

Sección Técnica

*Este artículo fue publicado en el número 13-2001, páginas 10 a 17.
Siguiendo la línea de la página Web del INSHT se incluirán los textos íntegros de los artículos
prescindiendo de imágenes y gráficos no significativos.*

Los Gráficos de Control: Una eficaz técnica para evaluar el desempeño^(*) en Programas de Seguridad

Sandra Mejías Herrera

Profesora de Ergonomía, Seguridad y Gestión de Recursos Humanos
Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas,
Santa Clara, Cuba.

smejias@fce.uclv.etecsa.cu

Margarita Fernández Clúa

Profesora de Ingeniería y Gestión de la Calidad
Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas,
Santa Clara, Cuba.

Introducción

En algunos países el creciente incremento en los últimos años de los índices de accidentalidad está siendo una preocupación constante para gobiernos, instituciones a cargo de la seguridad y para los propios empresarios que en muchos casos ya se concientian de la necesidad de implementar la Seguridad dentro de sus organizaciones al ser considerado hoy como un factor de competitividad en el mundo moderno.

Sin embargo en muchas empresas no se logra aún que sea gestionada de forma planificada a través del desarrollo de programas objetivos que conjuguen todas las acciones precisas para el logro de los objetivos trazados, caracterizándose la actuación del Departamento de Seguridad por la espontaneidad, la cual no permite observar grandes logros al final del período de trabajo que se evalúa. Esto conlleva a que el personal de seguridad de la empresa se pregunte insistentemente qué puede estar ocurriendo sin hallar una respuesta concreta al problema.

En múltiples ocasiones las responsabilidades que se derivan del análisis de la situación de la seguridad en las empresas recae en las personas que laboran, es decir, en el factor humano, teniendo las medidas que se diseñan un carácter eminentemente represivo, lo cual a la larga no permite eliminar las actuaciones riesgosas y la propia accidentalidad.

Esto ocurre por falta de conocimiento del propio personal encargado de la actividad de gestionar la Seguridad y de los miembros de la gerencia.

Sus dudas giran alrededor de preguntas tales como:

I. **¿Por qué es necesario implementar un Programa de Seguridad?**

El *por qué* esta relacionado con la carencia de un diagnóstico desde el punto de vista de la seguridad abarcando todos los aspectos claves que identifican esta actividad en la empresa como es su política y su actual programa -aunque éste exista de manera implícita-, la organización de la seguridad, las normas y procedimientos y el propio control que funcione.

El diagnóstico permitirá establecer un camino entre el presente y el futuro que marcará cuanto se necesita y se quiere cambiar. Resulta necesario que todos los miembros de la organización conozcan de forma homogénea los resultados del citado diagnóstico o los por qué, para que así la actuación sea igualmente similar y no se trabaje desde enfoques diferentes.

II. **Otra interrogante usual es: ¿Qué debe gestionar la Seguridad en la empresa?**

Aquí la interrogante provoca que se consulte en ciertas ocasiones a sistemas puestos en práctica por otras empresas o que han sido sugeridos por especialistas para trasladar éstos hacia las empresas que comienzan a desarrollar esta área sin adaptarlos a las características particulares de su entorno, de sus recursos humanos, de su filosofía y cultura, de su estructura de dirección o a su propia tecnología.

El camino que cada empresa elija seguir debe buscarlo considerando, por supuesto, la consulta de los criterios que se manejan en el entorno que lo rodea pero, teniendo presente, a la vez, los resultados del diagnóstico y el estudio de su ámbito empresarial.

Es frecuente también que surjan interrogantes referidas a:

III. **¿Cómo evaluar la implementación del Programa?**

Esta interrogante surge por el desconocimiento de la existencia de técnicas que promueven e incentivan la participación y el compromiso de los empleados, acudiéndose solamente a métodos represivos como sanciones, multas o disminuciones del salario lo cual no enfrenta el problema desde su raíz.

Es por ello que se considera de interés exponer vías para evaluar la eficacia de un programa que se encuentre operando y así establecer la retroalimentación sobre el estado del mismo, mostrar sus resultados y proponer cambios a sus responsables -de ser necesarios- e instaurar un sistema de información, comunicación e incentivación que contribuyan positivamente a la marcha del programa.

El artículo se ha sido subdividido en los siguientes apartados:

1. Las Gráficas de Control de la Seguridad

Las técnicas que provienen del campo del Control de la Calidad han traspasado en los últimos tiempos sus fronteras siendo usadas con éxito en la Dirección Empresarial. También en el área de Seguridad han arribado siendo el uso de los círculos de seguridad expresión de ello al lograr la solución de problemas de manera participativa.

Una transferencia de tecnología del campo del control de calidad estadístico son las gráficas de control (Denton, 1982/3/) las cuales han sido utilizadas habitualmente por los especialistas de calidad para controlar el material defectuoso en una operación de producción, por ejemplo. El propósito del presente artículo es mostrar cómo este mismo método puede ser utilizado por los especialistas de seguridad para controlar un desempeño defectuoso.

El personal de una brigada, sección o empresa puede trabajar efectivamente con seguridad o bien "defectuosamente" sin seguridad. El empleo de las gráficas de control viene a mostrar cómo está funcionando el plan de actuación adoptado por el Programa de Seguridad y si las medidas técnicas, organizativas o humanas diseñadas se encuentran funcionando adecuadamente.

Un gráfico de control es un tipo de curva empleada para evaluar y mantener la estabilidad de un proceso. Se expresa sobre un papel milimetrado donde se dibuja una línea de centro y líneas de límites de control inferior y superior denominadas líneas de control. Los datos son recogidos sobre el tiempo y los valores se reflejan en el gráfico.

Los límites de control sirven como guías para controlar el estado del proceso, distinguiendo las causas aleatorias de variación de las causas específicas que deben ser investigadas. Si los puntos que se han dibujado, los cuales expresan la condición de un proceso, se encuentran dentro de los límites de control y no es anormal la distribución de dichos puntos se considera que la variación procede de causas aleatorias y el proceso es estable. Los puntos dibujados que están fuera de los límites de control o que tienen una pauta de distribución anormal, significan que el proceso es inestable, estando fuera de control. Esto conduce al especialista a tratar de hacer más estable el proceso identificando y eliminando la causa del problema y tomando medidas para evitar que ocurra nuevamente. Las gráficas pueden ser adoptadas sobre individuos y departamentos de acuerdo con el interés que se tenga.

Los gráficos de control p (p se refiere al porcentaje de defectos) es uno de los empleados en el campo de la seguridad habiendo sido nombrado también por especialistas de seguridad (Denton, 1985/3/) como diagrama de control de resultados del comportamiento (DCRC). El mismo se basa en una distribución binomial de probabilidades para una población infinita usándose el muestreo aleatorio. Esta distribución se utiliza en atributos como bueno o malo, seguro o inseguro.

El procedimiento para confeccionar las gráficas se plantea a continuación:

- a. **Definir los aspectos que serán medidos.** Estos aspectos son los actos y condiciones inseguras que hace el empleado cuando realiza su trabajo. Para ello es necesario definir qué operación será medida u observada conociendo detalladamente los pasos o funciones que deben ser llevados a cabo con seguridad.
- b. **Definir el propósito que persigue el especialista con la realización de la gráfica.** El objetivo del especialista de seguridad puede ser conocer el desempeño del comportamiento en seguridad bien de determinados empleados de manera individual, o de todo un departamento de producción o unidad de servicios.
- c. **Obtención de datos.** El encargado de recoger la información, quien puede ser el técnico o el mismo especialista de seguridad, deberá obtener la mayor información posible para establecer los límites iniciales del gráfico. Se recomiendan 25 subgrupos.
- d. **Cálculo de los límites de control.** El cálculo se realiza a través de las siguientes fórmulas:

$$LSC = \bar{p} + 2\sqrt{\frac{\bar{p}(100 - \bar{p})}{n}}$$

$$LIC = \bar{p} - 2\sqrt{\frac{\bar{p}(100 - \bar{p})}{n}}$$

Donde:

LSC: Límite Superior de Control.

LIC: Límite Inferior de Control.

p : porcentaje promedio de desempeños inseguros o seguros.

n : número de observaciones diarias (para un subgrupo).

La fórmula se resume en:

$$LSC = p + 2\delta$$

$$LIC = p - 2\delta$$

Es usual en el área de calidad establecer límites de 3, sin embargo en el marco de la seguridad es conveniente reducir ligeramente los límites a 2, es decir, 2 veces la desviación estándar, garantizando que el 95% de todas las observaciones normales esté dentro de los límites, previendo el control de actos o condiciones inseguras que puedan ocasionar accidentes.

- e. **Evaluación del gráfico de control y establecimiento de límites revisados.** Resulta necesario en este paso evaluar si el proceso es estable para posteriormente formular mejoras. Se fijan a continuación nuevos límites para controlar el proceso y mantener la condición mejorada.

2. Experiencias obtenidas en puestos de fabricación de la "bota coloso" en una fábrica de calzado.

El procedimiento de trabajo establecido fue seguido obteniendo los siguientes resultados en cada uno de los pasos antes citados.

- a. La bota coloso constituye un calzado con gran demanda en el país por su durabilidad y calidad para el trabajo, y es precisamente en una de sus operaciones donde se ha registrado el mayor número de accidentes. Dicha operación consiste en presionar la suela de la bota sobre la lija de una máquina para rasparla y se disponen de 4 máquinas para realizar la misma. A continuación se delimitan los comportamientos seguros que deben seguir los obreros:
- Tomar la bota por los extremos más alejados de la suela en la medida que lo permita la operación.
 - No desviar la vista cuando se realiza la operación.
 - Hacer los movimientos despacio.
 - Utilizar las dos manos para realizar la operación.
- b. El especialista de seguridad definió como objetivo conocer cual es el desempeño de los cuatro operarios en su conjunto y detectar qué aspectos establecidos pueden estar siendo violados para proceder a realizar un análisis de las posibles medidas de intervención.
- c. Para la obtención de los datos se procedió a realizar un muestreo por observaciones instantáneas con un:

Nivel de Confianza: 95 %

Precisión: 5 %

Muestra Preliminar: 100 observaciones

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para la muestra preliminar de 100 observaciones y 25 recorridos establecidos.

TABLA 1
Operarios de las máquinas

Recorridos	Horarios	Operarios de las máquinas			
		1	2	3	4
1	7:55	NS	NS	NS	NS
2	8:20	NS	NS	NS	NS
3	8:40	NS	S	S	S

4	8:55	NS	NS	NS	NS
5	9:05	S	NS	S	S
6	9:25	NS	S	NS	NS
7	9:40	NS	NS	NS	NS
8	10:05	NS	NS	NS	S
9	10:25	S	S	S	NS
10	10:40	NS	NS	NS	S
11	11:00	NS	S	NS	NS
12	11:20	NS	NS	S	S
13	11:30	S	S	S	NS
14	11:40	NS	S	NS	S
15	11:50	S	S	S	NS
16	1:05	NS	NS	NS	NS
17	1:25	NS	NS	S	S
18	1:35	S	S	NS	NS
19	1:55	NS	NS	S	S
20	2:10	NS	NS	NS	NS
21	2:20	NS	NS	NS	NS
22	2:35	NS	NS	S	S
23	2:45	NS	S	NS	S
24	3:20	NS	NS	NS	NS
25	3:30	NS	NS	S	NS

Leyenda: **S** actos seguros **NS** actos inseguros

La cantidad de veces que los obreros realizaron la operación sin seguridad fue de 66%. El cálculo de la cantidad de observaciones se determina por la siguiente fórmula la cual responde a los niveles de confianza y precisión establecidos.

$$N = \frac{1600(1 - \bar{p})}{\bar{p}}$$

$$N = \frac{1600(1 - 0.66)}{0.66}$$

$$N = 824 \text{ observaciones}$$

Donde:

N: cantidad de observaciones.

p : cantidad promedio de actos o condiciones inseguras.

Determinación del número de recorridos diarios.

$$R = \frac{N}{kxd}$$

$$R = \frac{824}{4 \times 10}$$

$R = 21$ recorridos diarios para 10 días de estudio.

Donde:

R: recorridos a realizar por días

N: cantidad de observaciones iniciales.

K: cantidad de operarios observados en cada recorrido.

d: días que se disponen para el trabajo.

Determinación del tiempo entre recorridos (T_t).

$$T_t = \frac{JL - TDNP}{R}$$

$$T_t = \frac{480 - 30}{21}$$

$$T_t = 21 \text{ min.}$$

Donde:

JL: duración de la jornada laboral (480 min.)

TDNP: tiempo de descanso y necesidades personales (30 min.)

El resumen del muestreo realizado a los operarios de las máquinas se muestra a continuación en la tabla 2:

TABLA 2
Funciones ejecutadas

N° días	Funciones ejecutadas				Observaciones diarias
	Con seguridad		Sin seguridad		
	Observadas	%	Observadas	%	
1	21	25	62	75	83
2	22	27	1	73	83
3	26	31	57	69	83

4	24	29	59	71	83
5	28	34	55	66	83
6	11	13	72	87	83
7	10	12	73	88	83
8	32	38	51	62	83
9	2	35	54	65	83
10	33	40	50	60	83
Totales	236	28	594	72	830

d. Resultados del cálculo de los límites de control.

Para actos inseguros	Para actos seguros
$LSC = 72 + 2\sqrt{\frac{72(100-72)}{83}}$	$LSC = 28 + 2\sqrt{\frac{28(100-28)}{83}}$
$LSC = 81.85\%$	$LSC = 37.85\%$
$LIC = 72 - 2\sqrt{\frac{72(100-72)}{83}}$	$LIC = 28 - 2\sqrt{\frac{28(100-28)}{83}}$
$LIC = 62.14\%$	$LIC = 18.14\%$

- e. En la figura 1 y 2 se muestran los gráficos de control de resultados de comportamientos inseguros y seguros, respectivamente elaborados utilizando el paquete profesional de computación STATISTICA para Windows.
- f. Evaluación del gráfico y establecimiento de límites revisados.

Al observar la figura 1 se evidencia como en el desarrollo del trabajo que realizan los operarios están ocurriendo patrones desacostumbrados que provocan un porcentaje alto de actos inseguros. Esto se ve reflejado específicamente en los dos puntos que sobresalen por encima del límite superior de control (LSC) y otros dos que sobresalen por debajo del límite inferior de control (LIC). La revisión de la información que brinda el muestreo realizado permite conocer que los actos inseguros más usuales son:

- Se desvía la vista cuando se realiza la operación.
- Se realizan los movimientos demasiado rápido.

La figura 2 que representa la gráfica de control de resultados de comportamientos seguros también revela dos puntos fuera del límite de control inferior y dos por encima del límite superior, mostrando igualmente una incidencia mayor en el desempeño inseguro de los operarios.

Ambas gráficas reflejan que la distribución de los puntos no es estable al seguir los mismos una tendencia a ascensos que después caen, demostrando anomalías en el proceso. Todo el análisis permite concluir

que existe deterioro en el desempeño de los operarios lo cual puede ser causa de accidentes.

Resulta imprescindible gestionar el proceso y para ello el siguiente paso es establecer los límites revisados como vía para el control del proceso. Se calcula previamente la nueva (nuevo porcentaje de desempeños inseguros).

FIGURA 1
Gráfica de Control de Resultados de Comportamientos Inseguros

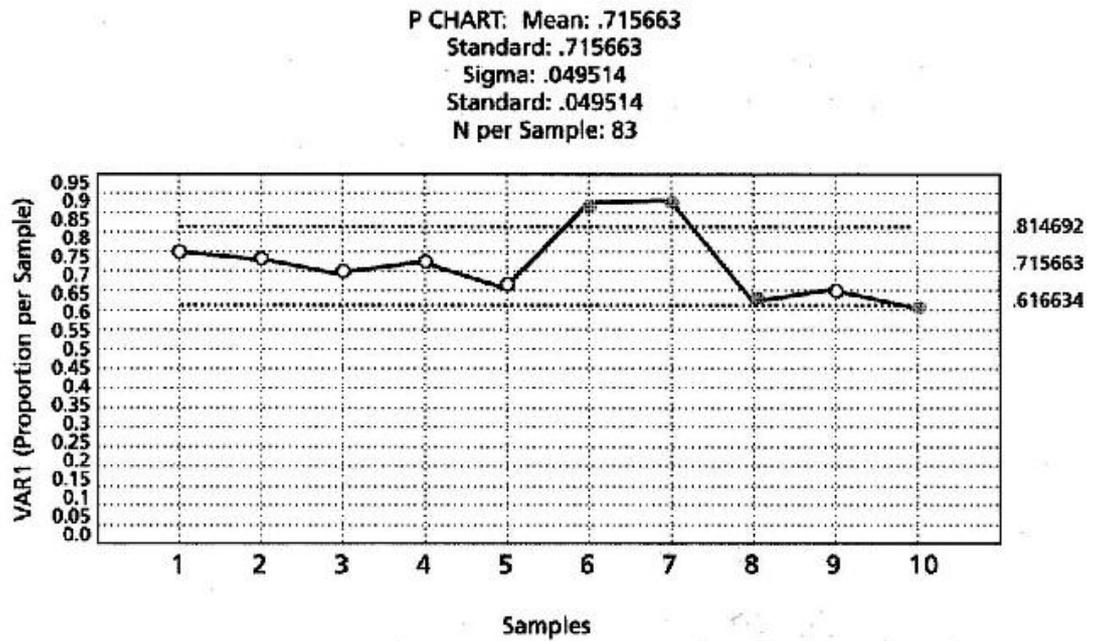
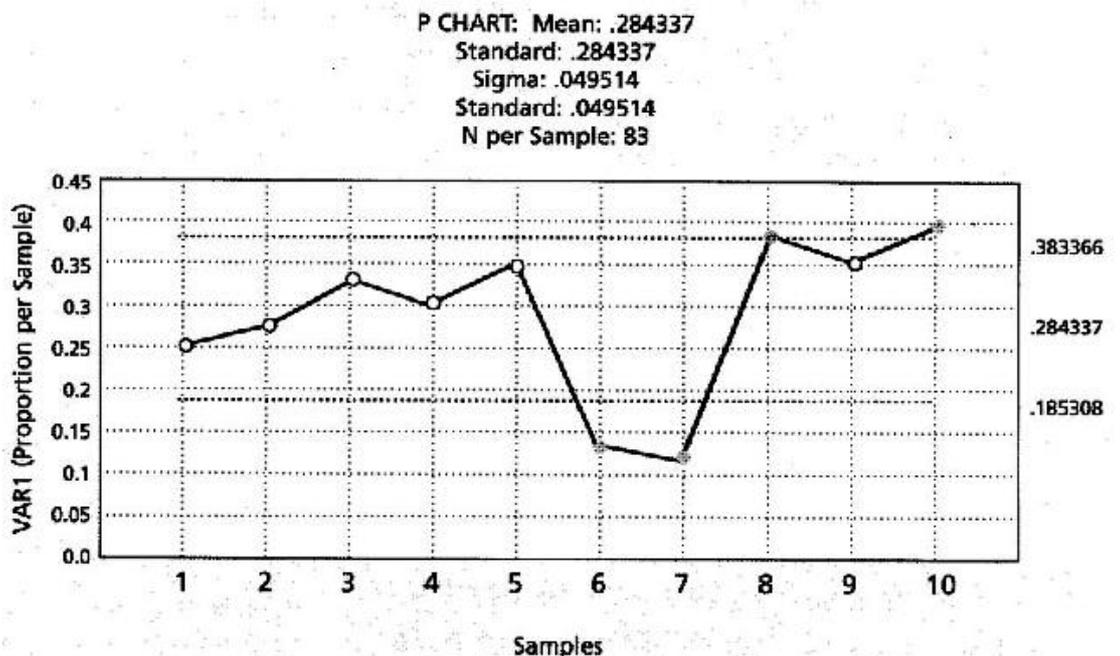


FIGURA 2
Gráfico de Control de Resultados de Comportamientos Seguros



$$P'_{nueva} = \frac{\sum p - p/d}{\sum n - n/d}$$

Σp : suma de las observaciones inseguras.

Σn : suma de las observaciones diarias.

p/d : porcentaje total de puntuaciones ignoradas.

n/d : número total de observaciones ignoradas.

Dado que los subgrupos 6,7,8 y 10 están fuera de control, sus puntuaciones se restan:

Cálculo de los nuevos límites de control:

$$LSC'_{P_{nueva}} = 59.6 + 2 \sqrt{\frac{59.6(100 - 59.6)}{83}}$$

$$LSC'_{p'_{nueva}} = 70.37 \%$$

$$LSC'_{p'_{nueva}} = 59.6 - 10.7$$

$$LSC'_{p'_{nueva}} = 48.9 \%$$

Estos son los nuevos límites de control con los que se juzgará el desempeño de los operarios al realizar su trabajo una vez tomadas las medidas necesarias. La elaboración de estas gráficas de control ha permitido conocer que el programa de seguridad que se encuentra implantado en la fábrica no está proporcionando los resultados deseados. Esto pone en aviso al especialista o el técnico de seguridad responsable del mismo el cual diseña y ejecuta todo un conjunto de medidas formativas que estimulen el desempeño de los operarios. Entre ellas se encuentran:

- Se brindan charlas donde se mencionan los actos seguros que deben realizar incidiendo además en los posibles accidentes que pueden ocurrir y el costo de los mismos.
- Las gráficas se exponen en carteles junto a las de otras brigadas, actualizándolas varias veces al mes.
- El técnico de seguridad se reúne periódicamente (1 una vez al mes o cuando se considere necesario) con la brigada para intercambiar con sus miembros qué aspectos organizativos, tecnológicos e incluso humanos pueden afectar su desempeño seguro.

Conclusiones

1. La experiencia desarrollada ha demostrado la necesidad de que la Seguridad sea gestionada en las empresas elaborando Programas que permitan la disminución de los índices de accidentalidad, mejorando con ello la calidad de vida laboral y el cumplimiento de los objetivos organizacionales.
2. Los gráficos de control constituyen una tecnología del campo de control de la calidad estadístico que permiten al personal de Seguridad de una empresa actuar rápidamente ante el desempeño inadecuado de los operarios que provocan un incremento de la accidentalidad.
3. El método utilizado constituye un instrumento valioso no sólo para medir el desempeño sino como una vía para establecer la retroalimentación a los empleados, los cuales se formarán al observar su actuación promoviendo la motivación de los mismos.
4. Los resultados que se obtienen le proporcionan al área de Seguridad un procedimiento para evaluar no sólo brigadas (como es el caso que se muestra), o de departamentos, sino también el desempeño individual de los miembros de las mismas.

Bibliografía

1. Chávez, S. (1996): Re-pensando la Seguridad. Como una ventaja competitiva. Ediciones Orgraf Viña del Mar, Chile.
 2. Deming, W E. (1989): Calidad, Productividad y Competitividad: Editorial Diaz de Santos. Madrid, España.
 3. Denton, K. (1985): Seguridad Industrial. Administración y métodos. Ediciones McGraw Hill. USA.
 4. Fundación MAPFRE(1993): Seguridad en el Trabajo. Gestión de la Prevención en la Empresa. Ediciones MAPFRE. España.
 5. Gutierrez, H. (1996): Calidad y Productividad. Ediciones McGraw Hill/ Interamericana. México.
 6. Heinrich, H.W (1959): Industrial Accident Prevention, 4th. Edición. Ediciones McGraw Hill. USA.
 7. ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad. Principios fundamentales y Vocabularios.
 8. Jurán, J.M. y Gryna, F. N. (1993): Manual de Control de la Calidad, 4^a Edición. Editora McGraw Hill/ Interamericana, S.A., España
 9. Kume, H. (1994): Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad. Editorial Norma. Colombia.
 10. Marsán, J. et al. (1987): La organización del Trabajo. Tomo 2. Ediciones ISPJAE. Cuba.
 11. MITRAB (1999): Recomendaciones para el diseño del Modelo de Gestión de la Seguridad, Salud y Medio Ambiente en el Trabajo. Ediciones MITRAB. Cuba.
 12. Oficina Internacional del Trabajo (1986): Introducción al Estudio del Trabajo, 3^{ra} edición revisada. Ediciones OIT. Ginebra.
 13. Veltri, A. (1992): Evaluating the Safety Function: A conceptual model. Journal of Safety Research.
-

(*)Desempeño: Cumplimiento de las tareas asignadas al puesto de trabajo de acuerdo al método especificado en el perfil o profesiograma del mismo. El desempeño seguro implica cumplir dichas tareas teniendo en cuenta las medidas de seguridad