



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ELABORACIÓN DE MATRICES DE COMPATIBILIDAD
Y DISTRIBUCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN LAS
BODEGAS DE INVESA S.A**

Autor:
Daniel Henao Zapata

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química

Medellín, Colombia

2021



ELABORACIÓN DE MATRICES DE COMPATIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE
SUSTANCIAS QUÍMICAS EN LAS BODEGAS DE INVESA S.A

Daniel Henao Zapata

Informe de práctica
Como requisito para optar al título de:
Ingeniero Químico

Asesores:
Diego Fernando Mendoza Muñoz
Ingeniero Químico

Cristian Camilo Arias Tapias
Especialista en producción y consumo sostenible

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química
Medellín, Colombia
2021

ELABORACIÓN DE MATRICES DE COMPATIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN LAS BODEGAS DE INVESA S.A

Resumen

El presente trabajo académico tuvo como principal objetivo mejorar las condiciones de seguridad en el manejo de sustancias químicas en las bodegas de la empresa INVESA S.A. Inicialmente se evidenció que a pesar de que existen herramientas para garantizar el almacenamiento seguro y un etiquetado basado en el sistema globalmente armonizado, no son aplicadas adecuadamente por el personal de logística, la razón por la cual se genera este percance es por la dificultad de acceder a la información y el desconocimiento de la existencia de estas herramientas. También, se logró observar que actualizar la información de las matrices de compatibilidad es un trabajo que demanda mucho tiempo ya que este proceso se realiza de manera muy manual y finalmente se analizó que no se cuenta con una herramienta para garantizar el almacenamiento seguro en todas las bodegas, la validación de esta información se realiza en las auditorías internas por parte de los practicantes y consiste en recorrer la bodega y de manera visual o con la experiencia hallar las incompatibilidades en el almacenamiento. A raíz de los hallazgos, se decidió elaborar 3 archivos de consulta que garantizaran no solo el acceso a la información, si no también que fuera de manera clara, fácil de comprender y de rápido acceso. El resultado fue satisfactorio ya que se evidenció el uso de las herramientas (ver resultados sección final), se mejoraron las condiciones de seguridad y más importante aún, se logró darle continuidad a esta actividad en la empresa para evitar que cada practicante que llegue, realice el mismo proyecto de actualizar matrices.

Como alcance final se elaboró una base de datos que recopila la información las referencias que maneja la empresa, un programa que permite conocer la compatibilidad de una referencia nueva con las 670 referencias que maneja la empresa en cuestión de minutos, un programa para cada una de las 4 bodegas que permite conocer la compatibilidad química de todo el sitio de almacenamiento y finalmente, un programa que contiene un diseño de la distribución para el almacenamiento de sustancias químicas agrupadas por compatibilidad química; empleando sustancias barrera como intermediarios para separar compuestos de naturaleza química incompatible. Este diseño fue entregado tanto a los líderes del proceso como al personal de recibo para garantizar condiciones rigurosas de seguridad a la hora del almacenamiento.

Introducción

Invesa S.A es una empresa que nace en 1974, a lo largo de su funcionamiento ha acoplado nuevas líneas de negocio a su portafolio, como es el caso de los agroquímicos, materiales para construcción, las diferentes líneas de pintura (base agua y base solvente), metal-mecánica y algunos materiales de naturaleza polimérica empleados como intermedios en la fabricación de tanques y postes en fibra de vidrio.

Lo anterior implica que en las bodegas de almacenamiento de materiales existan sustancias de diversa naturaleza química las cuales pueden presentar múltiples incompatibilidades entre sí, además pueden requerir de condiciones especiales de almacenamiento, por tal motivo debe evitarse la mezcla entre sustancias altamente reactivas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005). Se emplea para la categorización e identificación de peligros, el sistema globalmente armonizado (SGA) (Naciones unidas, 2017).

Con el planteamiento de este trabajo se busca disminuir los tiempos en el recibo y almacenamiento de sustancias químicas en las bodegas de almacenamiento de materiales en la empresa INVESA S.A, teniendo la certeza de que las sustancias químicas sean almacenadas en grupos compatibles, disminuyendo así el riesgo de eventualidades que generen siniestros de gran magnitud.

Se tuvo como principal limitación la consulta de las hojas de seguridad en las fuentes de información de la empresa INVESA S.A. Algunas de estas hojas de seguridad tenían una fecha mayor a cinco años atrás frente al año actual, otras no estaban disponibles y algunas no estaban bajo la norma del sistema globalmente armonizado, lo que implicó realizar la consulta de estas hojas de seguridad en bases de datos que cumplieran con los requisitos del ministerio de trabajo. Las bases de datos empleadas fueron: ECHA, GESTIS y por último, CAMEO CHEMICALS. Otro limitante en el presente trabajo de prácticas, fue en el proceso de capacitación del personal en el uso de las herramientas, esto debido a que cada practicante que realiza la actualización de las matrices propone una matriz distinta, generando un choque de información y barrera para el cambio. El motivo por el cual cada se ha propuesto matrices distintas radica en el hecho de que las bases de datos de la empresa están desactualizadas y al ir renovando la información y contar con más datos, se presentan cambios en la matriz de compatibilidad; se le explicó lo anterior personal y en un proceso lento, se fue solventando este problema de resistencia al cambio en la operación.

Para el desarrollo de la práctica se inició con la adquisición de información disponible en las bases de datos de la empresa, la información faltante fue complementada con las personas encargadas del programa de riesgo químico en la empresa, por último se hizo la búsqueda de las sustancias por medio de las bases de datos anteriormente mencionadas y una vez se tenía recopilada esta información se elaboró una base de datos (que no existía) en la cual se puede encontrar información como: nombre de la empresa que elaboro la hoja de seguridad, el año de vigencia, los pictogramas asociados a la materia prima, las incompatibilidades,

composición, números CAS y condiciones especiales de almacenamiento. Una vez finalizada la base de datos se codificó la información con la herramienta Excel, se elaboró una fórmula en dicho programa que me permitiera conocer la compatibilidad entre las referencias de la base de datos y finalmente se elaboraron las matrices de compatibilidad de las diferentes bodegas con la ayuda de esta herramienta. A continuación se elaboró para cada bodega un segundo archivo en Excel con el cual una vez se le ingresa la información del inventario de las bodegas, este me muestra la ubicación en donde se encuentra esa materia prima dentro de la bodega, indica si existe algún código que no está dentro de la matriz de la bodega, muestra la cantidad de incompatibilidades dentro de la bodega, las referencias que son incompatibles, el lugar en donde están y finalmente permite imprimir el listado de incompatibilidades. Una vez se finalizó el segundo archivo se procedió a realizar el tercero, un archivo también en Excel de consulta rápida, en el que una vez se ingresa el código interno de la empresa muestra los pictogramas del SGA que lleva esta materia prima y una recomendación de la ubicación en donde se puede almacenar que está asociado al layout propuesto para cada bodega y finalmente la información fue divulgada entre el personal involucrado en el manejo de las bodegas.

Se espera que con este trabajo el flujo de información sea más rápido, que no halla ambigüedad en este proceso, que se tenga en cuenta un filtro de almacenamiento teniendo en cuenta la compatibilidad química y contar con herramientas que permita conocer de manera exacta si realmente se está realizando el almacenamiento de manera segura.

Objetivo general:

Mejorar las condiciones de seguridad con respecto a la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas de la empresa Invesa S.A.

Objetivos específicos:

- Crear una base de datos con la información suministrada en las hojas de seguridad de cada sustancia química.
- Elaborar diferentes aplicaciones computacionales que evalúen la compatibilidad química de una sustancia con todas las referencias manejadas en la empresa y específicamente con las almacenadas a su alrededor, para garantizar el almacenamiento seguro en cada bodega.
- Proponer el Layout para las bodegas CAMN, CAMI, CENTRAL y Separación industria que garantice el adecuado almacenamiento dentro de las bodegas.
- Capacitar al personal logístico en el uso de las herramientas creadas para promover su destreza y habilidad en el uso de estas.

Marco Teórico

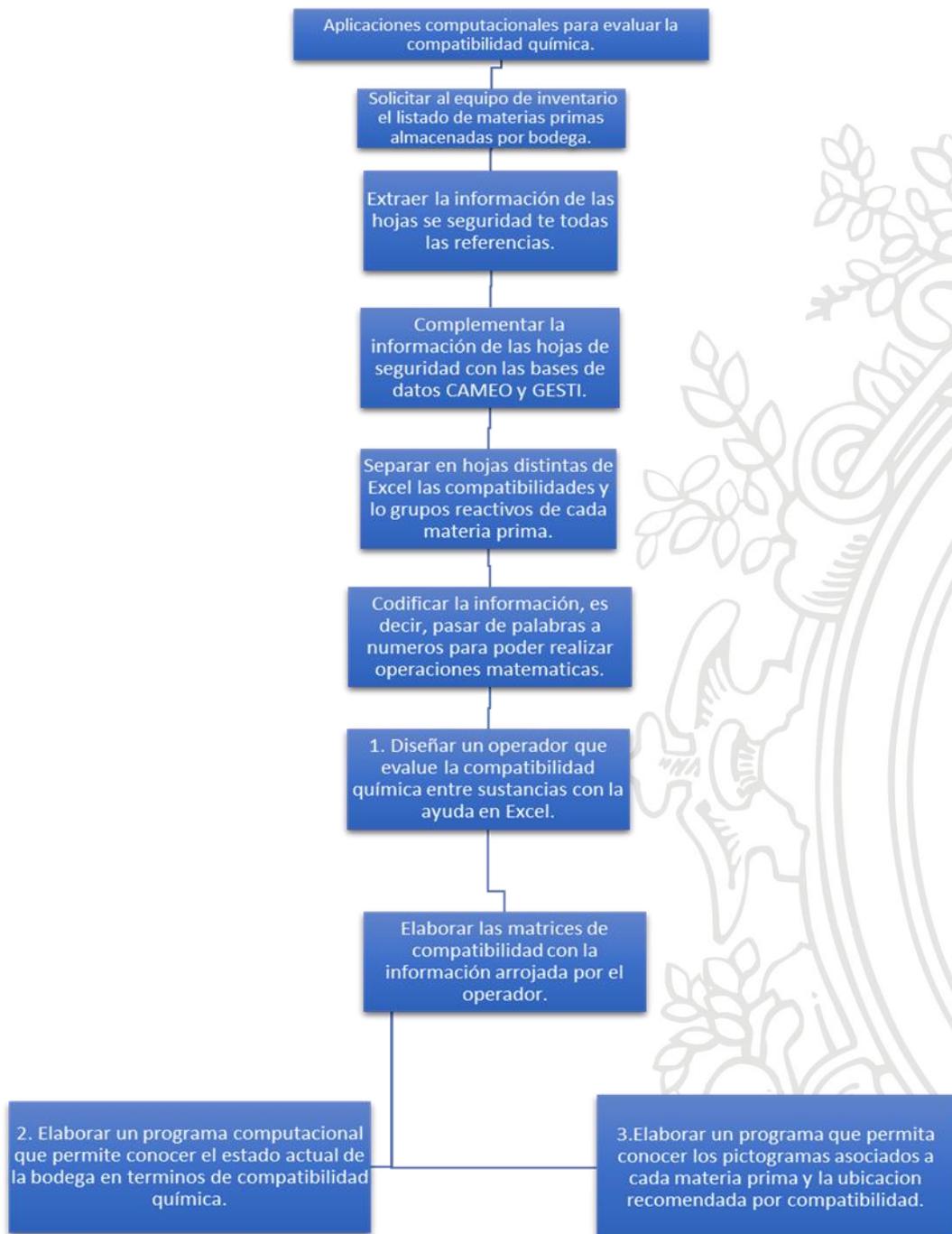
Establecer un sistema armonizado nace de la necesidad de mejorar la protección de la salud humana y del medio ambiente al facilitar un sistema de comunicación de peligros en el plano internacional, proporcionar un marco reconocido a los países que carecen de sistema, reducir la necesidad de efectuar ensayos y evaluaciones de los productos químicos y facilita el comercio internacional de los productos químicos cuyos peligros se hayan evaluado e identificado debidamente a nivel internacional (Naciones Unidas, 2011). Por consiguiente, a partir del decreto 1496 del 2018 Colombia adopta el sistema globalmente armonizado de calificación y etiquetado (Ministerio de trabajo, 2018).

Por consiguiente, se debe establecer un orden en el almacenamiento de las sustancias químicas, el cual es basado en el etiquetado en donde se informa sobre la peligrosidad de estas. Las sustancias químicas deben de almacenarse en ubicaciones preestablecidas donde se garantice la separación de sustancias incompatibles, para esto se hace la clasificación por familia química de cada sustancia y se elabora la matriz de compatibilidad química donde deben identificarse las incompatibilidades específicas entre sustancias (ARL SURA, 2015), además, deberá de garantizarse que se cumplan las condiciones especiales de almacenamiento para aquellas sustancias que así lo requieran, como es el caso de las sustancias inflamables, explosivas o peróxidos orgánicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005).

Una matriz de compatibilidad es una guía que cumple la función de garantizar un almacenamiento seguro con la planeación de una distribución químicamente compatible en el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, las empresas que dispongan de esta herramienta se evitan la constante interacción con agentes externos que los asesoren en el tema del almacenamiento seguro de las existencias en bodega (ARL SURA, 2015).

En la práctica se debe establecer una correcta distribución de la bodega (lo que es comúnmente conocido como layout), este layout previamente establecido facilita las necesidades de la compañía en lo concerniente al almacenamiento, recibo, despacho y preparación de pedidos, a este se le agregó la información de la compatibilidad química de las sustancias almacenadas, por tal motivo se estableció un reordenamiento según la compatibilidad de las sustancias.

Metodología



2. Elaborar un programa computación que permite conocer el estado actual de la bodega en terminos de compatibilidad química.

Se plasma virtualmente la bodega de almacenamiento con la ubicación respectiva de cada referencia dentro de la bodega.

Se desarrolla una función que permita conocer la compatibilidad de una sustancia, frente a las almacenadas a su alrededor, dicha función se implementa para todas las ubicaciones de la bodega.

Se organiza la información de las incompatibilidades que arroja la función anterior, en un listado para imprimir.

Se capacita al personal en el uso de esta herramienta.

3. Elaborar un programa que permita conocer los pictogramas de cada materia prima y la ubicación recomendada por compatibilidad.

Elaborar una base de datos con los pictogramas asociados a cada materia prima.

Organizar las materias primas por grupos compatibles

Proponer un layout para la bodega, teniendo en cuenta temas logísticos como materiales de alta rotación y grupos compatibles

Crear una función de búsqueda rápida que una vez se ingrese el código interno de la empresa, arroje los pictogramas de la materia prima y una ubicación recomendada a partir del layout propuesto.

Resultados y análisis

- Crear una base de datos con la información suministrada en las hojas se seguridad de cada sustancia química.

A continuación, se muestra parte de la base de datos realizada, en total se extrajo la información de 7500 referencias, esta base de datos además de brindar información de las hojas de seguridad también permite visualizar que tan actualizada esta la información de la empresa y los criterios aplicados para determinar la compatibilidad química de las sustancias

A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	R	S		
	Referencia	Otros Nombres	CAS N1	CAS N 2	CAS N3	pureza 1 (%)	pureza 2 (%)	pureza 3 (%)	Estado físico	Familia química	Incompatibilidad		
1	CARBONATO DE SODIO (IMP.)	CARBONATO DE SODIO ANHIDRO, SODA ASH, SAL DIÓXIDA DE ÁCIDO CARBÓNICO, CARBONATO DIÓXIDO, SODA CALCIADA, CEMSA DE SODA, SODA ANHIDRIDA.	497-19-8	carbonato de sodio			98		APARIENCIA: Sólido granular blanco higroscópico. OLOR: Ligeramente acre.		Fluoro, aluminio, pentóxido de fósforo, ácido sulfúrico, zinc, litio, trinitrotolueno, humedad, Reacciona violentamente con ácidos.		
2	SODA CAUSTICA EN ESCAMAS IMPORTADO	Soda cáustica (anhídrido), Soda cáustica en escamas, Cáustico blanco, Lejía, Hidrato de sodio.	1310-73-2	Hidróxido de sodio			99-100		Apariencia, olor y estado físico: Sólido blanco inodoro en forma de escamas. Base fuerte		Evitar el contacto con metales, combustibles y humedad, el contacto con halogenados orgánicos, especialmente tricloroetileno, puede causar reacción exotérmica. Evitar el contacto con nitrógeno u otros compuestos nitro similares; produce sales sensibles a explosión tales como aluminio, magnesio, estaño o cinc que pueden liberar gas tóxico rápidamente con varios oxidantes para producir monóxido de carbono, inflamables.		
3	TRIPOLIFOSFATO DE SODIO (IMP.)		7758-29-4	Tripolifosfato de sodio					Forma Física: Sólido-polvo Color: Blanco Olor: Inodoro	SALES	Estabilidad Química Estable. Polimerización peligrosa. No ocurre en condiciones de almacenamiento. No aplicable. Materiales a evitar.		
4	UNJAB												
5	ACIDO FOSFORICO (IMP.)		7664-38-2	Acido fosforico			28-52		Aspecto: Líquido viscoso Color: verde	Ácidos débiles	epóxidos, compuestos azo, compuestos polimerizables, alcalis, metales, tetrahidroborato sodico, aminas, aldehidos, alcoholes.		
6	ACIDO NITRICO		7697-37-2	Acido Nitrico			65-70		Forma: Líquido, Color: Incoloro, Olor: Picante	solucion acuosa	Formaldehído, glicerina, ácido sulfúrico, óxido de hidrógeno, óxido de hidrógeno, metales alcalinos, litio silicio, solventes orgánicos, fosfógeno, hidrógeno sulfuro, peróxido de hidrógeno, acetoneo, acetileno, alcohol, hidruro de arsénico, aminas, amoníaco, fosforos, aldehidos, diclorometano, acetona, anhídrido acético, fluor, metales en polvo, nitrilos, antraceno, ácido hipocloroso.		
7	ACIDO 2,4-D 98% TECH	2,4-DICHLOROPHENOLYACETIC ACID 124-Dichlorophenoxyacetico acid	94-75-7	2,4 Acido Dicrorofenoiacetico			90-100		Estado físico: Sólido. Forma Sólido, Color: Incoloro a marrón clara		Materiales incompatibles Agentes oxidantes fuertes. Cobre, hierro, aluminio, zinc, níquel, plomo, estaño, titanio, zinc.		
8	DIMETILAMINA 60%	Dimetilamina solución acuosa al 60%	124-40-3	dimetilamina			60		Aspecto: Líquido Color: incoloro Olor: amoníaco		Materiales que deben evitarse: Cinc Cobre Aluminio Mercurio inorgánico Agentes oxidantes Hidrocarburos halogenados.		
9	NONIL FENOL ETOXILADO 10%MOLES		127087-87-0	Ester nonilfenol de polietilenglicol	25322-68-3	Polietileno (óxido)	9044-93-1	Dinonilfenil polioxi-etileno	97	3	2	Estado físico: Líquido. Color: amarillo Olor: Ligero	Materiales incompatibles: Evitar el contacto con: Ácidos fuertes, bases fuertes.
10	ACIDO DODECIL BENCENO SULFONICO (IMP.)	Sodio Sulfonato de alquilbenzeno lineal	27176-87-0	68411-30-3					Estado físico: Líquido viscoso Color: Âmbar amarillo claro Olor: El éster de azulita Leve	Lineal alquilato benzeno sulfonato	agentes oxidantes, los ácidos fuertes, agentes reductores, materiales combustibles, organometálicos, metales.		

Figura 1. Base de datos con la información de las hojas de seguridad y las bases de datos.

- Elaborar un programa que evalué la compatibilidad química de una sustancia con todas las referencias manejadas en la empresa.

Con la base de datos finalizada, se procedió a realizar el proceso de codificación, el cual consistió en separar para cada materia prima sus características e incompatibilidad en celdas distintas y una vez codificadas las palabras en números, se procedió a diseñar una función que compare las características de una materia prima con las incompatibilidades de la otra, para concluir si una materia prima es o no compatible; el proceso es el siguiente: si una materia prima tiene por ejemplo el número 2 es sus características y la otra tiene el número 2 en las incompatibilidades la función arroja un 0 que indica son incompatibles, a este cero se le aplicó un formato condicional el cual muestra en vez del valor, el icono de una X que indica incompatibilidad, finalmente en caso de ser compatible, es decir, que el número 2 por ejemplo, no esté entre la lista de las incompatibilidades de la referencia comparada, va arrojar un 1 que con formato condicional arroja un \checkmark que indica compatible.

A	C	D	E	F	A	C	D	E	F	G
Numeración	Sustancia	Total carac	CARAC1	CARAC2	Numeración	Sustancia	Total incompatibil	INCOMP1	INCOMP2	INCOMP3
152	UNIL SULFONATO DE SODIO 30%	1	sales basicas		104	MOLIBDATO DE SODIO	11	Metales alcalinos	oxidantes debiles	magnesio
153	SODIO FORMALDEHIDO SULFOXILATO	1	Amidatos		105	OCTOBORATO DE SODIO	1	Agentes reductores fuertes		
154	DOWFAX 2A1	1	sales basicas		106	CIRATO DE SODIO	4	oxidantes fuertes	acidos fuertes	bases fu
155	GUICIL METACRILATO	5	epoxidas	acrilatos	107	AZUL SX ANILINA MINERAL	4	iones	agentes reductores debiles	oxidantes
156	2-HIDROXIETIL METACRILATE	3	esteres	Compuestos Hidroxilas	108	EDIA TERASODICA 99%	9	alcohol etilico	arsenatos	sales ac
157	SPONER PAM 200	3	esteres de fosfato	Acrilatos	109	ANTESPUMANTE NDW	1	oxidantes fuertes		
158	NUBROX 10s	0			110	BICARBONATO DE SODIO (IMP)	7	acidos debiles	acidos fuertes	aleaciones c
159	BICARBONATO DE AMONIO	2	sales basicas	sales de carbonato	111	<PERSULFATO DE AMONIO (87 % min)	14	acidos debiles	aluminio	hier
160	PLASTIFICANTE DOM (IMP.)	1	esteres		112	BIODIA SODIOLMONA-BRONOPOL	0			
161	ACRILONITRIL (IMP.)	4	nitrilos	Acrilatos	113	<PIVA DE ALTA	14	oxidantes fuertes	Peroxidas organicas	Perclo
162	2-ETHIL-HEXIL-ACRILATO (99.5 % min)	3	Acrilatos	acido acrilico	114	DESCONTINUAR QUIOVAL	3	Alcali fuertes	oxidantes fuertes	acido n
163	TREANOLAMINA (IMP.)	6	Alcoholes	polioles	115	ACETATO DE BUTIL (IMP.)	7	oxidantes debiles	oxidantes fuertes	acidos f
164	DESCONTINUAR TARGEL PUR 45	1	esteres		116	RECILIA DE MAZ	2	oxidantes debiles	oxidantes fuertes	
165	HIDROPROPIL ACRILATO	4	esteres	Compuestos Hidroxilas	117	SOPROPANOL (IMP.)	17	Metales alcalinos	alcalifortemes	Alumi
166	CICLOHEXANONA (IMP.)	3	inflamable	peroxidos organicos	118	<PIVA HI ALTA (IMP.)	12	Peroxidas organicas	Percloratos	Nitrato no
167	<ETHIL ACRILATO (99.5 % min)	4	inflamable	Acrilatos	119	<PIVA HI ALTA (IMP.)	11	sodio	zinc	cobr
168	METILSULFURO DE SODIO IMPORTADO	3	Sal de sulfuro	fosfato	120	BORAX POLVO DESHIDRATADO	0			
169	METIL METACRILATO (IMP.)	5	inflamable	Acrilatos	121	DELENQUIDOL (IMP.)	11	oxidantes fuertes	bases fuertes	acido su
170	FORMOL	2	aldehydos	Compuestos polimerizables	122	DESCONTINUAR CELLOSICE GP 400 (IMP.)	2	oxidantes debiles	oxidantes fuertes	
171	ACIDO CITRICO	4	acidos carbonilicos	Alcoholes	123	CELLOSICE EP 8P	2	oxidantes fuertes	oxidantes fuertes	
172	HIDROQUINONA	3	Fenoles	creosoles	124	CAOMIN P 08	0			
173	METACILAMIDA	1	amidas		125	SILICA GL 400	3	fluir	trifluoruro de cloro	difluoruro de
174	SURFATA POL 010	4	acidos carbonilicos	Acrilatos	126	ACIDO BORICO (IMP.)	6	potasio	anhidrido acelfico	Alcali f
175	SURFATA POL 025	4	acidos carbonilicos	Acrilatos	127	PERSULFATO DE SODIO	13	agentes reductores fuertes	agentes reductores debiles	materiales c
176	ACIDO ADIPICO	1	acidos carbonilicos		128	DESCONTINUAR NDM MERCAPTANO	11	OXIDANTES FUERTES	Acidos debiles	Acidos f
177	ACIDO SULFAMICO	2	acidos fuertes	acidos debiles	129	SUNWHITE FRG	1	oxidantes fuertes		
178	2-ETHIL HEXANOL	2	Alcoholes	Polioles	130	OVIDO DE POLIETILENO ALTA	4	acidos fuertes	bases fuertes	oxidantes
179	INVEPOL A-10	3	alcoholes	sal de sodio						
180	ALCOHOL LAURICO 9 MOLES	2	Alcoholes	Polioles						
181	Alcohol laurico 20 moles	3	esteres	polioles						
182	NONIL FENOL ETOXILADO 4 MOLES	3	esteres	alcoholes						

G		H		I	
Grupo o nombre		subnivel1		subnivel2	
1	acidos debiles	acidos carbonilicos	acidos organicos	acido	
2	acidos fuertes	acidos minerales concentrados	acido clorhidrico	clorur	
3	Acidos fuertes y oxidantes fuertes	acido cromosulfurico	acido cromico	acido	
4	acrilatos y acidos acrilicos	acido acrilico	acrilatos	mono	
5	bases debiles	alcali debil	hidroxido de calcio	amoni	
6	bases fuertes	alcali fuertes	hidroxido de sodio	soda c	
7	oxidantes debiles	agentes oxidante debil	oxido nitroso	yodo	
8	oxidantes fuertes	perclorato de plata	oxidos de nitrogeno	persulf	
9	peroxidas organicas	peroxido de acetilo	peroxido de benzilo	peroxi	
10	agentes reductores fuertes	azufres	Hidruo de antimonio	Hidruo	
11	agentes reductores debiles	fosforo	borax	carbaj	
12	aminas aromaticas	anilinas			
13	aminas, fosfinas y piridinas	piridinas	fosfinas	amina	
14	sales basicas	acetato de plomo			
15	sales acidas	alumbre	monamonio fosfato	clorur	
16	metales menos reactivos	bronce	cobre	latao	
17	Metales elemental y en polvo, activo	metales ligeros	titanio	alumi	
18	Metales alcali muy activo	sodio	potasio	metak	
19	organometales	organocestaño			
20	compuestos nitro, nitroso, nitrato, nitrito organicos	nitrocompuestos organicos	nitroso	nitrat	
21	compuestos nitrato y nitrito inorganicos	nitrato de sodio	nitrato de potasio	nitrate	
22	Nitruros, fosfuros, carburos y silicuros	nitruros	fosfuros	silicur	
23	nitrilos	acetanitrilo			
24	eteres	Dioxano			
25	aldehidos	benzaldehido			
26	alcoholes	polioles	glicoles	lactos	
27	agua	soluciones acuosas			
28	lecoidos				

C		D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Sustancia		Referencia	Familias sustancia referencia															
CARBONATO DE SODIO (IMP.)			51	109	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Listado de materias primas		Compatibilidad	Matiz de Familias codificada															
CARBONATO DE SODIO (IMP.)		✓	51	109	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SODA CAUSTICA EN ESCAMAS IMPORTADO		✗	6	6	140	5	104	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRIPOLIFOSFATO DE SODIO (IMP.)		✓	168	109	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UNIJAB		✓	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACIDO FOSFORICO (IMP.)		✗	1	169	140	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACIDO NITRICO		✗	8	2	3	7	3	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACIDO 2,4-D 98% TECH		✗	40	1	24	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIMETILAMINA 60%		✗	13	13	13	11	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NONIL FENOL ETOXILADO 10MOLES		✓	26	24	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACIDO DODECIL BENCENO SULFONICO (IMP.)		✗	2	8	3	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NONIL FENOL ETOXILADO 20MOLES		✓	26	26	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PICLORAM TECNICO 95%		✗	40	1	13	13	13	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRISOPROPANOLAMINA 85 %		✓	13	26	26	13	13	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< ATRAZINA TÉCNICA 97 %		✓	40	13	13	13	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< HALOSULFURON METHYL 75% WDG		✓	170	31	44	24	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< OXADIAZON TECNICO 95% MINIMO		✓	38	38	38	38	38	24	151	35	40	0	0	0	0	0	0	0
BUTIL		✓	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< DIURON 98% TC.		✓	31	35	40	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COLOR CAFE VEGETAL 3 X		✓	171	38	172	173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2. Codificador de matrices y compatibilidad con respecto a otras referencias.

Con el programa anterior, se elabora con gran rapidez las matrices de compatibilidad de las distintas bodegas, evitando tener que elaborarlas de manera manual como se realizaba anteriormente.

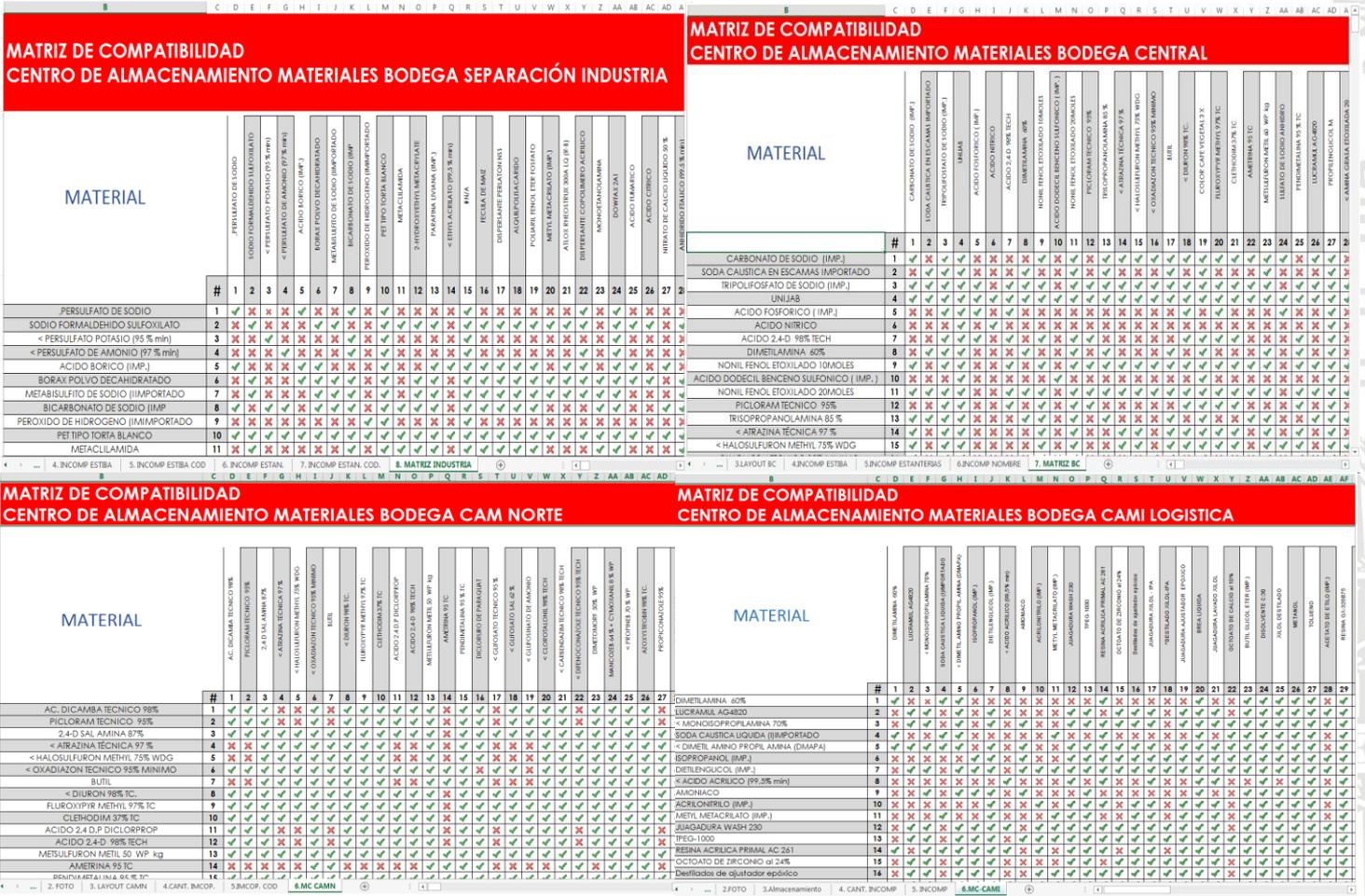


Imagen 3. Matrices de compatibilidad para las diferentes bodegas.

- Realizar un programa para las bodegas CAMI, CAMN, CENTRAL y Separación Industria que analice la compatibilidad química de cada referencia con aquellas almacenadas a su alrededor.

Una vez se copia el inventario en la primera hoja de Excel, el programa detecta las incompatibilidades dentro de la bodega, arrojando un numero entre 1-8 dependiendo de las cantidades de incompatibilidades encontradas y en caso de arrojar un numero decimal este indica que hay una referencia que no está en la matriz de compatibilidad. Finalmente, en otra hoja del programa, se puede visualizar las referencias que son incompatibles con su ubicación, en un listado para imprimir.

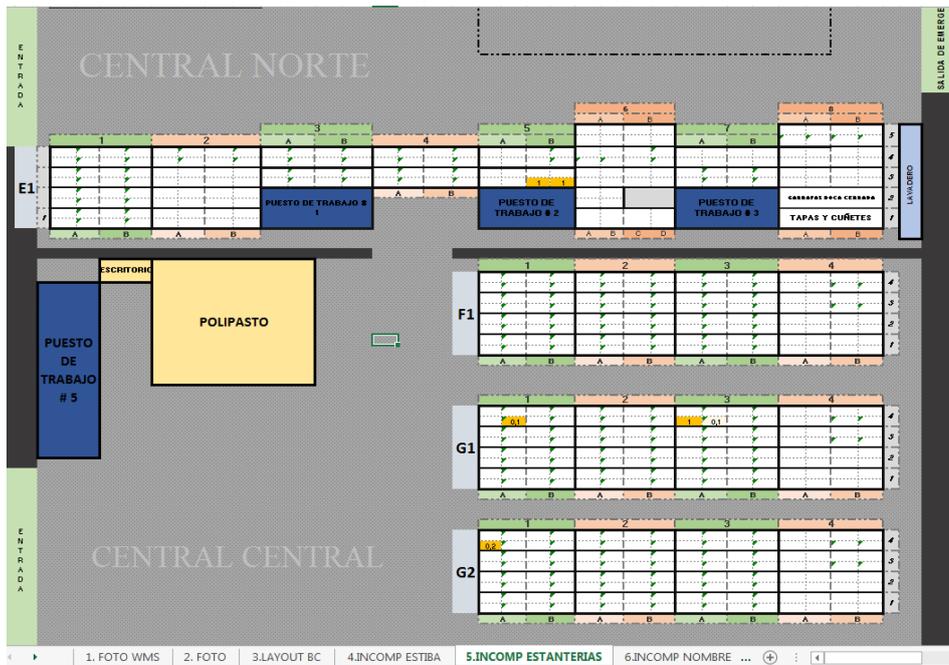


Figura 4. Bodega central, programa para observar las incompatibilidades en el almacenamiento.



Figura 5. Bodega Separación Industria, programa para observar las incompatibilidades en el almacenamiento.

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
< MONOISOPROPILAMINA 70%	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AMONIACO	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RESINA VINILESTER 411	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ACRILONITRIL (IMP.)	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
METIL METACRILATO (IMP.)	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
< ACIDO ACRILICO (99.5% min)	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
< ETHYL ACRILATO (99.5 % min)	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
.2 ETHYL-EXYL-ACRILATO (99.5 % min)	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DIMETILAMINA 60%	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SODA CAUSTICA LIQUIDA (I)IMPORTADO	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
< DIMETIL AMINO PROPIL AMINA (DMAPA)	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TRISOPROPANOLAMINA 85 %	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RESINA ISOFTALICA P706 D44-201 D44 AOC	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
JUAGADURA XILOL - IPA	14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ADESTILADO XILOL-IPA	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
< ACIDOS GRASOS DE TOFA	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RESINA ACRILICA PRIMAL AC 261	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
METANOL	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
< ISOBUTANOL (IMP.)	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ISOPROPANOL (IMP.)	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
METIL ISOBUTIL CETONA	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 8. Matriz de grupos bodega CAMI

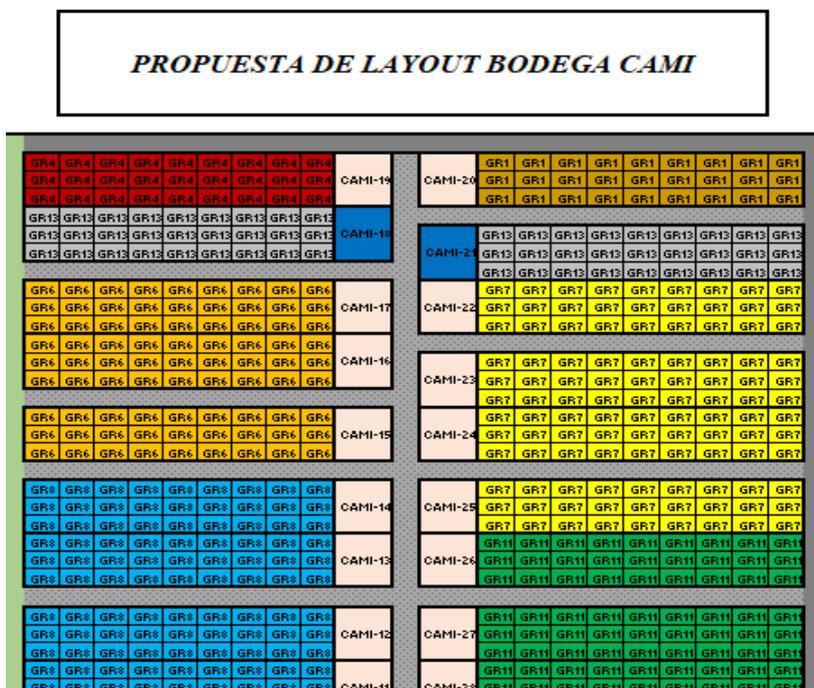


Figura 9. Propuesta layout para el almacenamiento seguro.

Invesa La Compañía Amiga.		ETIQUETADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS - CAMI									
INGRESE EL CODIGO DE LA SUSTANCIA		VACÍO	Inflamable	VACÍO	VACÍO	Corrosivo	Advertencia	VACÍO	Ambiente	GRUPO	
✓	ACRILONITRIL (IMP.)									GR4	
PUEDE ALMACENARSE, SUSTANCIAS COMPATIBLES		Explosivo	Inflamable	Comburente	Toxico	Corrosivo	Advertencia	Salud	Ambiente		
	TOLUENO									GR13	
INGRESE EL CODIGO DE LA SUSTANCIA		VACÍO	Inflamable	VACÍO	VACÍO	VACÍO	VACÍO	Salud	Ambiente	GRUPO	
GR4	GR4	GR4	GR4	GR4	GR4	GR4	GR4	GR4	GR4	CAMI-19	
GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	CAMI-18	
GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	CAMI-21	
GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	CAMI-20	
GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	CAMI-27	
GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	GR13	CAMI-28	

En las ubicaciones de color azul se debe garantizar siempre material barrera.

Figura 10. Archivo para el etiquetado y recomendación de almacenamiento dentro de la bodega.

- Capacitar al personal logístico en el uso de las herramientas creadas para promover su destreza y habilidad en el uso de estas.

Una vez finalizado los archivos, se capacito al personal encargado del recibo de materias primas y a los líderes del proceso en el uso de las herramientas elaboradas. Adicionalmente, se acompañó por el resto de las practicas al personal encargado del recibo, con el fin de evidenciar el uso de las mismas, el promedio de descargue de mercancía es de 5 materiales por día y en cada proceso se implementó el archivo Etiquetado de sustancias químicas garantizando que el control calidad de la empresa va llevar marcado los pictogramas correspondes a la materia prima que a subes garantiza que el personal tomara las medidas adecuadas que requiere manipular una sustancia corrosiva, inflamable, comburente, toxica y riesgos para la salud como los elementos de protección personal requeridos, estibas de plástico para las sustancias comburentes, el almacenamiento en la bodega destina para solo inflamables, etc. Adicionalmente este programa entrega una ubicación recomendada para cada materia prima que respeta la compatibilidad química entre sustancias, garantizando no solo el correcto almacenamiento, sino además, evitando que dos sustancias incompatibles estén cercas que en caso de contacto ya sea directo o por desprendimiento de vapores puedan generar nubes toxicas, reacciones exotérmicas a temperatura ambiente, reacciones violentas, intensas o explosivas o reacciones de polimerización que pueden volverse intensas y causar presurización.

Debido a que el almacenamiento en INVESA es del tipo caótico, es decir, de alta rotación y que el programa de inventarios implementado no utiliza como filtro la compatibilidad química para el almacenamiento, de un día para otro, las materias primas pueden estar en otras ubicaciones ajenas a la destinada para ellas y más grave aún, puede estar en una zona en donde pueden iniciar un accidente (es caso de presentarse una reacción) o agravarlo, un ejemplo práctico de esta situación, es el almacenamiento de materiales comburentes con inflamables que es caso de un incendio el material comburente puede intensificar las llamas. Por este motivo, se requiere realizar una inspección profunda dentro de las bodegas para evitar cualquier tipo de accidente, es aquí donde entra el segundo programa elaborado que permite desde el escritorio de los líderes del proceso y del personal encargado de recibo (Personal que recibió capacitación del uso del archivo computacional), detectar si se han realizado movimientos inadecuados que conllevaran a almacenar dos sustancias incompatibles cercanas, que fácilmente pueden ser el detonante para un accidente que involucra sustancias químicas.

Finalmente conocer la compatibilidad de una materia prima con todas las almacenadas dentro de la bodega debe ser un proceso ágil y rápido ya que una vez dentro de la empresa se debe almacenar lo antes posible y un almacenamiento mal realizado puede conllevar fácilmente a un accidente al tener en contacto dos sustancias químicas que pueden reaccionar conllevando a las situaciones antes mencionados, es por esta razón que el primer programa elaborado de codificar la información es gran importancia ya que se obtiene la información requerida en el

Conclusiones

- Realizar una base de datos con la información relevante de las hojas de seguridad, permite conocer que tan actualizada esta la información y extraer la evidencia en caso de justificar una incompatibilidad.
- El elaborar un programa que permite conocer la compatibilidad química de una sustancia con todas las referencias manejadas en la empresa, genera que el proceso de actualización de las matrices de las diferentes bodegas sea más rápido y ágil en comparación a como se realizaba anteriormente.
- La creación del programa que tiene como base el inventario de la bodega tiene como beneficio dar a conocer el estado actual de esta, en términos de compatibilidad química.
- La realización del programa etiquetado de sustancias químicas permite al operario conocer la zona donde debe almacenarse la materia prima dentro de la bodega y visualizar los pictogramas que lleva asociados.

Referencias Bibliográficas

- ARL SURA. (2015). Almacenamiento seguro de sustancias químicas. *Centro de Información de sustancias químicas, emergencias y medio ambiente – CISTEMA*, 8.
- Cameo chemiclases. (2020, 21 de julio). <https://cameochemicals.noaa.gov/search/simple/cas>
- European chemicals agency (ECHA). (2020, 21 de julio). <https://echa.europa.eu/es/home>
- German social accident insurance (GESTIS). (2020, 21 de julio). [http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestiseng:sdbeng\\$3.0](http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng$3.0)
- Mecalux. (2020, 04 de octubre). *El layout del almacén*. <https://www.mecalux.com.co/manual-almacenaje/disenio-de-almacenes/layout-almacen>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2005). *Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos*. 167.
- Ministerio de trabajo. (2018). *Decreto número 1496 por el cual se adopta el Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos*.
- Naciones unidas. (2017). *Sistema globalmente armonizado de clasificación Y etiquetado de productos químicos (SGA): Vol. Rev. 7*.
- Organización internacional de trabajo. (1990). *Convenio 170 de la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo*.