



Cuarta Edición

Hidrocarburos

Manejo seguro

Raúl Felipe Trujillo Mejía

ECOE EDICIONES



Raúl Felipe Trujillo mejía

Nació en la ciudad de Medellín. Es Administrador de Empresas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, con posgrado en Alta gerencia petrolera, de la Universidad Eafit y en la Universidad de Texas A&M donde fortaleció sus conocimientos en ingeniería de control del fuego.

Ejerció el cargo de director de Seguridad Ocupacional en los sistemas de transporte en la Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, durante 12 años, lugar en donde trabajó por 25 años.

Gestor de Inteseg, entidad de estudios de posgrado de Seguridad y Salud Ocupacional en las universidades Javeriana y Militar. También ha sido docente en la Universidad de América, Universidad del Bosque, Universidad Militar Nueva Granada, Universidad Javeriana y la Autónoma de Manizales.

Fue cogestor de la creación de la Organización Latinoamericana de Protección Contra Incendios OLAPCI, como representante del Consejo Colombiano de Seguridad y en asociación con la NFPA de los Estados Unidos, y secretario general del congreso de seguridad ocupacional organizado por la Alaseht y con sede en Colombia.

Se ha desempeñado como presidente del consejo técnico del Consejo Colombiano de Seguridad y del Comité Nacional de Seguridad de la Industria Petrolera. En 1986 fue asesor de la presidencia de la República para seguridad ocupacional en el proyecto Malpelo. El Consejo Colombiano de Seguridad lo condecoró con la medalla a los forjadores de la seguridad en el año de 1988.

Ha escrito los libros titulados;
Manejo Seguro de Hidrocarburos
Temas de seguridad industrial para especialistas
Manejo seguro de líquidos y gases
Transportes seguros de hidrocarburos por carretera
Manejo seguro de los crudos de Castilla
Seguridad Ocupacional
El fuego de la mitología a la ingeniería.

HIDROCARBUROS

MANEJO SEGURO

CUARTA EDICIÓN

RAÚL FELIPE TRUJILLO MEJÍA

Tabla de contenido

Sobre el autor.....	XIII
Presentación.....	XV
Capítulo 1	
GENERALIDADES.....	1
1.1 Manejo seguro de hidrocarburos	3
1.2 Los primeros días del petróleo	3
1.3 Origen del petróleo.....	4
1.4 Historia moderna	5
1.5 El petróleo en Colombia	6
1.6 El Ecopetrol del siglo veintiuno	10
1.7 Actividades de la industria petrolera.....	11
Cuestionario	17
Capítulo 2	
CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS	
COMERCIALES DERIVADOS DE LOS HIDROCARBUROS	19
2.1 Presentación.....	21
2.2 Gasolina motor regular	21
2.3 Gasolina motor extra	23
2.4 Gasolina aviación 100-130	24
2.5 Turbosina Jet A	25
2.6 Gas natural	27
2.7 Gas licuado del petróleo GLP	28
2.8 Queroseno	29
2.9 Bencina industrial	30
2.10 ACPM o diesel	31
2.11 Combustóleo	32
2.12 Disolventes alifáticos: hexano.....	33
2.13 Benceno	34
2.14 Tolueno	35
2.15 Xilenos mezclados	36

2.16	Ortoxileno	37
2.17	Ciclohexano	38
2.18	Bases lubricantes	39
2.19	Ceras parafínicas	41
2.20	Asfaltos	43
2.21	Asfaltos líquidos MC-70 y RC-250	44
2.22	Polietileno de baja densidad	45
2.23	Crudo de Castilla	46
2.24	Azufre petroquímico	47
	Cuestionario	49

Capítulo 3

LA TOXICOLOGÍA EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO 51

3.1	Presentación	53
3.2	Asfalto	53
3.3	Azufre	54
3.4	Benceno.....	55
3.5	Butano.....	56
3.6	Ciclo hexano	57
3.7	Etano.....	57
3.8	Etileno	58
3.9	Gasolina motor	59
3.10	Mercaptanos.....	60
3.11	Metano, gas natural.....	61
3.12	Monóxido de carbono	61
3.13	Pentano.....	63
3.14	Propano	64
3.15	Propileno.....	64
3.16	Queroseno.....	65
3.17	Tetraetilo de plomo.....	66
3.18	Tolueno	67
3.19	Xileno	68
	Cuestionario	69

Capítulo 4

ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD EN LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS..... 71

4.1	Presentación	73
4.2	Accidentes con hidrocarburos líquidos en Colombia.....	74
4.3	Accidentes con gases de hidrocarburos en Colombia.....	80
4.4	Atentados contra oleoductos y poliductos en Colombia	85
4.5	Accidentes con presencia de monóxido de carbono en Colombia	87
4.6	Contaminación de aguas con hidrocarburos en Colombia	88
4.7	Accidentes en plantas y sistemas con hidrocarburos en el mundo.....	89

4.8	Accidentes con gases de hidrocarburos en el mundo.....	93
4.9	Accidentes en aguas y con hidrocarburos en el mundo.....	96
4.10	El bleve y la accidentalidad en el mundo.....	99
	Cuestionario.....	100

Capítulo 5

	TECNOLOGÍA BÁSICA DEL FUEGO.....	103
5.1	Presentación.....	105
5.2	Mitología e historia del fuego.....	105
5.3	Naturaleza y constitución del fuego.....	114
5.4	Teoría pirámide o tetraedro del fuego.....	115
5.5	Factores que influyen en la producción del fuego.....	116
5.6	Fuentes de ignición.....	119
5.7	Clasificación del fuego.....	120
	Cuestionario.....	125

Capítulo 6

	CONTROL Y EXTINCIÓN DEL FUEGO.....	127
6.1	Presentación.....	129
6.2	Métodos de control y extinción.....	130
6.3	Formas básicas de extinción.....	131
6.4	Agentes y elementos extintores.....	132
6.5	Distribución y señalización.....	138
6.6	Color de los equipos y sistemas.....	139
6.7	Inspección de los equipos y sistemas contra incendios.....	140
6.8	Uso correcto de los extintores.....	141
6.9	Las mangueras para control y extinción del fuego.....	142
6.10	Control de los incendios en tanques de almacenamiento para líquidos inflamables y combustibles.....	144
6.11	Control de incendios de los gases inflamables.....	151
6.12	Avances en la ingeniería de incendios.....	155
6.13	Normalización.....	157
	Cuestionario.....	160

Capítulo 7

	MANEJO SEGURO DE LOS GASES.....	163
7.1	Presentación.....	165
7.2	Clasificación de los gases.....	165
7.3	Riesgos básicos de los gases.....	167
7.4	Almacenamiento de los gases.....	170
7.5	Control de emergencia con gases.....	172
7.6	Características básicas de algunos gases.....	174
7.7	Noticias sobre accidentes con gases y vapores.....	183
7.8	Legislación y normalización sobre los gases.....	184
7.9	Hojas técnicas para gases.....	186

7.10 El gas natural en Colombia	188
Cuestionario	197

Capítulo 8

PERMISOS DE TRABAJO	199
8.1 Presentación	201
8.2 Permisos de trabajo en frío.....	202
8.3 Permisos de trabajo en caliente.....	204
8.4 Permisos para trabajos eléctricos.....	206
8.5 Permisos para excavaciones.....	207
8.6 Otros permisos de trabajo.....	207
8.7 Responsabilidades sobre los permisos de trabajo	208
Cuestionario.....	209

Capítulo 9

INSPECCIONES EN EL TRABAJO	211
9.1 Presentación.....	213
9.2 Necesidad y beneficio de las inspecciones.....	213
9.3 Clases de inspecciones.....	216
9.4 Las inspecciones generales.....	217
9.5 Informes de las inspecciones.....	219
Cuestionario.....	221

Capítulo 10

LA ELECTRICIDAD EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO	223
10.1 Presentación.....	225
10.2 Manejo seguro de la electricidad.....	226
10.3 Clasificación de áreas eléctricas.....	228
10.4 Manual de prevención de accidentes para operaciones industriales	231
10.5 Clasificación de los lugares según el riesgo.....	232
10.6 Código Nema para un trabajo seguro	235
10.7 Seguridad eléctrica en áreas de tanques o depósitos	237
Cuestionario.....	244

Capítulo 11

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE BIENES.....	247
11.1 Presentación.....	249
11.2 Prevención de lesiones.....	249
11.3 Levantamiento de cargas.....	251
11.4 Accesorios para la manipulación.....	253
11.5 Almacenamiento y recibo de materiales.....	255
11.6 Protección personal.....	261
11.7 Protección contraincendio.....	261
11.8 Identificación y rotulado.....	262
Cuestionario.....	266

Capítulo 12	
BASES DE PLANEACIÓN Y DISEÑO	269
12.1 Presentación	271
12.2 Planeación y diseño de una instalación.....	271
12.3 Protección catódica	279
12.4 Protección contra incendios.....	281
12.5 Control de incendios en tanques de hidrocarburos	287
12.6 Distancia mínima entre instalaciones y tanques	298
Cuestionario.....	301
Capítulo 13	
MITOS Y LEYENDAS TÉCNICAS EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO.....	303
13.1 Presentación	305
13.2 Herramientas productoras de chispas.....	305
13.3 Riesgos de incendio por una linterna ordinaria	308
13.4 El color amarillo limón, correcto para los equipos contra incendios	311
13.5 Inyección de espuma por la base.....	313
13.6 La borra y sedimentos de los tanques	314
13.7 Los atrapallamas	314
Cuestionario.....	315
Capítulo 14	
TERMINOLOGÍA GENERAL EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO	317
14.1 Presentación	319
14.2 Terminología.....	319
Cuestionario.....	323
Capítulo 15	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	325
15.1 Presentación	327
15.2 Mi criterio sobre este tema.....	328
15.3 Protección personal.....	330
15.4 Normalización.....	336
Cuestionario.....	337
Capítulo 16	
GUÍAS PARA EVALUAR PROGRAMAS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL.....	339
16.1 Presentación	341
16.2 Guía para evaluar programas.....	342
Capítulo 17	
LEGISLACIÓN Y NORMALIZACIÓN ESTATAL	
BÁSICA SOBRE HIDROCARBUROS	347
17.1 Presentación	349
17.2 Constitución Política de Colombia	349

17.3 Leyes, Decretos y Regulaciones sobre hidrocarburos	350
Cuestionario	364

Capítulo 18

LOS ACCIDENTES DE TRABAJO Y SUS ESTADÍSTICAS	367
18.1 Presentación	369
18.2 Definiciones y fórmulas.....	369
18.3 Investigación y registro de los accidentes	376
Cuestionario	379

Capítulo 19

EL CONTROL TOTAL DE PÉRDIDAS: UN LENGUAJE GERENCIAL	381
19.1 Presentación	383
19.2 Áreas del control total de pérdidas.....	384
19.3 Proporción de los accidentes.....	384
19.4 Causas de los accidentes	385
19.5 Costos de los accidentes	387
19.6 Legislación colombiana y los beneficios económicos	389
19.7 La seguridad ocupacional como inversión	391
Cuestionario	392

Capítulo 20

FÓRMULAS, TABLAS Y ELEMENTOS DE CÁLCULO	395
20.1 Presentación	397
20.2 Fórmulas y tablas	397

BIBLIOGRAFÍA	403
---------------------------	------------

Presentación

En el mundo moderno el petróleo se ha convertido en motor de progreso, desarrollo y riqueza, causando guerras, determinando victorias o derrotas, y haciendo a los países ricos o pobres, de acuerdo con su abundancia o escasez.

Sin embargo, su explotación y el uso de sus productos y derivados, ha generado enormes y descomunales riesgos para la vida, la salud, la integridad física y la seguridad tanto de los trabajadores en sus faenas de producción, como a los usuarios en su utilización.

La naturaleza nos entrega las riquezas de sus entrañas, pero ha exigido de los científicos, profesionales y directores de seguridad, estudiar sistemáticamente los incontables riesgos que esta industria engendra, y desarrollar meticulosos procedimientos y tecnologías, para evitar los accidentes de trabajo, las lesiones y los incendios. En Colombia, por ejemplo, es necesario destacar el influjo que éstas técnicas han tenido en la promoción de la Seguridad Ocupacional.

El especialista Raúl Felipe Trujillo Mejía, un profesional idóneo, estudioso, y con una valiosísima experiencia lograda durante muchos años laborando en Ecopetrol, se propuso elaborar este libro "Hidrocarburos. Manejo seguro", el cual coloca a disposición de la industria, las empresas promotoras de seguridad, la docencia y en general para su divulgación, como un compendio concienzudo y detallado de conocimientos, normas y reglas, que evitarán muchos accidentes y desastres y mejorarán la productividad, las condiciones de trabajo y el deterioro del medio ambiente.

Trujillo se remonta a la prehistoria para desarrollar las teorías del origen, leyendas, y el influjo de éste recurso natural durante la colonización española y desembocar así en el capítulo "El petróleo en Colombia", donde ilustra al lector en forma didáctica sobre los aspectos geológicos, la exploración, producción, refinación, transporte y manejo de sus productos.

En forma particular y muy completa, trata el tema de los incendios y explosiones, que significan en esta industria un alto riesgo de catástrofes, y demanda grandes inversiones.

Dentro del capítulo sobre las especificaciones de los principales productos comerciales de los hidrocarburos, detalladamente se refiere al manejo seguro, la prevención de contaminación ambiental, tratamiento y primeros auxilios en casos de accidentes en el uso de los derivados, entre otros como gasolinas, gas natural, propano, queroseno, bencina, ACPM, disolventes, benceno, bases lubricantes, ceras parafínicas, asfalto, azufre, butano, etileno, propileno, etc.

Este libro, elaborado por un experto como es el ingeniero Trujillo Mejía, profesor universitario y asesor de empresas, viene a llenar un gran vacío para ilustrar, capacitar y orientar, no solamente la industria sino también para prevenir accidentes en el hogar y en múltiples actividades de la vida social.

Este magnífico libro: "Hidrocarburos. Manejo seguro", llega, por lo tanto con la mayor oportunidad para enriquecer nuestro conocimiento en la manipulación adecuada y segura de nuestro promisorio recurso: el petróleo.

Armando Devia Moncaleano

capítulo 1

Generalidades

1.1 Manejo seguro de hidrocarburos

“Todos tenemos algo que aprender de alguien, y todos tenemos algo que enseñarle a alguien todos los días”.

La frase anterior me la enseñó mi padre cuando iniciaba labores en la Empresa Colombiana de Petróleos, donde transcurrió una parte importante de mi vida laboral, y de la cual guardo los mejores y más gratificantes recuerdos, porque a ella le debo en gran parte lo que soy, lo que sé y lo que tengo; el trabajo realizado allí ha sido guía de mi desarrollo formal y profesional y me ha impulsado a escribir este libro, que espero, sea un aporte muy importante para la reducción de lesiones, daños, pérdidas humanas y de bienes en toda la comunidad, pero especialmente en aquellas empresas, actividades y trabajos cuya materia prima, fuente energética o razón de ser lo constituya el uso de los hidrocarburos y sus derivados.

Si bien es cierto que el desarrollo industrial visto desde cualquier ángulo está estrechamente ligado al petróleo y sus derivados, también lo es que en la actualidad hay una gran vinculación de éste con muchas explosiones, incendios, pérdidas humanas y económicas. Por eso esperamos que los conocimientos aquí transmitidos, sean un aporte básico para un mejor y más seguro uso de los hidrocarburos y sus derivados, en bien de la comunidad y que se convierta en material de consulta en el diseño, operación y mantenimiento seguro en la instalación de plantas de proceso, de almacenamiento y distribución, así como en la capacitación y el entrenamiento que se adelantan en las universidades, institutos y en todas las empresas.

En el control de pérdidas, accidentes y lesiones no debemos aprender por nuestra propia experiencia: este conocimiento es lesivo y de alto costo y si tenemos la posibilidad de aplicar lo experimentado por otros, ¡bienvenido sea!

1.2 Los primeros días del petróleo

El petróleo, oro negro, aceite de piedra o como se quiera llamar a esta espléndida fuente de energía de medios para el buen vivir, remonta su historia hasta la creación misma del planeta en que vivimos. La Biblia y los antiguos escritos de Grecia y la Babilonia, así como las historias mitológicas de nuestra cultura precolombina, hablan, en diferentes formas, sobre algo que manaba de la profundidad de la tierra y que utilizaban de muchas maneras.

En el Oriente y en las riveras del Mar Caspio y el hoy llamado Golfo Pérsico, cavaban con las manos pequeños pozos para extraer petróleo y convertirlo en combustible.

A la llegada de Gonzalo Jiménez de Quesada a Colombia, los aborígenes ya lo utilizaban, entre otras cosas, para maquillarse el cuerpo en ceremonias especiales, para

Otros textos de su interés

- Ingeniería de pavimentos, tomo 1,
Alfonso Montejo
- Ingeniería de pavimentos, tomo 2,
Alfonso Montejo
- **Hidrocarburos manejo seguro,**
Raúl Felipe Trujillo Mejía
- Riesgos físicos I - Ruido y vibraciones y presiones anormales, *Fernando Henao*
 - Riesgos físicos II - Iluminación,
Fernando Henao
 - Riesgos físicos III - Temperaturas extremas y ventilación, *Fernando Henao*
 - Riesgos químicos, *Fernando Henao*
- Salud ocupacional, *Francisco Álvarez H.*
- Seguridad industrial, *Andrés Giraldo*
 - Seguridad ocupacional,
Raúl Felipe Trujillo
- Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones, *Rafael Pérez Carmona*

Hidrocarburos

Manejo seguro



En el mundo moderno el petróleo se ha convertido en motor de progreso, desarrollo y riqueza y ha exigido de los científicos, profesionales y directores de seguridad un estudio sistemático de los incontables riesgos profesionales que su manejo genera para desarrollar meticulosos procedimientos y tecnologías dirigidas a evitar los accidentes de trabajo, las lesiones y los incendios.

El especialista Raúl Felipe Trujillo Mejía, a partir de una valiosísima experiencia lograda durante muchos años trabajando en Ecopetrol, se propuso elaborar el presente libro, Hidrocarburos. Manejo seguro, el cual pone a disposición de la industria, las empresas promotoras de la seguridad y la docencia como un compendio concienzudo y detallado de conocimientos, normas y reglas que evitarán muchos accidentes y desastres y mejorarán la productividad, las condiciones de trabajo y el deterioro del medio ambiente.

Este libro viene a llenar un gran vacío, no sólo para ilustrar, capacitar y orientar, sino para prevenir accidentes en el hogar y en múltiples actividades de la vida social. Este libro llega, por tanto, con la mayor oportunidad para enriquecer nuestro conocimiento en la manipulación adecuada y segura de nuestro promisorio recurso: el petróleo.

Colección: Ingeniería y arquitectura

Área: Ingeniería

ECOE
EDICIONES



www.ecoediciones.com

ISBN 978-958-648-672-9



9 789586 486729