido	1			500	g	Puro
	Alfa Naftol	Sólido	1			100	g	Puro
	Dicromato de sodio	Sólido	1			1000	g	Puro
	Oxalato de amonio monohidratado	Sólido	3			250	g	P.A
		Líquido	2		5%	100	mL	Solución
		Sólido	1			250	g	Puro
	Oxalato de sodio	Sólido	1			100	g	P.A
		Líquido	1		0,01M	50	mL	Solución
	Potasio oxalato monohidratado	Sólido	1		99%	250	g	Puro
		Líquido	1		30%	200	mL	Solución
	Sodio en aceite de vaselina	Sólido	3		99%	100	g	Puro
	Sodio bicromato dihidratado	Sólido	1			1000	g	Puro
Sodio oxalato	Sólido	1			500	g	Puro	
Yodo	Sólido	3			100	g	Puro	
	Líquido	1		10%	100	mL	Solución	
Cloruro de zinc	Líquido	2			250	g	Puro	
	Sólido	1			250	g	P.A	
E6-4	Lana de vidrio	Sólido	7			50	g	
	Lecitina de huevo	Líquido	1			25	g	
	Levadura activa	Sólido	5			80	g	
	Pancreatina	Sólido	1			1000	g	
	Parafina sólida	Sólido	1			250	g	

Tabla 3. Fracción detallada del encabezado de la matriz utilizada para la creación de hojas de seguridad de las sustancias químicas del inventario. Elaboración propia.

NOMBRE DEL PRODUCTO															
DETALLE REACTIVO		LÍMITES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN (TLV)				NFPA				SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO			ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD		
N°	NOMBRE DEL INSUMO	CARCINOGENO	TWA	STEL	C	S	H	R	E	FÍSICO	SALUD HUMANA	MEDIO AMBIENTE	ESTABILIDAD QUÍMICA	MATERIALES INCOMPATIBLES	
1	Ácido Acético	NO	25mg/m3 - 10ppm	37mg/m3 - 15ppm		3	2	0	SA	N.A.	Corrosión / Irritación cutáneas	N.A.	En condiciones de uso normales, no hay particulares peligros de reacción con otras sustancias	El producto es estable en las condiciones normales de uso y almacenamiento.	Carbonatos, hidróxidos, fosfatos, anclias oxidantes, bases.



Figura 4. Reactivos previamente a la organización.



Figura 5. Estante de reactivos previamente al inventario y organización.



Figura 6. Estante con disposición de reactivos adecuadamente organizados.

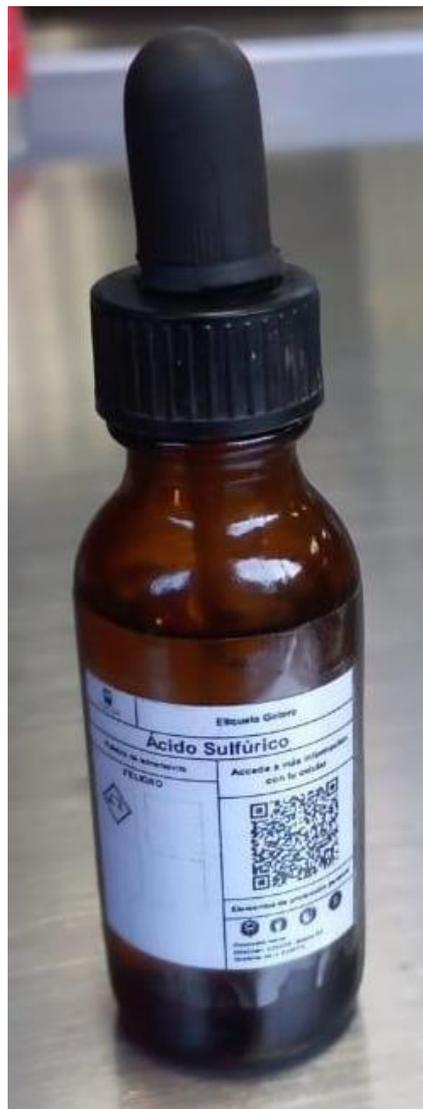


Figura 7. Gotero con etiqueta y código QR generados.