

# Análisis de riesgos con el uso de índices estadísticos de accidentalidad

CARLOS GUSTAVO NAVAS NAVAS

Las herramientas estadísticas constituyen una ayuda indispensable para conocer las posibles causas de los accidentes y planificar estrategias preventivas



## Introducción

Los accidentes son originados por unas causas determinadas, que pueden ser previsibles si se analiza el origen y la secuencia de cómo suceden éstos. Una vez que hayan ocurrido y las consecuencias sean irremediables, es preciso aprovechar la lección para evitar su repetición tomando las medidas necesarias. La recopilación detallada de los accidentes es una valiosa fuente de información que es conveniente aprovechar al máximo, para lo cual es importante que una serie de datos referentes a ellos mismos y a su entorno queden registrados para su posterior análisis estadístico, que servirá para conocer la accidentalidad y sus circunstancias comparativamente entre secciones, empresas o sectores productivos. La medida del nivel de accidentalidad se realiza mediante unos índices que se calcularán según los mismos criterios para que puedan ser comparables.

Para que los accidentes no se queden en meras estadísticas, es necesario saber presentarlos de forma tal que se detecten las máquinas, productos, operaciones, etc., más peligrosas para poder actuar en consecuencia.

La estadística permite obtener conclusiones sobre la evolución de la accidentalidad y servir de base para adoptar las medidas preventivas necesarias. Con objeto de tener valores comparativos de la accidentalidad, se emplean unos índices que deben calcularse con unos criterios determinados.

A continuación se presentan los índices estadísticos más utilizados y definidos según las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo.

## Índice de frecuencia

Es un valor que nos indica la accidentalidad que se tiene en una empresa, fábrica, taller, sector industrial, etc. para poder hacer valoraciones comparativas. Se basa en el número de accidentes ocurridos en un determinado número de horas trabajadas, el cual se ha convenido que sea de un millón. Como número de horas trabajadas se entiende el total trabajado por un colectivo o plantilla.

La expresión utilizada para su cálculo, es la siguiente:

$$I_F = \frac{\text{N.º total de accidentes} \times 1.000.000}{\text{N.º total de horas-hombre trabajadas}}$$

representando este índice el número de accidentes ocurridos por cada millón de horas trabajadas.

Para su cálculo, se deben aplicar los criterios siguientes:

1. Contabilizar solamente los accidentes ocurridos mientras existe exposición al riesgo estrictamente laboral. Por tanto, se deberán excluir los accidentes ocurridos en el trayecto de ida y vuelta al trabajo, llamados accidentes in itinere.

2. Dado que este índice nos sirve de módulo para valorar el riesgo, las horas de trabajo consideradas (que son las indicadas en el denominador del cociente), deben ser las de exposición al riesgo, debiéndose excluir las correspondientes a enfermedades, permisos, vacaciones, etc.

3. Para contabilizar el número de personas expuestas al riesgo, debe tenerse en cuenta que no todo el personal de una empresa está expuesto al mismo riesgo, debiéndose calcular índices diferenciados para zonas de riesgo homogéneo (talleres, oficinas, etc.).

4. Se deben separar los accidentes con baja de los sin baja, con lo cual se puede calcular un índice de frecuencia de los accidentes con baja y un índice de frecuencia general que incluya a ambos.

## Índice de gravedad

El índice anterior nos reflejaba la accidentalidad, sin tener en cuenta la gravedad de las lesiones. Aceptando que la gravedad la podemos medir por el número de días de baja, se ha definido el índice de gravedad como las jornadas perdidas a consecuencia de los accidentes ocurridos en un determinado número de horas trabajadas por un colectivo de trabajadores. Se ha convenido en que sea mil el número de horas trabajadas.

La expresión utilizada para su cálculo, es la siguiente:

$$I_G = \frac{\text{N.º total de días de trabajo perdido} \times 1.000}{\text{N.º total de horas-hombre trabajadas}}$$

representando este índice el número de jornadas perdidas por cada mil horas de exposición al riesgo.

Deben tenerse en cuenta las consideraciones siguientes:

1. Las jornadas o días de trabajo perdidos se determinan como la suma de las jornadas laborales perdidas correspondientes a incapacidades temporales transitorias (como mínimo un día de incapacidad) e incapacidades permanentes (generan impedimento físico o mental que disminuye la capacidad de trabajo). Las jornadas laborales perdidas por inca-

pacidad permanente se obtienen de una tabla o baremo.

2. Deben considerarse las jornadas laborales perdidas, las laborales, y no los días naturales.

3. Se considera que los accidentes sin baja dan lugar a dos horas perdidas y por cada ocho horas se considera una jornada.

4. Para el cálculo del número de horas-hombre trabajadas, se siguen los mismos criterios que para el índice de frecuencia.

## Índice de incidencia

Este índice se define como la relación entre el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el número promedio de personas expuestas al riesgo considerado. Se utiliza como período de tiempo un año, igual que para los índices anteriores.

La expresión utilizada para su cálculo es la siguiente:

$$I_I = \frac{\text{N.º total de accidentes} \times 1.000}{\text{N.º medio de personas expuestas}}$$

representando este índice el número de accidentes por año por cada mil personas expuestas. Se utiliza cuando no se conoce el número de horas-hombre trabajadas y el número de personas expuestas al riesgo es variable de un día a otro, en cuyo caso no puede determinarse el índice de frecuencia.

## Índice de duración media

Este índice da idea del tiempo promedio que ha durado cada accidente. Se define como la relación entre las jornadas perdidas y el número de accidentes.

Se utiliza para su cálculo la expresión siguiente:

$$I_{DM} = \frac{\text{Jornadas perdidas}}{\text{N.º de accidentes}}$$

Las jornadas perdidas se calculan según el índice de gravedad, y este índice puede calcularse para los accidentes con baja o incluir también los accidentes sin baja, teniendo en cuenta los criterios indicados anteriormente.

## Consideraciones de interés

Es muy importante tener cuidado al comparar los índices de distintas empresas o países, dado que no suelen ser homogéneos los criterios utilizados para su cálculo, lo que puede inducirnos a error.

Todos estos índices son de gran utilidad, pues marcan la tendencia y la evolución de la accidentalidad.

## RESUMEN

La investigación de accidentes es aquella técnica preventiva cuyo punto de arranque es, paradójicamente, la previa existencia de un accidente de trabajo. Su finalidad consiste en el aprovechamiento de la experiencia que puede deducirse de los fallos o errores sucedidos, así como en la búsqueda de soluciones para que éstos, a ser posible, no vuelvan a repetirse. Su importancia radica en la propia objetividad de los datos de un hecho consumado. Un accidente acontecido nos indica la existencia real de un riesgo que, no detectado previamente, conocemos a través de sus consecuencias. El análisis estadístico tiene como finalidad la codificación, tabulación y tratamiento de los datos obtenidos en los estudios de riesgos para poder obtener un conocimiento científico aproximado de las posibles causas de accidentes.

Mediante diagramas se representa la evolución mensual de los diferentes índices de accidentalidad del centro de trabajo y de cada una de sus secciones, para verificar, ayudados de un método de control estadístico, si estamos dentro de lo previsto o no y así poder tomar decisiones a tiempo.

### Ejemplo de aplicación

En la *tabla 1* recogen los datos de accidentalidad de una empresa ficticia durante un período de un año.

### Observaciones

En las jornadas laborales perdidas no están incluidas las correspondientes a accidentes con incapacidad permanente, ni las correspondientes a los accidentes sin baja. Según baremo oficial (*tabla 2*), a la pérdida de la mano corresponden 3.000 jornadas de trabajo perdidas, y a la pérdida o invalidez permanente de un dedo cualquiera (excepto el pulgar)

corresponden 300. A una muerte le corresponden, por baremo, 6.000 jornadas de trabajo perdidas.

\*Índice de frecuencia anual con baja.

$$I_F = \frac{79 \times 1.000.000}{892.880} = 88,4$$

\*Índice de gravedad.

$$I_G = \frac{(949 + [22 \div 4] + 3.3000) \times 1.000}{892.880} = 4,76$$

\*Índice de incidencia anual de accidentes con baja.

$$I_I = \frac{79 \times 1.000}{485} = 162,8$$

\*Índice de duración media de accidentes con baja.

$$I_{DM} = \frac{949 + 3.000 + 300}{79} = 53,7$$

## Sistemas de control estadístico de accidentalidad

Para controlar la situación de una determinada actividad o empresa, existe un método corriente que consiste en calcular el índice de frecuencia de todos los meses o de todos los trimestres y trazar el gráfico correspondiente.

En el caso del ejemplo anterior, nos quedaría un gráfico para el índice de frecuencia con baja como el de la *figura 1*.

Aunque este método es bueno para ver la evolución de una empresa, no lo es para deducir conclusiones. Por tanto, un método de control estadístico debe poder señalar los tipos de cambios siguientes:

1. Si la fluctuación es aleatoria.
2. La entrada en juego repentina de un factor nuevo.
3. La entrada en juego gradual durante un período largo de un factor nuevo.

Según esto, se deben elaborar dos tipos de diagramas, el diagrama mes a mes y el diagrama anual (acumulado).

### Diagrama mes a mes

Este diagrama nos permite descubrir fluctuaciones del índice de frecuencia y establecer el significado de un alza repentina.

Para que se pueda aplicar a grandes y pequeñas empresas, se ha concebido un diagrama con tres líneas límite, correspondientes a diferentes niveles de sensibilidad.

Línea 1. De menor sensibilidad. Mostrará si el índice de frecuencia por cada mes, está o no fuera de los límites de tolerancia.

Línea 2.- De media sensibilidad. Hay que observar los resultados obtenidos en dos meses consecutivos.

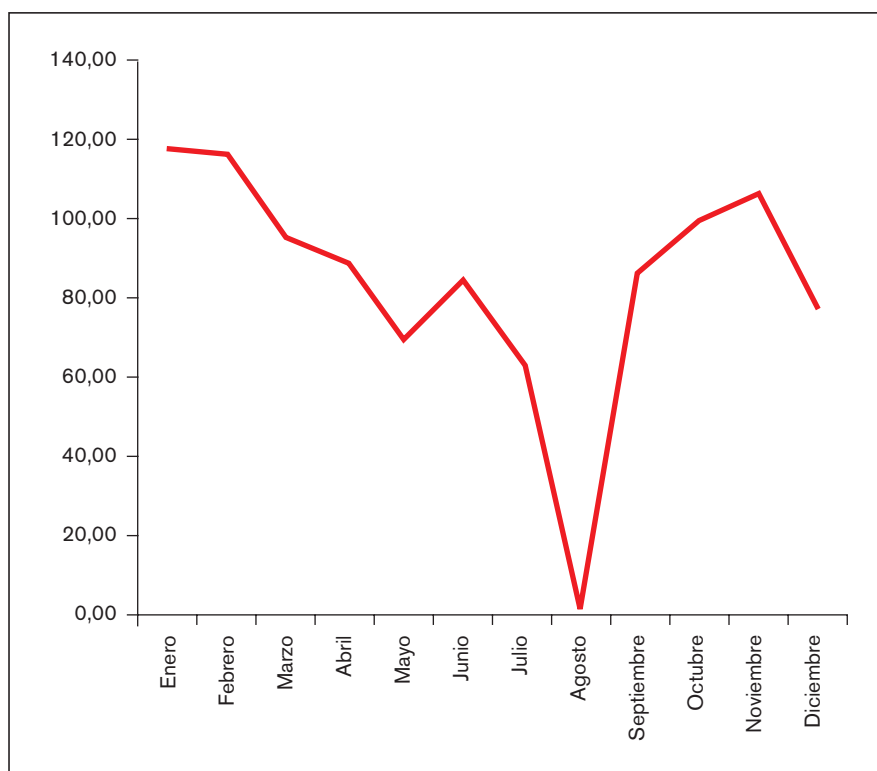
Tabla 1. Datos de accidentalidad de una empresa.

	Plantilla	Horas Trabajadas	Accidentes con baja	Accidentes sin baja	Accidentes "in itinere"	Jornadas laborales perdidas	Observaciones
Enero	480	76.800	9	2	2	112	Enero: 1 accidente con amputación de mano.
Febrero	485	77.600	9	3	0	48	
Marzo	500	84.000	8	1	0	120	Abril: 1 accidente mortal "in itinere".
Abril	490	78.400	7	2	1	87	
Mayo	495	87.120	6	1	0	105	Octubre: 1 accidente con pérdida de un dedo.
Junio	490	82.320	7	3	0	98	
Julio	490	78.400	5	0	0	87	
Agosto	485	27.160	0	0	0	0	
Septiembre	480	80.640	7	2	1	82	
Octubre	480	80.640	8	4	1	91	
Noviembre	470	75.200	8	3	0	78	
Diciembre	475	64.600	5	1	1	41	
TOTALES		892.880	79	22	6	949	

Naturaleza de la lesión	Porcentaje de Incapacidades	Jornada de trabajo perdido
Muerte	100	6.000
Incapacidad permanente absoluta (I.P.A.)	100	6.000
Incapacidad permanente total (I.P.T.)	75	4.500
Pérdida de un brazo por encima del codo	75	4.500
Pérdida de un brazo por el codo o debajo	60	3.600
Pérdida de la mano	50	3.000
Pérdida o invalidez permanente del pulgar	10	600
Pérdida o invalidez permanente de un dedo cualquiera	5	300
Pérdida o invalidez permanente de dos dedos	12,5	750
Pérdida o invalidez permanente de tres dedos	20	1.200
Pérdida o invalidez permanente de cuatro dedos	30	1.800
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y de un dedo	20	1.200
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y de dos dedos	25	1.500
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y de tres dedos	33,5	2.200
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y de cuatro dedos	40	2.400
Pérdida de una pierna por encima de la rodilla	75	4.500
Pérdida de una pierna por la rodilla o debajo	50	3.000
Pérdida del pie	40	2.400
Pérdida de pie o invalidez permanente del dedo gordo o de dos o más dedos del pie	5	300
Pérdida de la vista (un ojo)	30	1.800
Ceguera total	100	6.000
Pérdida del oído (uno solo)	10	600
Sordera total	50	3.000

Tabla 2. Relación entre lesiones y jornadas perdidas.

Figura 1. Gráfico del índice de frecuencia con baja.



Línea 3.- De máxima sensibilidad. Hay que tomar tres meses consecutivos. Para desarrollar este método, se procede de la siguiente forma:

1. Llevar al eje de ordenadas el índice de frecuencia y en abscisas el mes del año.
2. Calcular el índice de frecuencia esperado (correspondiente al índice de frecuencia del año anterior), mediante la ya conocida fórmula:

$$I_F = \frac{N.º \text{ total de accidentes} \times 1.000.000}{N.º \text{ total de horas-hombre trabajadas}}$$

3. Si el número de horas no llega a 10.000, se acumularán meses hasta sumar las 10.000 horas o más.

Cuando el número de horas está entre 10.000 y 1.200.000, los límites inferior y superior de las líneas, se calculan mediante la distribución de Poisson. Para ello, existen unas tablas de límites superiores e inferiores que, en función del grado de confianza utilizado en cada caso, nos permiten el cálculo.

En estas tablas tenemos, en la columna de la izquierda el índice de frecuencia esperado, y en el resto de columnas, las horas correspondientes en millares. Conocidas las horas y el índice de frecuencia esperado, de la intersección (fila-columna) obtenemos los límites superior e inferior.

En dichas tablas las horas varían de 10.000 en 10.000, por lo que puede ocurrir que el número de horas que tengamos no coincida exactamente con las horas de la tabla, en cuyo caso se tomará siempre el valor más próximo por exceso.

Cuando el número de horas es superior a 1.200.000, para el cálculo de las líneas límites se utiliza la distribución normal. Dicho cálculo viene determinado en función del índice de frecuencia esperado, el coeficiente asignado al grado de confianza (para el 90% = 1,65; 95% = 1,96 y 99% = 2,6) y el número de horas correspondientes. Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los límites superior e inferior, son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Límite inferior} = & \frac{10^6 \times I_{F \text{ esperado}} \times N.º \text{ horas} \times 10^{-6} -}{N.º \text{ de horas}} \\ & - \frac{(\text{coefx } \sqrt{I_{F \text{ esperado}} \times N.º \text{ horas} \times 10^{-6}})}{N.º \text{ de horas}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Límite superior} = & \frac{10^6 \times I_{F \text{ esperado}} \times N.º \text{ horas} \times 10^{-6} +}{N.º \text{ de horas}} \\ & + \frac{(\text{coefx } \sqrt{I_{F \text{ esperado}} \times N.º \text{ horas} \times 10^{-6}})}{N.º \text{ de horas}} \end{aligned}$$

### Información del diagrama

Si el valor de un mes dado se encuentra sobre o por fuera de la recta límite 1, hay un 95% de probabilidad de que ello denote una variación significativa, o sea, una mejora o un deterioro real de la situación de seguridad.

Lo mismo ocurre con las líneas 2 o 3, pensando que entonces hay que considerar respectivamente los índices de frecuencia de dos y tres meses consecutivos, teniendo más importancia la línea tres por ser de máxima sensibilidad.

### Diagrama anual (acumulado)

Permite el control de las tendencias a largo plazo, en el alza o en la baja, de los índices de accidentes.

Para este diagrama, es necesario introducir el índice de frecuencia acumulado, siendo éste el número total de horas trabajadas hasta el mes en concreto. Por ejemplo:

$$I_{F \text{ acumulada hasta junio}} = \frac{N.^{\circ} \text{ total de accidentes de enero hasta junio} \times 1.000.000}{N.^{\circ} \text{ total de horas-hombre trabajadas de enero a junio}}$$

Incluye también un límite superior que indique cualquier agravación suficiente para provocar la intervención, y un límite inferior que señale cualquier mejora significativa.

Para la construcción del diagrama anual acumulado se procede de la siguiente manera:

1. Llevar al eje de ordenadas el índice de frecuencia, y al de abscisas los meses del año.

2. Calcular los límites superior e inferior de cada mes, mediante tablas (Poisson); si se utiliza la distribución normal, se emplearían las fórmulas.

3. Llevar al diagrama los valores obtenidos, se trazan las curvas y los límites superior e inferior.

4. Llevar al diagrama los índices de frecuencia acumulados de los meses transcurridos.

### Información del diagrama

Cuando el índice de frecuencia acumulado sale de los límites fijados por las curvas, implica que un factor nuevo ha venido a modificar la propensión de los accidentes, por lo que es necesario hacer una valoración del riesgo directa e inmediata, ya que la fluctuación del índice no es aleatoria.

### Ejemplo de aplicación

Mediante el método de las líneas límite para índices de frecuencia mensuales y acumulados, se trata de analizar la evolución de la accidentalidad de una empresa hipotética.

En la *tabla 3* se indican los datos sobre la accidentalidad registrada en una empresa durante un período de un año. Se supone que el índice de frecuencia esperado en función de los resultados del año anterior es de  $I_{Fe} = 70$ .

### Diagrama de índices de frecuencia mes a mes

Se trata de representar en un diagrama ortogonal bidimensional los índices de frecuencia mensuales, para interpretar el gráfico en función de la posición de éstos respecto a las diferentes líneas límite.

Haciendo uso de las tablas de límites superiores e inferiores, en las que se ha tabulado en función del índice de frecuencia esperado y del número de horas trabajadas los límites superior e inferior del índice de frecuencia, para un margen de confianza del 90% (según una distribución de Poisson), se obtienen los siguientes datos que se representan en el gráfico denominado "Diagrama mes a mes" (*figura 2*).

Enero:

$$I_{Fe} = 70$$

Horas trabajadas = 80.000 (se ha redondeado por exceso las 76.800 h)

$$L.S.1 = 128$$

$$L.I.1 = 31$$

Enero y febrero acumulados:

$$I_{Fe} = 70$$

Horas trabajadas = 160.000 (se ha redondeado por exceso las 154.400 h)

$$L.S.2 = 109$$

$$L.I.2 = 40$$

Enero, febrero y marzo acumulados:

$$I_{Fe} = 70$$

Horas trabajadas = 240.000 (se ha redondeado por exceso las 238.400 h)

$$L.S.3 = 101$$

$$L.I.3 = 45$$

Nota.-

Al haber tomado las horas trabajadas por exceso, se adoptan unos límites ligeramente más estrictos en beneficio de un margen de seguridad.

Del gráfico anterior (*figura 2*) podemos obtener las siguientes conclusiones sobre la evolución de la accidentalidad:

1. El índice de frecuencia del mes de enero está dentro de los límites LS1 y LI1. Por tanto, no es necesario adoptar

Tabla 3.

	Plantilla	Horas trabajadas	Accidentes mensuales	Horas trab. acumuladas	Accidentes acumulados	Ind. Frec. por mes	Ind. Frec. acumulado
Enero	480	76.800	9	76.800	9	117,19	117,19
Febrero	485	77.600	9	154.400	18	115,98	116,58
Marzo	500	84.000	8	238.400	26	95,24	109,06
Abril	490	78.400	7	316.800	33	89,29	104,17
Mayo	495	87.120	6	403.920	39	68,87	96,55
Junio	490	82.230	7	486.240	46	85,03	94,60
Julio	490	78.400	5	564.640	51	63,78	90,32
Agosto	485	27.160	0	591.800	51	0	86,17
Septiembre	480	80.640	7	672.440	58	86,81	86,25
Octubre	480	80.640	8	753.080	66	99,21	87,64
Noviembre	470	75.200	8	828.280	74	106,38	89,34
Diciembre	475	64.600	5	892.880	79	77,40	88,47
TOTALES		892.880	7				

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
L.S.	128	109	101	97	93	91	90	89	87	86	85	85
L.I.	31	40	45	48	50	52	53	53	53	54	55	55

Tabla 4

una acción correctora al estar dentro del campo esperado, con un margen de confianza del 90 %.

2. En el mes de febrero se ha producido un empeoramiento considerable de la accidentalidad, al haberse superado en dos meses consecutivos el límite superior de accidentalidad LS2. Se tendría que adoptar una acción correctora.

3. En el mes de marzo se ha restablecido totalmente la situación anómala del mes anterior, al quedar el índice de frecuencia mensual dentro de los límites fijados, es decir, al no situarse los índices

de frecuencia de tres meses consecutivos sobre la línea LS<sub>3</sub> o más allá.

#### Diagrama acumulado

Con los datos del índice de frecuencia esperado ( $I_{Fe} = 70$ ) y las horas trabajadas acumuladamente, se determinan mediante tablas correspondientes los límites superior e inferior que se indican a continuación en la *tabla 4*.

A partir de los datos de la tabla anterior, se trazan las líneas hiperbólicas del gráfico que representa el diagrama anual acumulado (*figura 3*), que delimitan el

campo de lo esperado para un margen de confianza del 90 %.

A la vista de los resultados obtenidos a partir del gráfico anterior, en el que se han representado los índices de frecuencia acumulados indicados en la *tabla 1*, se puede concluir que la evolución de la accidentalidad ha sido muy desfavorable desde febrero hasta junio. A partir de julio se aprecia una ligera mejora hasta el mes de septiembre, y desde octubre a final del año la situación vuelve a empeorar.

Bajo un punto de vista estadístico se puede decir que la situación es muy extrema ( $I_{F\text{acumulado}} = 88,47$ ), con un margen de confianza del 90%, y que el índice de frecuencia obtenido para este año está fuera de los límites recomendados, con lo que sería necesaria una acción correctora.

#### Bibliografía

- Curso de introducción al estudio de las Condiciones de Trabajo. Escuela Julián Besteiro.
- Curso de gestión y aplicación de Técnicas Preventivas. Escuela Julián Besteiro.
- Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Ministerio de Trabajo.
- Documentos Técnicos (INSHT).
- Cuadernos Divulgativos (INSHT).
- Guías Técnicas (INSHT).
- Notas Técnicas de Prevención (INSHT).

#### Internet

- [www.mtas.es/insht](http://www.mtas.es/insht) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- [www.funprl.es](http://www.funprl.es) Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

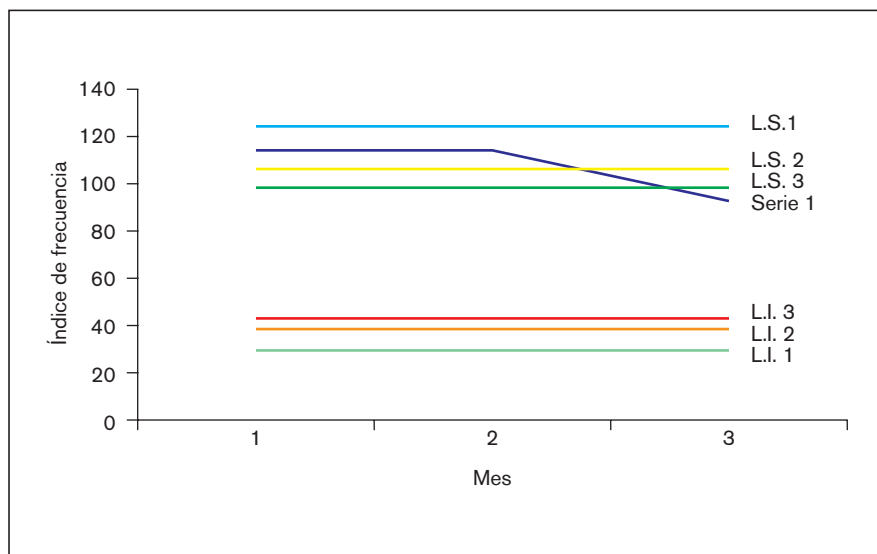
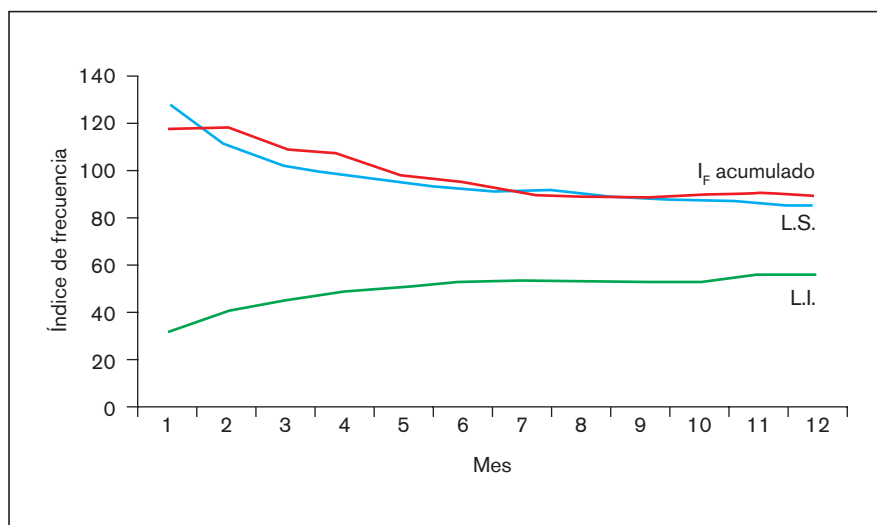


Figura 2. Diagrama mes a mes.

Figura 3. Diagrama anual acumulado.



## AUTOR

**Carlos Gustavo Navas Navas**  
c2417nn@copitima.com

Ingeniero técnico industrial en la especialidad de Mecánica por la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Málaga (1994). Ha trabajado para una empresa de construcción y se ha dedicado al ejercicio libre de la profesión desde 1995. Actualmente es profesor titular de educación secundaria en la especialidad Organización y proyectos de fabricación mecánica desde 2004 e imparte clases en ciclos formativos de grado medio y superior.