

# QUEMADURAS EN TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

Vergara Cahiz, Hernando

## INTRODUCCION

La Empresa Colombiana de Petróleos -Ecopetrol- fue creada mediante la ley 165 de 1948 y el 25 de agosto de 1951 la Tropical Oil Company revirtió al Estado Colombiano.

Está formada por once (11) Distritos, distribuidos por todo el territorio nacional; y el Complejo Industrial de Barrancabermeja (CIB), es uno de los principales, donde se procesa y refina más del 60% de la gasolina y productos químicos para las necesidades del país. Para elaborar todos estos productos cuenta con numerosas plantas de refinación y petroquímica que utilizan compuestos químicos especiales así como calderas para vapor de agua y torres enfriadoras de agua industriales. Todo este complejo lo manejan personas altamente calificadas las 24 horas del día, quienes distribuyen sus labores en diferentes turnos, en una población de trabajadores que exclusivamente están en operaciones.

El Departamento de Seguridad Industrial mantiene una permanente política de prevención de accidentes, registrando sin embargo un promedio de 10 mensuales por quemaduras y por distintas causas. En la ubicación de las causas de esa accidentabilidad, de los factores intervinientes, las consecuencias en la salud de los trabajadores, las incapacidades que se producen y los resultados finales de los tratamientos, es donde radica la importancia de esta investigación en la que durante dos años consecutivos (1990-1991) logramos aglutinar suficiente información y presentar en forma clara y concisa.

## MATERIALES Y METODOS

Durante el período 1-I-1990 - 31-XII-91, fueron atendidos 128 trabajadores, que sufrieron diferentes accidentes por quemaduras químicas y calóricas en el CIB. Una vez comprobado el diagnóstico, se les tomaron fotografías y se procedió a realizar los primeros auxilios, en el Servicio de Urgencias de la Policlínica Ismael Darío Rincón.

De acuerdo a la magnitud de la quemadura y el tipo de sustancia que la produjo, se procedía a realizar la terapia respectiva y se definía si se requería o no la hospitalización. En la mitad del tratamiento y al final del mismo se tomaron otras fotografías de seguimiento, cerrando así el procedimiento completo en cada uno de los pacientes.

Los tratamientos ambulatorios se atendían en la sala de quemados en Servicio de Urgencias, y los hospitalizados en su respectiva sala de recuperación individual.

## RESULTADOS

De los 128 pacientes estudiados en los dos años de investigación, 90 correspondieron a quemaduras calóricas y 38 a quemaduras por productos químicos que se manejan en las plantas del CIB.

A excepción de las Cafeterías del Complejo, que en su mayoría son manejadas por mujeres, el resto de los procedimientos industriales que tienen que ver con la industria del petróleo, son manejados en su totalidad por hombres con un promedio de edad de 30 años (rango 20-40 años), entre personal de base y directivo.

Las quemaduras se clasificaron de 1<sup>er</sup> a 3<sup>er</sup> grado.

En relación con las quemaduras calóricas (90 casos), 54 correspondieron al 1<sup>er</sup> grado (60%); 27 al 2<sup>do</sup> grado (30%) y solamente 9 a quemaduras de 3<sup>er</sup> grado (10%).

De las quemaduras químicas (38 casos), 18 correspondieron a quemaduras de 1<sup>er</sup> grado (50%), 14 a quemaduras de 2<sup>do</sup> grado (35%) y 6 a quemaduras de 3<sup>er</sup> grado (15%).

Las partes más afectadas fueron las extremidades y la cara. Se hace excepción a las quemaduras eléctricas que se presentaron en cualquier parte del cuerpo. (Ver Cuadros 1 y 2).

Las causas de las quemaduras atendidas más comunes fueron: Por vapor de agua, agua caliente, ácido sulfúrico, soda cáustica, electricidad, catalizador, etileno líquido, explosión de gas, chispa de soldadura, petróleo crudo caliente, hidrógeno en alta presión, aceite caliente, candela de caldera, tubería de vapor, parafina caliente, línea de vapor, etc. (Ver Cuadro 3).

## COMENTARIOS

Las quemaduras químicas pueden producirse por ácidos y álcalis fuertes, fenoles, cresol, gas mostaza, lewiseta y fósforo. Estos agentes producen áreas de necrosis que pueden extenderse lentamente durante varias horas. Agentes químicos de estos tipos que se utilizan en el CIB son:

**Acido Fluorhídrico (HF):** Catalizador de la reacción de alquilación del tetrámero de propileno con benceno para producir alquil-benceno.

**Cuadro No. 1. Quemaduras calóricas y químicas en distintas partes del cuerpo. 1990.**

Localización	Quemaduras Calóricas		Localización	Quemaduras Químicas	
	No.	%		No.	%
Antebrazos	11	20.0	Ojos	8	44.4
Piernas	7	12.7	Múltiples partes	3	16.6
Pies	6	10.9	Antebrazos	2	11.1
Manos	4	7.2	Cara	1	5.5
Múltiples partes	4	7.2	Hombros	1	5.5
Cuello	3	5.4	Sistema Respiratorio	1	5.5
Cara	3	5.4	Muslos	1	5.5
Hombros	3	5.4	Piernas	1	5.5
Espalda	3	5.4			
Muslos	3	5.4			
Abdomen	2	3.6			
Tórax	1	1.8			
Brazos	1	1.8			
Muñecas	1	1.8			
Caderas	1	1.8			
Ojos	1	1.8			
Codo	1	1.8			
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100.0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100.0</b>

**TOTAL DE QUEMADURAS CALORICAS Y QUIMICAS: 73**

**Cuadro No. 2. Quemaduras calóricas y químicas en distintas partes del cuerpo. 1991.**

Localización	Quemaduras Calóricas		Localización	Quemaduras Químicas	
	No.	%		No.	%
Antebrazos	8	22.8	Ojos	6	30.0
Piernas	7	20.0	Piernas	3	15.0
Pies	5	14.2	Cara	2	10.0
Brazos	3	8.5	Antebrazos	2	10.0
Ojos	2	5.7	Caderas	2	10.0
Manos	2	5.7	Muslos	2	10.0
Múltiples partes	2	5.7	Múltiples partes	2	10.0
Cara	1	2.8	Espalda	1	5.0
Oídos	1	2.8			
Dedos de las manos	1	2.8			
Codo	1	2.8			
Caderas	1	2.8			
Rodillas	1	2.8			
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100.0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100.0</b>

**TOTAL DE QUEMADURAS CALORICAS Y QUIMICAS: 55**

**Cuadro No. 3. Quemaduras que se presentaron en el servicio de urgencias. 1990.**

Quemaduras Calóricas			Quemaduras Químicas		
Causa	No.	%	Causa	No.	%
Vapor de agua	17	30.9	Acido sulfúrico	7	38.8
Línea de vapor	15	27.2	Soda cáustica	3	16.6
Agua caliente	7	12.7	Catalizadores	3	16.6
Petróleo crudo caliente	4	7.2	Acido sulfhídrico	2	11.1
Chispas de soldadura	3	5.4	Etileno líquido	1	5.5
Explosión de gas	2	3.6	Hidrógeno alta presión	1	5.5
Arco eléctrico	2	3.6	Otros	1	5.6
Tinto caliente	1	1.8			
Sopa caliente	1	1.8			
Otros	3	5.4			
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100.0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100.0</b>

**Cuadro No. 4. Quemaduras que se presentaron en el servicio de urgencias. 1991.**

Quemaduras Calóricas			Quemaduras Químicas		
Causa	No.	%	Causa	No.	%
Vapor de agua	13	37.1	Acido sulfurico	6	30.0
Agua caliente	6	17.1	Acido sulfhidrico	5	25.0
Tubería de vapor	4	11.4	Soda cáustica	3	15.0
Asfalto caliente	3	8.5	Fenol	2	10.0
Arco eléctrico	2	5.7	Nalco 5197	2	10.0
Aceite caliente	2	5.7	Calizador MSD	1	5.0
Parafina caliente	2	5.7	Otros	1	5.0
Otros	3	8.5			
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100.0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100.0</b>

**Lugar y Número de accidentes por quemaduras. 1990**

Quemaduras Calóricas	No.	Quemaduras Químicas	No.
Cracking catalítico fluido	7	Cracking Modelo 4	2
CDU - Vacío	4	Oficinas públicas	2
Viscoreductora II	4	Causa de bombas	2
Calderas Central del Norte	3	Torres enfriadoras 801/820/880	1
Demex	3	Almacenamiento de productos	1
Cracking Orthoflow caliente	3	Demex	1
Patios intercambiadores	2	Grupo II - DCC	1
Hospital	2	Alquilación	1
Alquilación	2	Alquilato detergente Polim	1
Viscoreductora I	2	Amiena	1
UNIBON	2	Planta PTAR	1
Moldeadora I	2	Lienadero productos blancos	1
Etileno II fraccionamiento	1	UNIBON	1
Topping 2.000 vacío	1	Planta agua	1
Clubes y casinos	1	Sitios no contemplados	1
Poliuretano II	1		
Quemadero de basura	1		
Caldera UBAL	1		
Topping 250 vacío	1		
Aromáticos fraccionamiento	1		
Oficinas Dpto. de Proceso	1		
Topping 200	1		
Caseta de contraincendio	1		
UNIDAD 05	1		
Caseta Grupo V M/miento	1		
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

**Lugar y Número de accidentes por quemaduras. 1991**

Quemaduras Calóricas	No.	Quemaduras Químicas	No.
Cracking Orthoflow caliente	3	Planta PTAR	2
Clubes y casino	2	Alquilación	2
Topping 250 atmosférica	2	Planta ácido sulfúrico	2
Topping 250 vacío	2	Tanques de aromáticos	2
Poliuretano I	2	Carretera zona industrial	1
Cafeterías	1	Muelles	1
Escuela contraincendio	1	Casas de bombas	1
Casas de bombas	1	Topping 2100 atmosférica	1
Topping 200	1	Poliuretano I	1
Topping 2100	1	Alquilato detergente alquilación	1
Planta ácido sulfúrico	1	Parafina desalf.	1
Cracking modelo IV R	1	Fenol	1
Alquilato detergente	1	Torres enfriadoras	1
Parafinas desalf.	1	Planta de agua	1
Fenol	1	Equipo automotor	1
Moldeadora II	1	Hospital	1
Parafinas fenol	1		
Calderas foster	1		
Calderas 951/952	1		
Calderas Central de Norte	1		
Azufre UBAL	1		
Bancos de tubería UBAL	1		
Panta eléctrica	1		
Cuartos de control general	1		
Caseta Grupo I de Mto.	1		
Taller metalisteria	1		
Taller soldadura	1		
Patio intercambios	1		
Hospital	1		
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>TOTAL</b>	<b>80</b>

**Acido Clorhídrico (HCl):** En plantas de generación de vapor para limpieza química de calderas.

**Acido Nítrico (HNO<sub>3</sub>):** Neutralizante y reactivo en análisis de laboratorio.

**Acido Perclórico (HClO<sub>4</sub>):** Solvente en diferentes procesos industriales.

**Acido Ortofosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>):** Como catalizador en la reacción de polimerización del propileno para producir el polímero, que reacciona posteriormente con el benceno para producir los alquilbencenos (Planta de Alkilos).

**Acido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):** Se produce en la Planta de Acido Sulfúrico a partir de las corrientes H<sub>2</sub>S. Se utiliza como catalizador en la reacción de alquilación de las olefinas, en las parafinas para la obtención de alquilatos de aviación. También como neutralizante en sistemas de agua, plantas de agua y planta de tratamiento de aguas residuales.

**Gasolina:** Mezcla de hidrocarburos, inflamable, irritante, derivado del petróleo. Al hacer explosión produce intensas quemaduras.

**Petróleo Crudo:** Se almacena en tanques y posteriormente se envía a las unidades de destilación primaria para iniciar proceso de fraccionamiento.

**Potasa Cáustica (KOH):** Se utiliza en saponificación y en el laboratorio industrial.

**Queroseno:** Mezcla de hidrocarburos. Disolvente en procesos industriales.

**Acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>):** Labores de corte y soldadura por llama.

**Cloro (Cl<sub>2</sub>):** Se usa en el tratamiento del agua industrial y como esterilizante del agua potable.

**Benceno (Benzol - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>):** Se utiliza como materia prima en la producción de alquilbenceno y la obtención de ciclo hexano.

**Disulfuro de Carbono:** Disolvente de grasas e insecticida.

**Quemaduras Calóricas:** Una dermatitis de intensidad variable puede tener por causa la acción del calor excesivo sobre la piel; si este calor es extremo, pueden ser destruidos el tegumento y hasta los tejidos subyacentes. Los cambios originados en la piel por la acción del calor seco o por escaldaduras se clasifican en tres grados:

Una quemadura de **primer grado** de la piel provoca simplemente una congestión activa de los vasos sanguíneos superficiales, ocasionando un eritema, seguido más adelante por una descamación epidérmica -ordinariamente la quemadura solar es el ejemplo más común de este primer grado-. El dolor y el calor superficial aumentados pueden ser intensos, y no resulta raro que se produzca alguna reacción constitucional si el área comprometida es grande.

Cuando la quemadura es de **segundo grado** existe una transudación de suero desde los capilares, causante del edema de los tejidos superficiales. La acumulación de suero por debajo de la epidermis forma vesículas y ampollas. En estos dos primeros grados de quemadura el restablecimiento es completo, sin formación de cicatrices u otras imperfecciones.

Las quemaduras de **tercer grado** son de naturaleza grave, con pérdida real de tejido en todos los espesores de la piel y hasta el tejido subcutáneo. Los apéndices cutáneos también resultan destruidos, con lo que no queda epitelio disponible para la regeneración de la piel. Se produce una ulceración que al curarse deja cicatriz.

En las quemaduras de **cuarto grado** se produce una destrucción total de la piel y tejido subcutáneo junto a los tendones subyacentes. Tanto las quemaduras de tercer grado como las de cuarto grado requieren injertos para su reparación y lo mismo unas que otras van seguidas de síntomas constitucionales de gravedad variada, la cual depende del tamaño de la superficie interesada, de la profundidad de la quemadura y particularmente de la localización de la superficie quemada.

**Quemaduras Eléctricas:** Las quemaduras por arco eléctrico, pueden producirse cuando el sujeto se aproxima a un conductor de alta tensión, prendiéndose fuego en su ropa. El arco también puede inflamar los materiales que se encuentran en su proximidad.

Las quemaduras eléctricas propiamente dichas, por contacto directo, son debidas a la cantidad de calor desprendido por la corriente en el organismo; pueden asociarse con quemaduras externas por arco. No obstante, presentan unas características clínicas muy particulares, que no siempre son absolutas y consisten en la ausencia de dolor, y de tendencia a la supuración, y la gran profundidad de las lesiones, que son en general más importantes de lo que dejan suponer las lesiones superficiales. Se trata más de una necrosis eléctrica que de quemaduras, siendo frecuente que se acompañen de manifestaciones como fiebre, hipotensión y trastornos nerviosos.

La evolución espontánea de las quemaduras eléctricas es particularmente lenta, caracterizada por una fase inicial de escarificación, una fase estacionaria y luego una fase de eliminación, siendo en esta última cuando pueden producirse complicaciones graves de tipo vascular, una trombosis arterial y venosa, que pueden conducir a la gangrena o hemorragias masivas y exigir la amputación.

La fase de cicatrización es muy lenta, conduciendo clásicamente a la producción de cicatrices superficiales flexibles sin bordes ni adherencias profundas. Pero las lesiones profundas asociadas, tendinosas u óseas, tienen a menudo una cicatrización viciosa, con adherencias, retracciones y formación de queloides.

### Tratamientos de las Quemaduras

Durante el tiempo en que se realizó este seguimiento, se presentó un grupo de patologías producidas por quemaduras de diversas causas según se puede ver en el cuadro 3.

Sobre esta clase de patologías encontradas y que son las más comunes en urgencias, se hará el comentario de los tratamientos. Los procedimientos llevados en nuestro servicio se analizan de la siguiente manera:

El paciente al llegar al servicio de urgencias es recibido por una enfermera profesional que, una vez hecho el diagnóstico por el médico de turno, procede a aplicar los primeros auxilios -hay sitio o cuarto especial para tratar estos pacientes-.

En las quemaduras calóricas (vapor de agua, agua caliente y tubería caliente de vapor) se aplica agua fría en compresas, se dan analgésicos y se cubre la quemadura con apósitos de gasas impregnadas en nitrofurazona. Si hay ampollas o vesículas, se debridan y se hace el mismo procedimiento. Todo esto dependiendo del grado y extensión de la quemadura. Hay casos que se hospitalizan para mejor tratamiento. Se continúan controles diarios, con curaciones, lavándose con solución salina estéril y colocando nuevos apósitos. En la mayoría de los casos no se prescriben antibióticos.

Cuando las quemaduras son causadas por petróleo crudo caliente, se disuelve el crudo adherido a la piel con querosene y después se sigue el mismo procedimiento del tratamiento para quemaduras por agua caliente.

En el caso de chispas de soldadura, se evalúa la profundidad y extensión y se procede como en cualquier quemadura de 1<sup>er</sup> o 2<sup>do</sup> grado, igual a las de vapor de agua o agua caliente. Este mismo procedimiento podría aplicarse cuando las quemaduras son producidas por arco eléctrico (ver quemaduras eléctricas) en donde el médico tiene que hacer una evaluación más profunda, ya que de este buen criterio médico diagnóstico dependerá la evolución satisfactoria del paciente. En nuestro servicio se han presentado casos donde ha habido necesidad de cirugía estética posteriormente, debido a la magnitud de la quemadura.

**Quemaduras Químicas:** A pesar de que en el CIB se maneja un arsenal de compuestos químicos en la producción, refinación y actividades de la industria del petróleo, no es muy alto el índice de accidentes por quemaduras químicas, si tenemos en cuenta que en estos dos años sólo se detectaron 38 casos y los productos que ocasionaron esos accidentes fueron 8 de 14 químicos y 12 de Nalco, (vide intra) para un total aproximado de 26 productos.

Al recibir el paciente, este ya viene desde la misma planta de Refinería bañado y cambiado de ropa, con el fin de que el ácido no produzca más daño en la piel. Sin embargo, se le hace un nuevo baño con agua corriente en el baño especial que se tiene para estos casos. Después se procede en particular según producto químico que ha producido la lesión.

**1. Acido Fluorhídrico (HF):** Este producto es muy tóxico y violentamente corrosivo; en forma líquida o de vapor ataca la piel; la inhalación de vapores causa irritación de la garganta y paro respiratorio. La absorción produce ulceraciones y peligran el contacto con los ojos.

Deben existir duchas y lava ojos instalados en sitios accesibles en las áreas donde se maneja este producto. Los operadores del CIB conocen perfectamente la forma apropiada de actuar en caso de emergencia. Cuando el HF ha caído en los ojos, estos deben irrigarse con agua clara y limpia por quince minutos. Los párpados tienen que abrirse lo suficiente como para asegurar un buen contacto del agua con los tejidos afectados.

Los trabajadores que hayan estado en contacto con el HF requieren darse inmediatamente una ducha con agua y la ropa se debe quitar tan rápido como sea posible. Se lavan las áreas

afectadas con solución alcohólica helada de Hyamine 1622 en compresas húmedas, por 10 minutos, con intervalos de 1 - 4 horas. Debridar ampollas y aplicar crema de Nitrofurazona. Cortar las uñas contaminadas de manos y pies.

En algunos casos, tomar leche y administrar lactato de calcio, gluconato de calcio de 10 - 20 cc al 10% intravenosos.

**2. Acido Sulfúrico:** Uno de los mayores riesgos durante el manejo del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> está al ponerse en contacto con la piel ya que produce quemaduras graves, las cuales dependen de la extensión del contacto. Cuando este es repetido, a bajas concentraciones, causa inflamación de la piel; se debe tener especial cuidado en proteger los ojos, pues la destrucción del tejido es muy rápida y se puede perder la visión.

Profilácticamente se recomienda el uso de monogafas con visera facial, guantes largos de neopreno, delantal del mismo material y respirador para gases ácidos. Es necesario tener duchas de agua y fuentes de lavado de ojos cerca de donde se manipulan estos productos. La más importante ayuda que se le puede prestar a una persona quemada con ácidos es aplicarle abundante agua después de haberle quitado la ropa, y seguir en el servicio médico con los mismos procedimientos como para el ácido fluorhídrico (HF).

**3. Soda Cáustica (NaOH):** Es un álcali irritante y corrosivo. En forma sólida como en solución, según sea el grado de concentración en que encuentre, tiene alto poder corrosivo sobre cualquier parte del cuerpo humano, quemando sus tejidos con profundas ulceraciones. El contacto con soluciones muy diluidas tiene el mismo efecto. En forma de neblina o vapores también produce quemaduras.

Después del contacto de la piel con NaOH se debe lavar con abundante agua y se pueden aplicar tópicamente antibióticos y anestésicos -y seguir los demás procedimientos generales para quemaduras químicas-.

**4. Productos Nalcos:** Es una mezcla de diferentes sustancias numeradas: 937, 356, 752, 4019, 4356, 4750, 7220, 7234, que pueden causar quemaduras en la piel debidas a los diversos compuestos químicos utilizados en el CIB para varias operaciones en las calderas y los sistemas industriales de procesamiento de aguas.

El tratamiento especial es el mismo que se viene realizando con los anteriores compuestos químicos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Manejo de Productos Químicos y Toxicológicos, 1984, Departamento de Seguridad Industrial, Departamento de Servicio de Salud, Empresa Colombiana de Petróleos.
2. Archivos para el Tratamiento de Quemados en Urgencias, Departamento de Servicio de Salud, Ecopetrol-CIB, 1989.
3. Mas Gary R, Ripple, Predictive Criteria for Burns from Brief Thermal Exposures, *Occup Med* 1990; 32(3).
4. Mark Aftal, Mph, Medical Management of Hydrofluoric Acid Exposure, *J Occup Med* 1990; 32(8): 726-731.
5. Jacob E. Jones, Fatal Occupational Electrical Injuries in Virginia, *J Occup Med* 1991; 33(1): 57-63.
6. Shan P. Tsai, Morbidity Patterns Among Employees at a Petroleum Refinery, *J Occupa Med* 1991; 33(10): 1076-1080.