



# REACONDICIONAMIENTO DEL PROCESO DE SOLDADURA EN LA FÁBRICA DE TANQUES DE TRANSFORMADORES

Ing. Benito Díaz Aroche  
Téc. María F. Izquierdo O'Farrill

## Resumen / Abstract

Se presenta una aplicación del método de análisis de criticidad en efectos y modos de fallos, para evaluar cualitativa y cuantitativamente el control del proceso de soldadura y la incidencia de la tecnología, en diferentes momentos y en la eliminación de los defectos típicos.

**Palabras claves:** soldadura, proceso de soldadura, modo de fallo.

*An application of the method of criticality analysis is presented in effects and ways of shortcomings, to evaluate qualitative and quantitatively the control of the welding process and the incidence of the technology, in different moments and in the elimination of the typical defects*

**Key words:** *welding, welding process, failure mode*

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de duplicar la producción de tanques de transformadores para el año 2004 hace necesario establecer estrategias que permitan preservar los parámetros de calidad del proceso de fabricación de tanques de transformadores, en ese contexto la nueva carga de trabajo incidirá en el proceso de soldadura, para lo cual este método de análisis permite establecer medidas correctoras.

Para poder medir la incidencia de los fallos es necesario en primer orden identificar el proceso a partir de sus características técnicas.

## DESARROLLO

La estadística de los fallos, la introducción de nuevos equipamientos tecnológicos y la implementación en un inicio de un sistema de gestión de calidad permiten la introducción de la herramienta (*Análisis de criticidad de modo de fallo*). Este método permite aislar e identificar el comportamiento del proceso de soldadura dentro del proceso de fabricación de tanques.

PROCESO	MAQUINA			ELECTRODO	METAL	MEZCLA
	FACTOR DE MARCHA				BASE	
MIG - MAG		I (A)	U (volt)	ER 70 S- 6	Ac A366	Ar80% +
	40%	300	27			
	60%	212	25			
	100%	164	22	AWS	AISI	CO <sub>2</sub> 20%

## METODOLOGÍA

La aplicación de esta herramienta estadística es decir; análisis de criticidad en efectos y modo de fallos consiste en calcular el producto de la probabilidad del efecto por la probabilidad de la pérdida del control por el porcentaje de contribución. A esto se le denomina *Criticidad*.

donde:

$$N_o = Pba$$

**P:** Probabilidades del Efecto

**b:** Probabilidad de Perdida del control

**a:** Porcentaje de contribución

## CRITICIDAD

Este concepto significa la incidencia que tiene el efecto en el control del proceso y este a su vez en el modo de fallo, lo cual se representa a continuación

Se considera como *modo de fallo* el nivel de pérdida de control del proceso y como *efecto* los defectos típicos de la soldadura. Para cuantificar estos factores se realizaron los siguientes pasos:

- 1.- Se tomaron dos muestras de 100 tanques de transformadores en diferentes momentos.
- 2.- Se definieron los efectos y sus causas que se relacionan en la tabla 2.

3.- Se cuantificó la probabilidad del control del proceso a partir de la relación entre los efectos y sus causas según tabla 3.

4.- Se cuantificó la probabilidad de los efectos según el porcentaje en cada muestra lo cual aparece en tablas 4 y 5.

5.- Se calculó el porcentaje de contribución según el porcentaje de los productos en el total de la suma (probabilidad de efecto por pérdida de control).

6.- Se calculó el número de criticidad de los efectos y del modo de fallo.

El análisis de las características del proceso permiten poder establecer una relación entre los efectos o fallos y sus causas lo cual se presenta a continuación en la tabla siguiente:

#### MATRIZ EFECTO – CAUSA

Tabla 2

<b>EFECTO</b>	<b>CAUSA</b>
<b>SALPICADURA</b>	<b>Arco inestable</b>
	<b>Corriente de aire</b>
	<b>Voltaje de ruptura</b>
<b>HERMETICIDAD</b>	<b>Penetración defectuosa</b>
	<b>Perforación</b>
	<b>Exceso de corriente</b>
<b>CRATERES</b>	<b>Arco inestable</b>
<b>SOBRESPEJOR</b>	<b>Puntos exteriores</b>
<b>POSICIONAMIENTO</b>	<b>Dispositivos</b>
<b>CONTINUIDAD</b>	<b>Sobrecarga</b>
	<b>Condiciones de Trabajos</b>

## POSICIONAMIENTO

Efecto que representa el grado de perfección de la posición de los accesorios en el tanque.

### Continuidad

Efecto que representa el grado de perfección de la continuidad del cordón (sin empate).

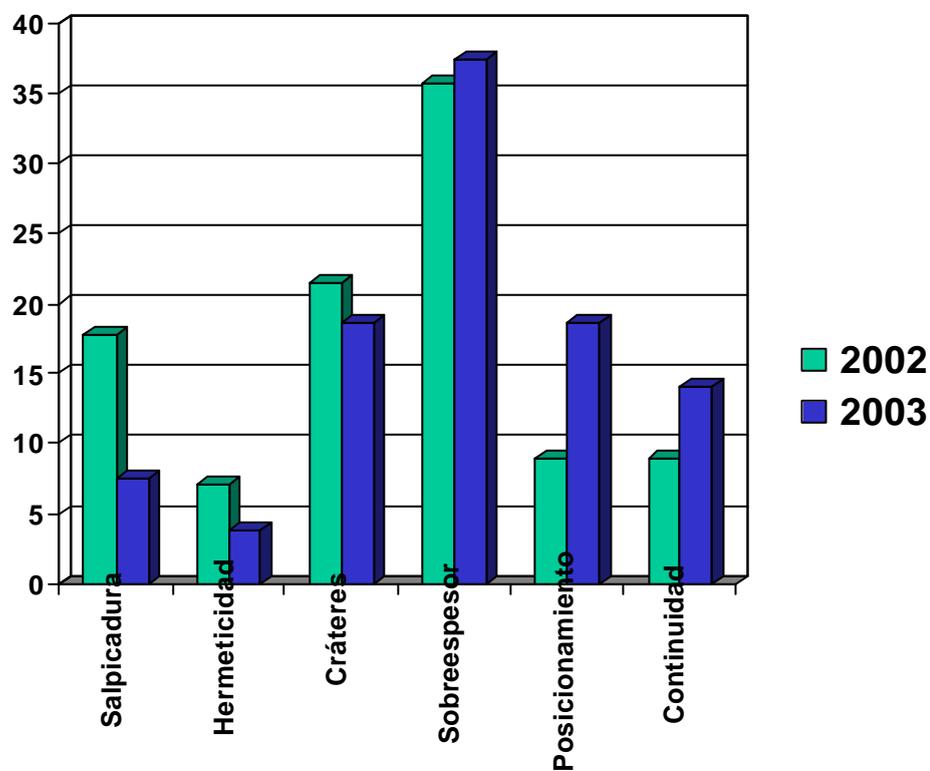
Para realizarse este estudio se tomaron datos de una muestra de 100 tanques en Enero / 2002 y otra similar en Septiembre / 2003 la cual es representativa del nuevo equipamiento adquirido y se relacionaron como aparece a continuación:

<b>Tipos de control</b>	<b>Probab. Pérdida del control</b>
<b>Control Progresivo</b>	<b>0.20</b>
<b>Control Regresivo</b>	<b>0.80</b>
<b>Control Intermitente</b>	<b>0.40</b>
<b>Control Fluctuante</b>	<b>0.50</b>
<b>No Control</b>	<b>1.00</b>

<b>Tamaño de la muestra : 100 tanques</b>				<b>Enero 2002</b>
<b>Sistema de efecto</b>	<b>% de Fallo / 100</b>	<b>Probab. Pérdida del control</b>	<b>% de contribución</b>	<b>No. de criticidad</b>
<b>Salpicadura</b>	<b>0.10</b>	<b>0.80</b>	<b>17.86</b>	<b>1.43</b>
<b>Hermeticidad</b>	<b>0.08</b>	<b>0.40</b>	<b>7.14</b>	<b>0.23</b>
<b>Cráteres</b>	<b>0.12</b>	<b>0.80</b>	<b>21.43</b>	<b>2.06</b>
<b>Sobreespesor</b>	<b>0.20</b>	<b>0.80</b>	<b>35.71</b>	<b>5.71</b>
<b>Posicionamiento</b>	<b>0.08</b>	<b>0.50</b>	<b>8.93</b>	<b>0.36</b>
<b>Continuidad</b>	<b>0.08</b>	<b>0.50</b>	<b>8.93</b>	<b>0.36</b>
<b>TOTAL DE CONTRIBUCIÓN</b>			<b>100</b>	<b>10.14</b>
<b>TOTAL DE CRITICIDAD</b>				

Tamaño de la muestra : 100 tanques			Septiembre 2003	
Sistema de efecto	% de Fallo / 100	Probab. Pérdida del control	% de contribución	No. de criticidad
Salpicadura	0.02	0.20	3.57	0.01
Hermeticidad	0.02	0.40	7.14	0.06
Cráteres	0.05	0.20	8.93	0.09
Sobreespesor	0.10	0.20	17.86	0.36
Posicionamiento	0.08	0.50	35.71	1.43
Continuidad	0.06	0.50	26.79	0.80
<b>TOTAL DE CONTRIBUCIÓN</b>			<b>100</b>	<b>2.75</b>
<b>TOTAL DE CRITICIDAD</b>				

Los resultados del análisis de las tablas 4 y 5 aparecen graficados en la fig. 1



Se puede observar el comportamiento de los defectos típicos de la soldadura y el impacto del nuevo equipamiento tecnológico.

## MEDIDAS CORRECTORAS

- Certificación de la soldadura cada 6 meses.
- Perfeccionar los dispositivos para soldar herrajes.
- Introducir sistema de extracción de gases.
- Disponer de un stock de boquillas, toberas, culebras y pinzas.
- Chequear uso de silicona antiadherente.
- Utilizar pinzas para 350 A.
- Chequear estado de conservación del alambre.
- Implementar inspección técnica a las máquinas.
- Implementar el uso de caretas automáticas.

## REFERENCIA

**Reliability Society:** “Practical Reability Engineering”

## AUTORES

Benito L. Díaz Aroche, Ingeniero Mecánico, Empresa Eléctrica COLFA, OBE Provincial C. Habana, Cuba  
e-mail: [benitod@obe.ch.cu](mailto:benitod@obe.ch.cu)

María F. Izquierdo O’Farrill, Tecnóloga “A” de la Producción, Empresa Eléctrica COLFA, OBE Provincial C. Habana, Cuba  
e-mail: [francisca@obe.ch.cu](mailto:francisca@obe.ch.cu)

## CONCLUSIONES

- ✓ El número de criticidad representa el nivel de control que establecemos sobre el proceso.
- ✓ La introducción de un nuevo equipamiento ha contribuido a la mejora de la calidad de la soldadura
- ✓ Los procedimientos de calidad mantienen su vitalidad en el proceso de mejoramiento constante.
- ✓ La automatización nos permitirá aumentar los niveles de productividad y mantener los parámetros de calidad