



Las herramientas manuales de acero al carbono pueden generar la ignición de una atmósfera explosiva

¿Mito o realidad?

Ing. Nicolás M. Mínguez

Consultor Internacional

Ing. Leandro Erthal

SMS Corp. Petrobras-Brasil



Introducción

Esta conferencia va dirigida a aquellos que trabajan en locales con presencia de Atmosferas Explosivas sean ellas provocadas por gases y vapores de líquidos inflamables, por polvos combustibles como aluminio, harinas de trigo, soja, maíz, fibras de madera, nylon o gran parte de los productos de mineración.

La mayoría de los trabajadores en campo precisan utilizar alguna herramienta en sus actividades y si se desarrolla en un local con presencia de Atmosfera Explosiva, el riesgo precisa ser bien analizado.

Sepa como seleccionar el tipo de herramienta adecuado.

Evite que personas desavisadas utilicen materiales inadecuados colocando en riesgo la operación.



Agenda

- riesgos de las Atmosferas Explosivas
- Fuentes de Ignición de una Atmosfera Explosiva
- las chispas generadas por el roce o impacto mecánico
- herramientas: alternativas
- ALERTA de la NFPA, como ha sido a lo largo de las décadas
- visión americana, internacional y de las petroleras
- los ensayos realizados
- los resultados sorprendentes
- conclusiones y recomendaciones



Riesgos de las Atmosferas Explosivas





Fuentes de Ignición de una Atmosfera Explosiva

Fuentes de Ignición puede ser:

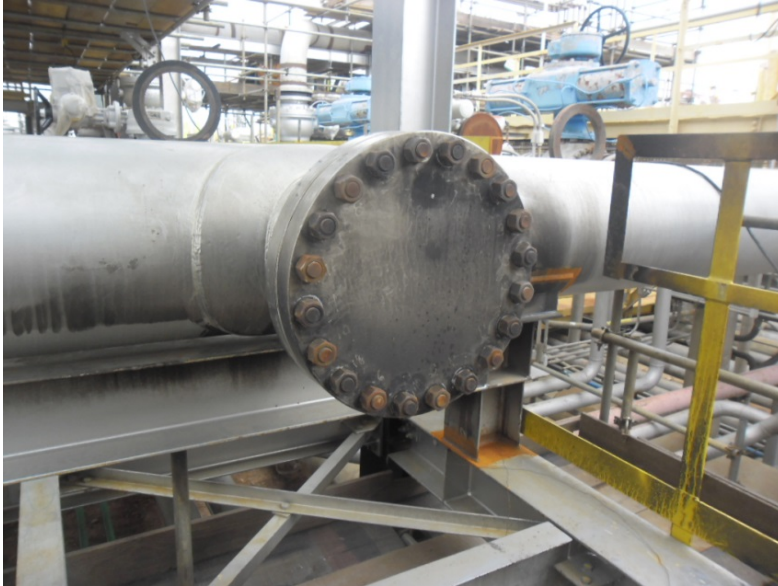
por **energía eléctrica** (arco, chispa eléctrica, estática, descarga atmosférica, etc.)

por **energía térmica** (chispa, soldadura, superficie caliente, roce, etc.) o,

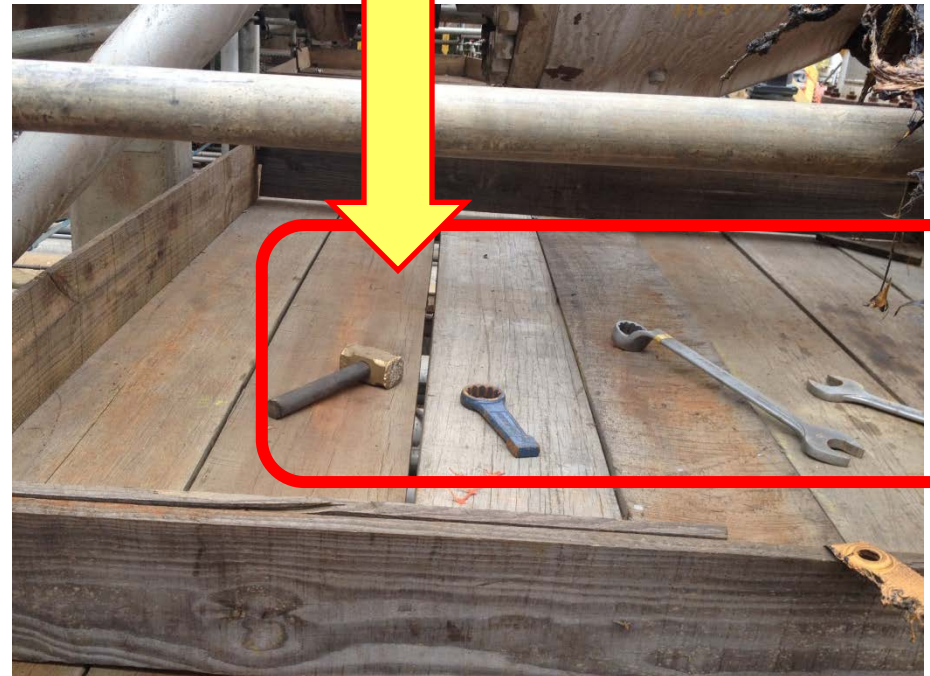
Una chispa puede ser generada por el roce entre dos superficies metálicas, como, por ej.: herramientas ferrosas



Herramientas : alternativas



Durante el Mantenimiento
debemos tener este cuidado
principalmente cuando se trata
de Atmosferas Explosivas



Como alternativas podemos
utilizar:

1) herramientas neumaticas,



Herramientas : alternativas

2) podemos utilizar herramientas de materiales no-ferrosos cobre,(son muy maleables), bronce o cobre-berilio !!!!

Muchos ensayos demostraron que las herramientas de cobre-berilio eran seguras,..... pero caras (7x)



Con dureza de 35-40 HRC y Resistencia a la tracción de 1.200 N/mm² la aleación de cobre-berilio es la mas recomendada y utilizada



ALERTA !!!!

El *"Fire Research Board Committee on Industrial Fires and Explosion"* del *Institute of Petroleum* emitió a sus asociados una alerta en 2010 para:

"A menos que... evidencias sean obtenidas para demostrar que el impacto de herramientas manuales de acero sean seguras, es recomendada la utilización de herramientas anti-chispa en las situaciones donde atmosferas explosivas sean inevitables."

Este alerta fue utilizado por el Comité Técnico que elabora la NFPA 30 para incluirlo en su texto

Y si buscamos evidencias?



Década del 30

- ✓ Los ingenieros de protección contra incendio, de la industria del petróleo, comenzaron a cuestionar la justificativa para recomendar la utilización de herramientas no-ferrosas especiales, en lugar de las herramientas comunes de acero, en sus operaciones.
- ✓ Los casos de incendio atribuibles a tales causas podían ser considerados despreciables.

Década del 40

- ✓ Una serie de ensayos realizados durante 15 años demostraba que era muy improbable que la ignición de los vapores de petróleo pudiese ser causada por chispas producidas por el contacto de acero con acero.



Década del 50

- ✓ El *Underwriters Laboratories Inc (UL)*, bajo el patrocinio del *American Petroleum Institute (API)*, realizó ensayos durante tres años.
- ✓ Concluyó que, mismo con aparatos mecánicos operando a altas velocidades y con elevadas presiones de contacto, es extremadamente difícil producir chisporroteo capaz de incendiar los vapores del petróleo.
- ✓ Como conclusión fue publicada la norma

API 2214:1956 – “Sparks from Hand Tools”

Pero no incluía el hidrogeno por no ser de uso habitual en esa época

Década del 60

- ✓ En el artículo titulado “The Relative Hazards in the Use of Ferrous and non Sparking Tools in the Petroleum Industry”, H.G.Riddlestone y A. Bartes incluyeron una revisión amplia de las informaciones publicadas hasta ese momento, pero el estudio no mostró cualquier nueva evidencia experimental.



Década del 70 y 80

✓ Fueron marcadas por accidentes industriales de gran magnitud, tales como:

✓ *Flixborough* (Inglaterra, 1974);

✓ *Beek* (Holanda, 1975);

✓ *Seveso* (Italia, 1976);

✓ *San Juanico* (México, 1984);

✓ *Cubatão* (Brasil, 1984);

✓ *Bhopal* (India, 1984);

✓ *Basel* (Suiza, 1986);

✓ *Pasadena* (USA, 1986); e

✓ *Chernobyl* (Ucrania, 1986).

✓ Los accidentes provocaron cambios significativos en las normas y procedimientos industriales y una **preocupación creciente** con la seguridad de los procesos.

P. B. MADAKSON del depto. Ing. Mecánica del King College, Londres, demostró que los ensayos de fricción de un determinado material depende también del sistema de ensayo. Muestras idénticas de un mismo material fueron distribuidas por diferentes laboratorios para medir la fricción bajo determinadas condiciones.

Cada laboratorio informó un valor diferente de la fricción utilizando diferentes sistemas de medición.



Década del 90 1994 - directiva ATEX

ANTES

Certificación de los equipos dedicados apenas a ser equipos eléctricos.

1994L0009 — EN — 20.11.2003 — 001.001 — 1

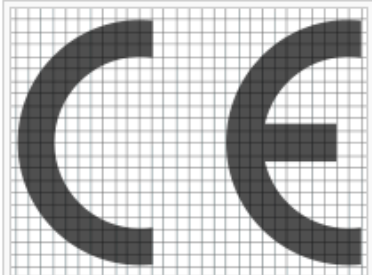
► B **DIRECTIVE 94/9/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL**
of 23 March 1994
on the approximation of the laws of the Member States concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres

1994

(OJ L 100, 19.4.1994, p. 1)

Article 1

1. This Directive applies to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres.



The CE mark which should be attached to EU certified equipment

DESPUES

Todas las fuentes de energía no-eléctricas también necesitan ser evaluadas.



Década del 90 :Registro de Accidentes

- Registro OSHA n° 124728437 (1996): ... El trabajador n° 1 estaba utilizando una llave del tipo Allen, causando una explosión.
- Registro OSHA n° 300965795 (1998): un trabajador en un proceso de limpieza de materiales en una línea de perforación con un martillo de metal. ..., una explosión ocurrió. El empleado falleció por la explosión del local.



Década del 2000

✓ Proyecto de la Comunidad Europea MECHEX (*Mechanical Ignition Hazards in Potentially Explosive Gas and Dust Atmospheres*), realizado en el laboratorio francés INERIS, para obtener una evaluación sobre el **riesgo de ignición mecánica** con el objetivo de subsidiar la correcta aplicación de las normas europeas (EN) e internacionales (ISO/IEC).

“Es bien conocido hace mas de un siglo, que los polvos combustibles suspendidos en el aire son responsables por parte de las explosiones, sin embargo para las explosiones de gases y vapores inflamables el conocimiento disponible y las prácticas parecen todavia contener una significativa parte de empirismo” C. PROUST - Ineris (2006)



2008 – IEC/ISO forman el sub-comité de estudio de sistemas no-eléctricos



INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TECHNICAL COMMITTEE NO. 31 – EQUIPMENT FOR EXPLOSIVE ATMOSPHERES

SUBCOMMITTEE 31M: NON-ELECTRICAL EQUIPMENT AND PROTECTIVE SYSTEMS FOR EXPLOSIVE ATMOSPHERES

IEC SC 31M
proposal for new work – preliminary thoughts



Octubre 2014 – edición de la norma ISO IEC 80079-36



31M/83/CDV

**COMMITTEE DRAFT FOR VOTE (CDV)
PROJET DE COMITÉ POUR VOTE (CDV)**

Project number Numéro de projet		ISO 80079-36/Ed1
IEC/TC or SC: SC 31M CEI/CE ou SC:		Secretariat / Secrétariat DIN
<input type="checkbox"/> Submitted for parallel voting in CENELEC <input type="checkbox"/> Soumis au vote parallèle au CENELEC	Date of circulation Date de diffusion 2014-07-18	Closing date for voting (Voting mandatory for P-members) Date de clôture du vote (Vote obligatoire pour les membres (P)) 2014-10-24
Also of interest to the following committees Intéresse également les comités suivants parallel vote in ISO and CEN/TC 305, not CENELEC		Supersedes document Remplace le document 31M/73//CD and 31M/76A/CC


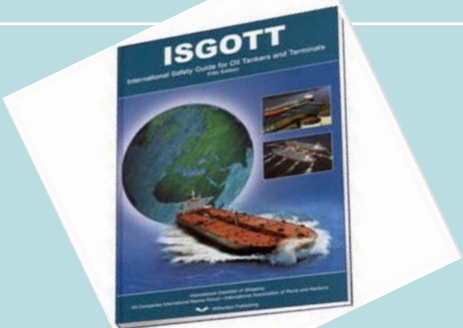


ABNT/CB-03
1° PROJETO 03:031.05-008 (ISO 80079-36)
MAR 2015

Atmosferas explosivas – Parte 36: Equipamentos não elétricos para atmosferas explosivas - Métodos e requisitos básicos



Visión Internacional

Institución	Recomendación
  <p>International Electrotechnical Commission</p>	<p>Límites de energía para impacto simple</p>
 <p>Health and Safety Executive</p>	<p>Utilizar herramientas que no provoquen chispas</p>
 <p>INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR HYDROGEN SAFETY</p>	<p>Utilizar herramientas que no provoquen chispas</p>
 <p>ISGOTT International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals</p>	<p>Utilizar herramientas de baja dureza</p>



Visión Internacional de ISO/IEC



Grupo de gás	Limites de energia para impactos simples	
	Metal não faiscante	Outros materiais
IIC	60 Nm	5 Nm (Hidrogênio) 3 Nm (Hidrocarbonetos incluindo acetileno)
IIB	125 Nm	10 Nm
IIA	125 Nm	20 Nm

NOTA Este critério não é aplicável aos gases combustíveis tais como sulfeto de carbono monóxido de carbono e óxido de etileno

Fuente: ISO IEC 80079-36 – tabla 4 - CDV



Visión Americana

En relación al riesgo de las herramientas manuales de acero al carbono ser una fuente de riesgo en locales con atmosferas explosivas.

Sin riesgo en ambiente de hidrocarbonetos

Con riesgo de ignición



National Fire Protection Association
The authority on fire, electrical, and building safety



UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR

OSHA



Approval Standard for Spark Resistant Tools



UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR
MSHA - Protecting Miners' Safety and Health



Canadian Centre for Occupational Health and Safety



United States Department of Transportation

STANFORD UNIVERSITY



THE UNIVERSITY OF CHICAGO



United States Environmental Protection Agency

University of South Carolina





Visión de las petroleras

Requisitos para utilización de "herramientas anti-chispa"

Establecen

No establecen





Visión de los Especialistas

Industrial & Engineering Chemistry

Research Article

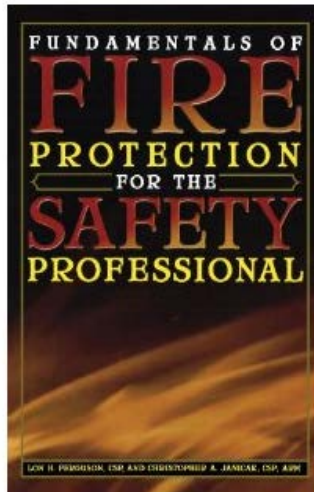
IGNITION OF GASES AND VAPORS

F. Powell

Ind. Eng. Chem., 1969, 61 (12), pp 29-37
DOI: 10.1021/ie50720a005
Publication Date: December 1969

First Page

Hi-Res PDF [1099 KB]



[Lon H. Ferguson](#) (Author),
[Christopher A. Janicak](#) (Author)

Journal of Loss Prevention in the Process Industries (2006)

Volume: 19, Issue: 2-3, Publisher: Elsevier, Pages: 104-120

ISSN: 09504230

DOI: 10.1016/j.jlp.2005.06.035

Department 3.7
Contact

Deutsche Version



Working Group 3.73 Physical Ignition Processes

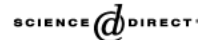
Mechanical ignition hazards in potentially explosive gas and dust atmospheres (MECHEX)



Hawksworth S., Rogers R., Proust, C., Beyer, M., Schenk, S., Gummer, J., Raveau, D.: Mechanical Ignition Hazards in Potentially Explosive Atmospheres - EC Project MECHEX. In: Int. ESMG Symp. On Process Safety and Industrial Explosion Protection, Nürnberg, 2004



Available online at www.sciencedirect.com



Journal of
**Loss
Prevention**
in the process industries

Journal of Loss Prevention in the Process Industries 19 (2006) 104–120 www.elsevier.com/locate/jlp

A few fundamental aspects about ignition
and flame propagation in dust clouds Ch. Proust*

Nonsparking tools: A misnomer

Process Safety Progress

Volume 23, Issue 1, pages
62–64, March 2004

Himanshu
Shekhar

30 MAR 2004



DOI: 10.1002/prs.10006

Copyright © 2004 American Institute of
Chemical Engineers (AIChE)



National Fire Protection Association

1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471
Phone: 617-770-3000 • Fax: 617-770-0700 • www.nfpa.org

MEMORANDUM

TO: NFPA Technical Committee on Operations
DATE: October 25, 2010
SUBJECT: NFPA 30 ROC TC Letter Ballot (A2011)

Submitter: Mindy Wang, Ampco Safety Tools
Comment on Proposal No: 30-148
Recommendation: To add new text to read as follows:
19.5.7.5* Friction Heat or Sparks from Mechanical Equipment.



J.T. Oden, J.A.C. Martins



BASTA !! - Vamos a buscar **EVIDENCIAS**

OBJETIVAS - Materiales para el ensayo

- ✓ Herramientas comerciales nuevas de acero al carbono;
- ✓ Herramientas de acero al carbono desgastadas por el uso



	1,0 Kg	2,0 Kg	3,0 kg	4,0 Kg	5,0 Kg
Fe	99,14	97,98	98,82	97,98	99,68
Pb	0,22	1,04	0,14	1,04	0,05
Mg	0,18	0,25	0,80	0,25	0,26
Ti	0,46	0,73	0,24	0,73	





Materiales para el ensayo

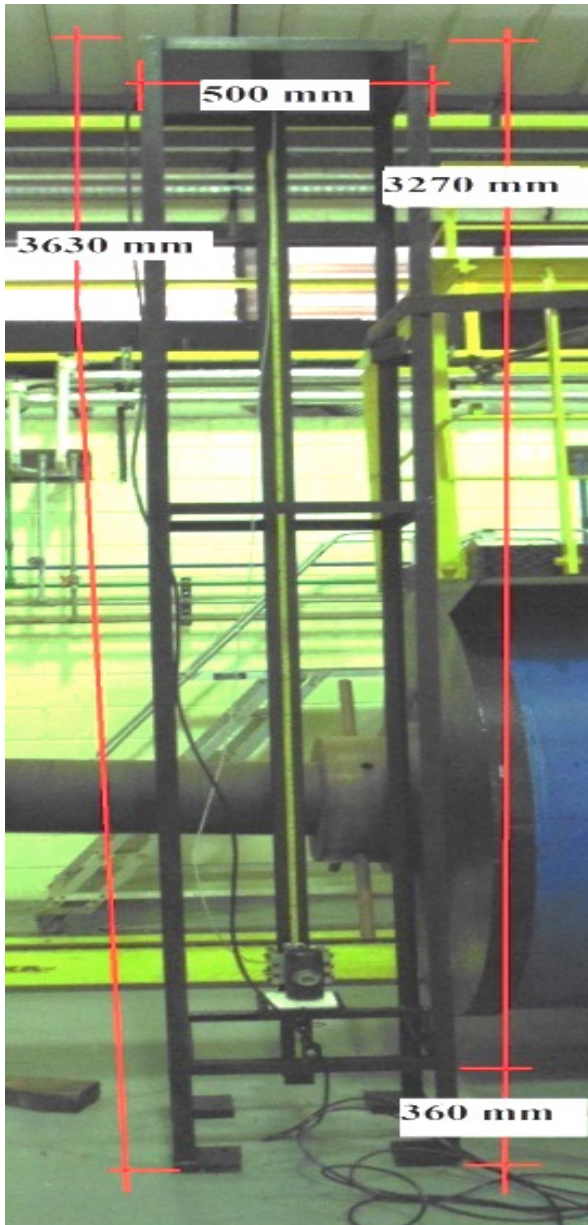
✓ Materiales de las placas de impacto

Alumínio entera Al-356	Alumínio Bipartida Al-356	Acero inoxidable 304	Acero carbono entera (1)	Acero carbono entera (2)	Acero carbono bipartida
Al- 99,54	Al- 99,50				
Zr - 0,01	Zr - 0,01				
Fe - 0,47	Fe - 0,48	Fe – 69,85	Fe – 99,76	Fe – 99,07	Fe – 99,07
		Cr – 16,62			
		Ni – 10,15			
		Mo – 1,74			
		Mn – 1,37	Mn - 0,24	Mn - 0,48	Mn - 0,48
		Cu – 0,27			



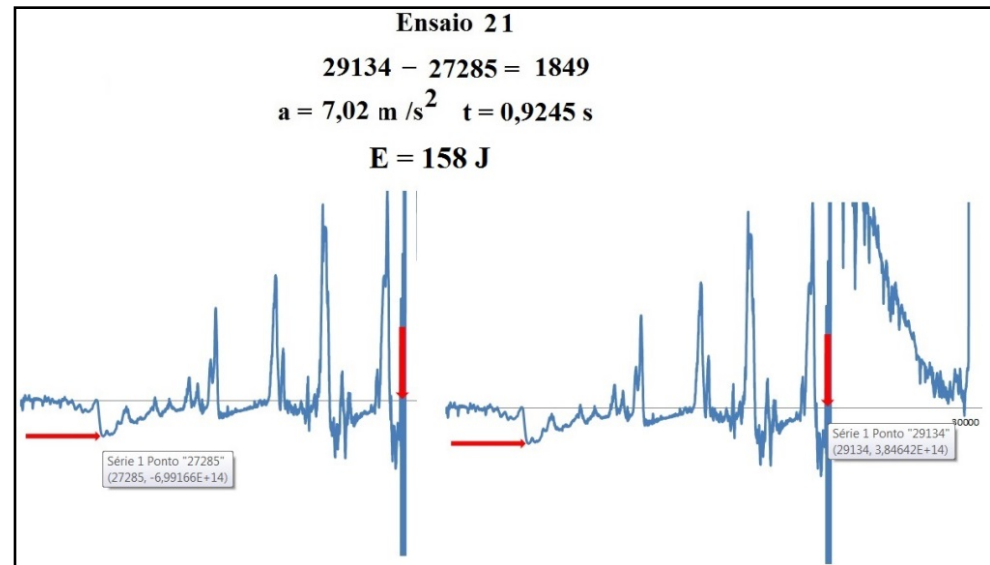
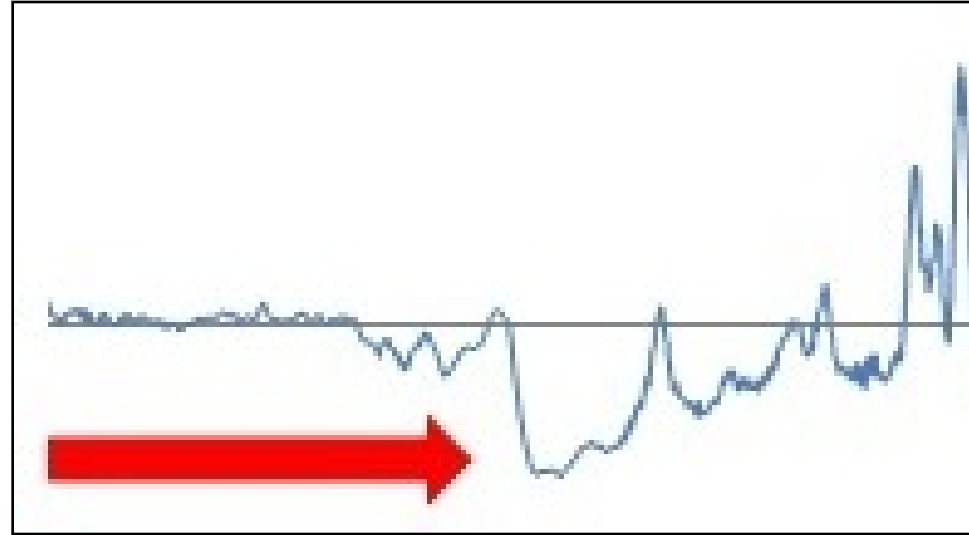
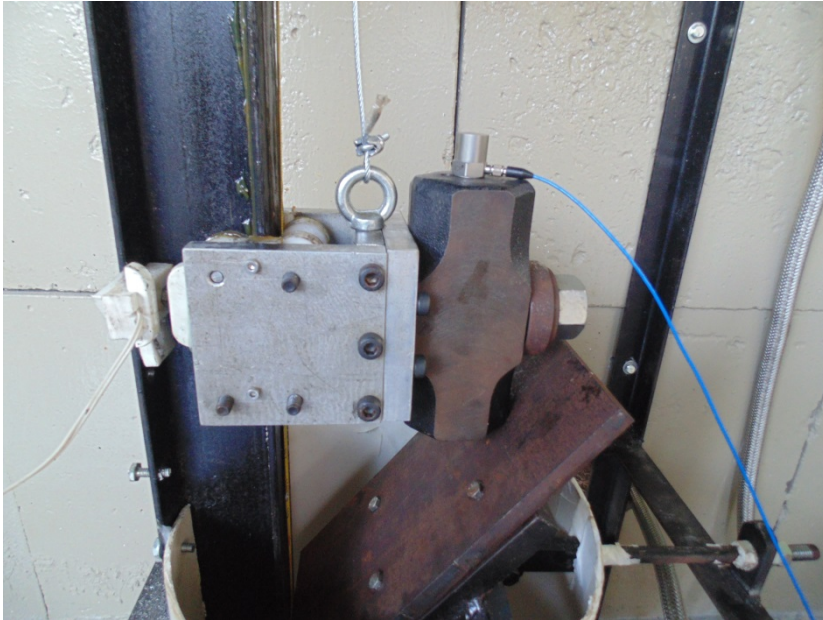
Procedimiento experimental

- ✓ Ensayos mecánicos preliminares, en atmosfera limpia, realizados en un laboratorio de um centro de investigación de la indústriá del petroleo y complementados en el Centro de Investigaciones Eléctricas del gobierno brasileño – CEPEL





Ensayo para cálculo de la energía del impacto





Evaluación del riesgo por ensayo

N° del ensayo	Horario	<ul style="list-style-type: none">Material de la placaMartillo tratado	N° de impactos	Mezcla final (%)	Tiempo de ensayo	Presión Temp. amb. Humedad	Result.
Martillo nuevo tratado							
1	11h16	Acero carbono bipartido	6	21,3	2:43,85	1011,2 mbar 29,32 ° C 67,48 %RH	Sin Ignición
2	11h23	Acero carbono bipartido	6	21,5	2:47,11	1011,2 mbar 29,32 ° C 67,48 %RH	Sin Ignición
3	11h37	Acero carbono bipartido	6	21,5	2:48,60	1011,2 mbar 29,32 ° C 67,48 %RH	Sin Ignición

Martillo desgastado							
1	14h15	Acero carbono bipartido	4	21,5	1:44,30	1009,5 mbar 34,06 ° C 48,49 %RH	Sin Ignición
2	14h25	Acero carbono bipartido	7	21,2	3:12,83	1009,5 mbar 34,06 ° C 48,49 %RH	Sin Ignición
3	11h33	Acero carbono bipartido	7	21,7	3:19,58	1009,5 mbar 34,06 ° C 48,49 %RH	Sin Ignición



Conclusiones y Recomendaciones

1) La norma API RP 2214 está correcta. Con base en los resultados obtenidos es recomendable que sea revisada y actualizada para incluir ambientes con hidrógeno;



2) La legislación americana estudiada necesita ser revisada;



3) El Instituto de Petróleo del Reino Unido necesita revisar su recomendación

4) Las empresas de petróleo y gas necesitan revisar sus orientaciones de seguridad y hojas de seguridad de productos químicos (MSDS)



5) La norma "ISO 80079: Atmosferas explosivas – Parte 36: Equipos no eléctricos para atmosferas explosivas – Métodos y requisitos básicos" necesita incluir una nota en relación a las energías constantes en las tablas 4 a 6 del ítem 6.4.2.1;



Conclusiones y Recomendaciones

6) La ISO/IEC necesita profundizar los resultados de esta tesis buscando identificar cuales son los valores que deben constar de las tablas 4 a 6 del ítem 6.4.2.1 de la ISO/IEC 80079-36



7) Las áreas de formación técnica necesitan alterar las informaciones dadas a sus alumnos sobre la real necesidad de utilización de herramientas manuales anti-chispa en actividades de la industria del petróleo y gas



8) Otras industrias pueden utilizar estos resultados para la especificación de seguridad adecuada en relación a la utilización de herramientas manuales;

9) Las áreas de mantenimiento e inspección de las empresas deben adoptar otros procedimientos para la apertura de equipos, incluyendo las herramientas manuales de acero al carbono;

10) Herramientas manuales de acero al carbono no representan riesgo para las operaciones de la industria de petróleo y gas en ambientes de áreas clasificadas. Para los niveles de energía y materiales ensayados no existen parámetros de limitación para impactos entre metal contra metal;



preguntas ?

Muchas gracias por su atención

Nicolás Mínguez

cenbasdobrasil@msn.com

cel.: +55 21 99985-5416

*... y recuerden que en Rio de Janeiro no sólo el Cristo Redentor
estará siempre de brazos abiertos !!!*