



**Cuestión 3 del Orden del Día:**

**Identificación de peligros y gestión de los riesgos de seguridad operacional**

**PROCESO DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

(Presentada por la Secretaría)

<b>Resumen</b>	
En esta Nota de Estudio se presenta información sobre los pasos a seguir en el proceso de evaluación de seguridad operacional para la implantación de la RNAV5 en el espacio aéreo de la Región Sudamericana y la Optimización de la red de rutas ATS.	
<b>Referencias:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Doc. 9859 -Manual SMM</li></ul>	
<b>Objetivos estratégicos de la OACI:</b>	<i>A – Seguridad operacional</i> <i>D - Eficiencia</i>

**1 Antecedentes**

1.1 La gestión de seguridad es el medio por el cual las organizaciones podrían controlar los procesos que podrían conducir a acontecimientos arriesgados, para asegurar que el riesgo o daño sea limitado a un nivel aceptable. La evaluación de seguridad, que es una de las funciones principales de un sistema de gestión de seguridad, proporciona un mecanismo para identificar los peligros potenciales y encontrar los modos de controlar el riesgo asociado con ellos.

**2 Análisis**

2.1 El alcance de la evaluación de seguridad debe ser bastante amplio para cubrir todos los aspectos del sistema ATS, que serán afectados por el cambio, directa o indirectamente.

2.2 Una evaluación de seguridad está basada y dirigida a dar respuestas a tres preguntas fundamentales:

- ¿Qué podría andar mal?
- ¿Cuáles serían las consecuencias?
- ¿Cuán a menudo podría ocurrir?

2.3 La evaluación de seguridad requiere un acercamiento sistemático. El proceso completo puede ser dividido en los siguientes pasos:

**1er paso:** Elaboración (u obtención) de una descripción completa del sistema que se debe evaluar y del entorno en que el sistema deberá funcionar

**2º paso:** Identificación de peligros

**3er paso:** Evaluación de las consecuencias de un peligro, expresado en términos de probabilidad

**4º paso:** Evaluación de las consecuencias de un peligro, expresado en términos de severidad

**5º paso:** Índice/tolerabilidad del riesgo

**6º paso:** Mitigación del riesgo

**7º paso:** Elaboración de los documentos de evaluación de la seguridad operacional

2.4 Una descripción de cada una de los pasos antes mencionados se muestra en el **Apéndice A** de esta nota de Estudio.

### 3. **Acción Sugerida**

3.1 Se invita al Taller/Seminario a tomar nota de la información proporcionada y revisar y tomar como referencia el contenido del **Apéndice A** de esta nota de estudio para la labor que debe desarrollarse respecto a la seguridad operacional de la implantación de la RNAV 5 y la ATSRO.

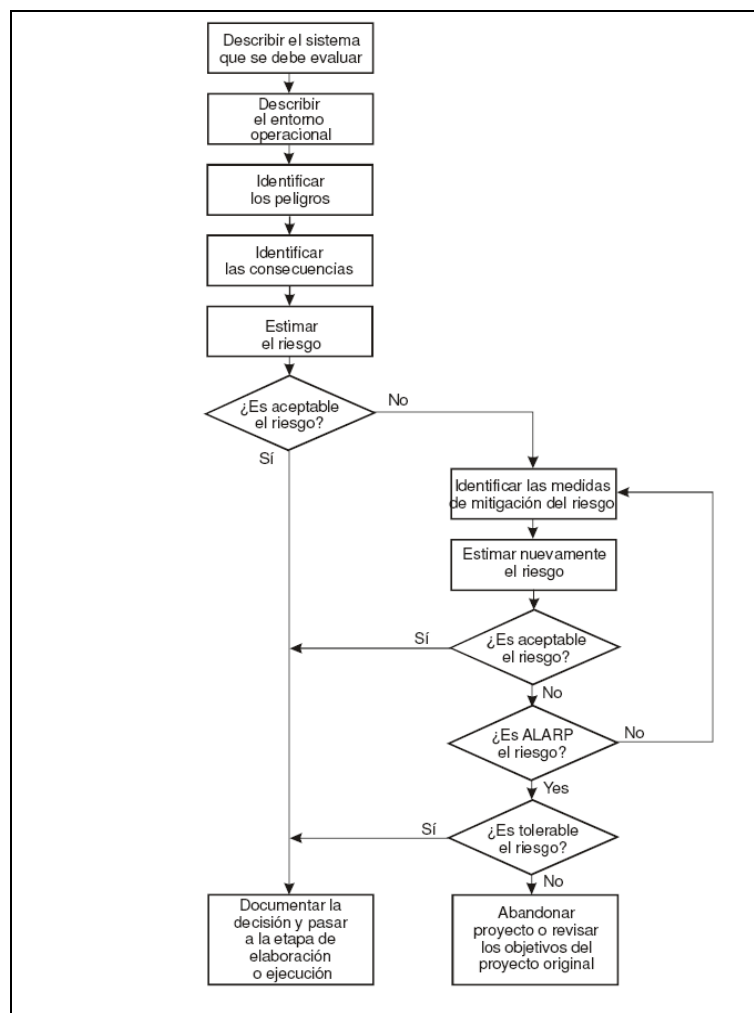
## APENDICE A

### PROCESO DE EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL

1. El proceso de evaluación de la seguridad operacional puede dividirse en los siete pasos que se describen a continuación:

- 1er paso:** Elaboración (u obtención) de una descripción completa del sistema que se debe evaluar y del entorno en que el sistema deberá funcionar
- 2º paso:** Identificación de peligros
- 3er paso:** Evaluación de las consecuencias de un peligro, expresado en términos de probabilidad
- 4º paso:** Evaluación de las consecuencias de un peligro, expresado en términos de severidad
- 5º paso:** Índice/tolerabilidad del riesgo
- 6º paso:** Mitigación del riesgo
- 7º paso:** Elaboración de los documentos de evaluación de la seguridad operacional

2. En la siguiente **Figura 01** se presenta un diagrama que ilustra el proceso de evaluación de la seguridad operacional y muestra la posible necesidad de realizar varios ciclos del proceso hasta encontrar un método satisfactorio de mitigación de riesgos.



**Figura 01** diagrama que ilustra el proceso de evaluación de la seguridad operacional

3. Seguidamente se examinarán con más detalles cada uno de los siete pasos de una evaluación de la seguridad operacional.

**PRIMER PASO: ELABORACIÓN DE UNA DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL SISTEMA QUE SE DEBE EVALUAR Y DEL ENTORNO EN QUE EL SISTEMA DEBERÁ FUNCIONAR**

4. El “sistema”, definido para la evaluación de la seguridad operacional, será siempre un subcomponente de un sistema más grande. Por ejemplo, aun cuando la evaluación comprenda todos los servicios proporcionados en un aeródromo, éste puede considerarse como un subcomponente de un sistema regional más grande, que a su vez es un subcomponente del sistema de aviación mundial. Si se deben identificar todos los peligros posibles, las personas que participan en la evaluación de la seguridad operacional deben tener una buena comprensión del nuevo sistema o de los cambios propuestos, y de cómo éstos actuarán en relación con otros componentes del sistema general, del cual el nuevo sistema es una parte. Por esta razón, el Primer Paso del proceso de evaluación de la seguridad operacional es preparar una descripción del sistema o del cambio propuesto.

5. El proceso de identificación de peligros puede identificar únicamente los peligros que están comprendidos en el ámbito del sistema descrito. Por lo tanto, los límites del sistema deben ser lo suficientemente amplios como para abarcar todas las repercusiones posibles que el sistema pueda tener. En particular, es importante que la descripción incluya las relaciones con el sistema más grande del cual es parte el sistema que es objeto de evaluación.

6. Una descripción detallada del sistema debería indicar los siguientes aspectos:

- a) finalidad del sistema;
- b) cómo se empleará el sistema;
- c) funciones del sistema;
- d) límites e interfaces externas del sistema; y
- e) entorno en que funcionará el sistema.

7. Las repercusiones en la seguridad operacional de una posible pérdida o degradación del sistema las determinarán, en parte, las características del entorno operacional en que estará integrado el sistema. Por lo tanto, la descripción de dicho entorno debería incluir todos los factores que podrían tener un efecto importante sobre la seguridad operacional. Estos factores variarán de un caso a otro; los mismos podrían incluir, por ejemplo, características del tránsito aéreo, infraestructura aeroportuaria y factores relacionados con las condiciones meteorológicas.

8. La descripción del sistema debería comprender también los procedimientos de contingencia y otras operaciones que no son ordinarias, por ejemplo, una falla de las comunicaciones o de las ayudas para la navegación. Para los proyectos de gran envergadura, la descripción del sistema debería comprender la estrategia para la transición del sistema viejo al nuevo.

9. Por ejemplo, ¿será el sistema actual puesto fuera de servicio y reemplazado inmediatamente por el nuevo sistema, o funcionarán ambos paralelamente por cierto tiempo?

**SEGUNDO PASO: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

10. En la etapa de identificación de peligros se deberían estudiar todas las fuentes posibles de fallas del sistema. Dependiendo de la naturaleza y del tamaño del sistema que se considera, entre estas fuentes deberían incluirse las siguientes:

- a) equipo (soporte físico y lógico);
- b) entorno operacional (p. ej., condiciones físicas, espacio aéreo y diseño de rutas);
- c) operadores humanos;
- d) interfaz persona-máquina;
- e) procedimientos operacionales;
- f) procedimientos de mantenimiento; y
- g) servicios externos.
- e) otros

11. Todas las personas que participan en el proceso de identificación de peligros deberían estar conscientes de la importancia de las condiciones latentes, dado que generalmente no son evidentes. El proceso debería buscar específicamente respuestas a preguntas tales como “¿cómo podría el personal interpretar erróneamente este procedimiento?” o “¿cómo podría una persona emplear mal esta nueva función o este nuevo sistema (voluntaria o involuntariamente)?”

12. La etapa de identificación de peligros debería iniciarse lo antes posible en el proyecto. En los grandes proyectos debería haber varias sesiones de identificación de peligros en diferentes etapas de desarrollo del proyecto. El nivel de detalle necesario depende de la complejidad del sistema que se considere y del momento del ciclo de vida del sistema en que se realiza la evaluación. En general, es de esperar que sean necesarios menos detalles para una evaluación llevada a cabo durante la etapa de definición de los requisitos operacionales que para una evaluación realizada durante la etapa de diseño, que es detallada.

13. El registro de peligros debería contener una descripción de cada uno de los peligros, sus consecuencias, la evaluación de su probabilidad y gravedad y toda medida de mitigación necesaria. Este registro debería actualizarse a medida que se identifiquen nuevos peligros y se presenten propuestas para su mitigación.

**TERCER PASO: EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE UN PELIGRO, EXPRESADO EN TÉRMINOS DE PROBABILIDAD**

14. En la estimación de la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso se emplea un enfoque similar al adoptado en el paso Segundo; es decir, mediante discusiones estructuradas empleando una clasificación normalizada como guía. La **Figura 02** especifica la probabilidad como categorías cualitativas, pero también podría incluirse valores numéricos para las probabilidades relacionadas con cada categoría. En algunos casos, puede haber datos disponibles que permitirán hacer estimaciones numéricas directas de la probabilidad de fallas. Por ejemplo, a menudo hay muchos datos disponibles sobre índices de fallas de componentes para varios años con respecto a los elementos de soporte físico de un sistema.

15. La estimación de la probabilidad de que ocurran sucesos peligrosos relacionados con errores humanos generalmente supondrá un grado de evaluación subjetiva (y debería tenerse presente que aun cuando se evalúe el soporte físico, existe siempre la posibilidad de fallas debidas a errores humanos como, por ejemplo, procedimientos de mantenimiento incorrectos). Sin embargo, al igual que en el caso

de la estimación de la gravedad, las discusiones en grupo estructuradas, con participantes que tienen amplia experiencia en sus respectivas especialidades, y la adopción de una clasificación de riesgos normalizada deberían asegurar que el resultado será un juicio con conocimiento de causa.

16. Una vez que se ha completado la evaluación de probabilidad para todos los peligros identificados, los resultados deberían consignarse en el registro de peligros, incluyendo la justificación de la clasificación escogida.

	Significado	Valor
<b>Frecuente</b>	Probable que ocurra muchas veces (ha ocurrido con frecuencia)	<b>5</b>
<b>Ocasional</b>	Probable que ocurra algunas veces (ha ocurrido infrecuentemente)	<b>4</b>
<b>Remoto</b>	Improbable, pero posible que ocurra (ha ocurrido raramente)	<b>3</b>
<b>Improbable</b>	Muy improbable que ocurra (no se sabe que haya ocurrido)	<b>2</b>
<b>Extremadamente Improbable</b>	Casi inconcebible que el suceso ocurra	<b>1</b>

**Figura 02 Probabilidad como categorías cualitativas**

17. Sólo con carácter informativo se incluye a continuación una definición cuantitativa en cada una de las probabilidades de la Figura anterior:

Frecuente:	1 a $10^{-3}$ por hora de vuelo
Ocasional:	$10^{-3}$ a $10^{-5}$ por hora de vuelo
Remoto:	$10^{-5}$ a $10^{-7}$ por hora de vuelo
Improbable:	$10^{-7}$ a $10^{-9}$ por hora de vuelo
Extremadamente improbable:	$< 10^{-9}$ por hora de vuelo

#### **CUARTO PASO: EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE UN PELIGRO, EXPRESADO EN TÉRMINOS DE SEVERIDAD**

18. Antes de iniciar este paso, deberían consignarse en el registro de peligros las consecuencias de cada peligro identificado en el Segundo y Tercer paso. El Cuarto paso supone la evaluación de la severidad de cada una de estas consecuencias.

19. Se han elaborado sistemas de clasificación de riesgos para un gran número de aplicaciones en que el análisis de peligros se emplea regularmente. Un ejemplo de uno de estos sistemas puede encontrarse en la **Figura 03** siguiente:

Gravedad del suceso	Significado	Valor
<b>Catastrófico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Destrucción de equipo</li> <li>— Muertes múltiples</li> </ul>	<b>A</b>
<b>Peligroso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Reducción importante de los márgenes de seguridad, daño físico o una carga de trabajo tal que los operarios no pueden desempeñar sus tareas en forma precisa y completa</li> <li>— Lesiones graves</li> <li>— Daños mayores al equipo</li> </ul>	<b>B</b>
<b>Mayor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Reducción significativa de los márgenes de seguridad, reducción en la habilidad del operador en responder a condiciones operacionales adversas como resultado del incremento de la carga de trabajo, o como resultado de condiciones que impiden su eficiencia</li> <li>— Incidente grave</li> <li>— Lesiones a las personas</li> </ul>	<b>C</b>
<b>Menor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Interferencia</li> <li>— Limitaciones operacionales</li> <li>— Uso de procedimientos de emergencia</li> <li>— Incidentes menores</li> </ul>	<b>D</b>
<b>Insignificante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Consecuencias leves</li> </ul>	<b>E</b>

**Figura 03 -Evaluación de la severidad de los eventos**

20. Si bien la evaluación de la severidad de las consecuencias siempre significará cierto grado de juicio subjetivo, las discusiones en grupo estructuradas, guiadas por una clasificación de riesgos normalizada y con participantes que tienen amplia experiencia en sus respectivas especialidades, deberían asegurar que el resultado será un juicio con conocimiento de causa.

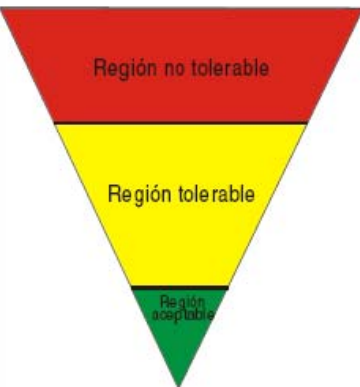
21. Una vez que se ha completado la evaluación de la gravedad de todos los peligros identificados, los resultados deberían consignarse en el registro de peligros, incluyendo la justificación de la clasificación dada a la severidad.

#### **QUINTO PASO: INDICE/TOLERABILIDAD DEL RIESGO**

22. Puesto que la tolerabilidad o aceptabilidad de un riesgo depende tanto de su probabilidad como de la severidad de sus consecuencias, los criterios empleados para juzgar la tolerabilidad serán siempre bidimensionales. Por lo tanto, la tolerabilidad generalmente se basa en la comparación con una matriz de severidad y probabilidad. En la **Figura 04** se presenta un ejemplo de una matriz para la evaluación de la tolerabilidad del riesgo. En la **Figura 05** se presenta un ejemplo de una matriz de la tolerabilidad del riesgo de seguridad operacional

Probabilidad del riesgo	Gravedad del riesgo				
	Catastrófico A	Peligroso B	Mayor C	Menor D	Insignificante E
Frecuente 5	<b>5A</b>	<b>5B</b>	<b>5C</b>	<b>5D</b>	<b>5E</b>
Ocasional 4	<b>4A</b>	<b>4B</b>	<b>4C</b>	<b>4D</b>	<b>4E</b>
Remoto 3	<b>3A</b>	<b>3B</b>	<b>3C</b>	<b>3D</b>	<b>3E</b>
Improbable 2	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>	<b>2D</b>	<b>2E</b>
Extremadamente improbable 1	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>1D</b>	<b>1E</b>

**Figura 04** Matriz para la evaluación de la tolerabilidad del riesgo

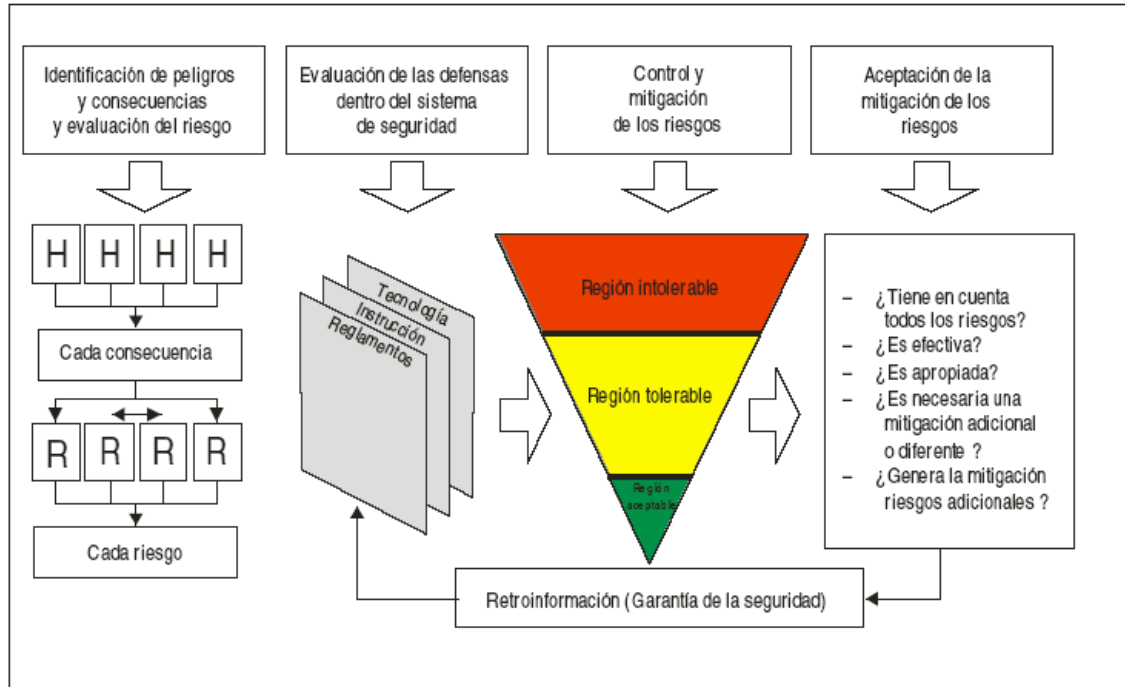
Criterios sugeridos	Índice de evaluación del riesgo	Criterios sugeridos
	<b>5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A</b>	Inaceptable bajo las circunstancias existentes
	<b>5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C</b>	Aceptable en base a mitigación del riesgo. Puede requerir una decisión de la dirección.
	<b>3E, 2D, 2E, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E</b>	Aceptable

**Figura 5** Matriz de la tolerabilidad del riesgo de seguridad operacional

23. Existe una zona entre el riesgo *aceptable* y el *inaceptable* en que la decisión en cuanto a la aceptabilidad no es clara y determinante. Estos últimos riesgos forman una tercera categoría en la que el riesgo puede ser tolerable si se reduce al nivel más bajo prácticamente posible (ALARP). Cuando un riesgo se clasifica como ALARP, siempre se procurará implantar medidas de mitigación y las medidas de mitigación que se consideren factibles se aplicarán.

**SEXTO PASO: MITIGACIÓN DEL RIESGO**

24. Como se señaló en el Quinto paso, si el riesgo no satisface los criterios de tolerabilidad predeterminados, siempre se debería intentar reducirlo a un nivel aceptable o, si esto no es posible, al nivel más bajo prácticamente posible empleando los procedimientos de mitigación apropiados.
25. La identificación de medidas apropiadas de mitigación de riesgos exige una buena comprensión del peligro y de los factores que contribuyen a que ocurra un suceso de este tipo, puesto que todo mecanismo que sea eficaz para reducir el riesgo tendrá que modificar uno o más de estos factores.
26. Las medidas de mitigación de riesgos pueden producir efecto reduciendo la probabilidad de que el suceso ocurra o la severidad de las consecuencias, o ambas cosas. Lograr reducir el riesgo al nivel deseado puede exigir la aplicación de más de una medida de mitigación.
27. Entre las medidas posibles para mitigar los riesgos cabe mencionar:
- a) revisión del diseño del sistema;
  - b) modificación de los procedimientos operacionales;
  - c) cambios en la organización de la dotación; y
  - d) capacitación del personal para hacer frente al peligro.
28. Cuanto más pronto se identifiquen los peligros en el ciclo de vida del sistema, tanto más fácil será cambiar el diseño del sistema, si es necesario. A medida que el sistema se acerca a su implantación, cambiar el diseño se hace más difícil y costoso. Esto podría reducir las opciones de mitigación posibles para aquellos peligros que no se identifican hasta las últimas etapas del proyecto.
29. La eficacia de toda medida de mitigación de riesgos que se proponga debe evaluarse, primero examinando muy de cerca si la aplicación de las medidas de mitigación puede introducir nuevos peligros, y después repitiendo los pasos Tercero, Cuarto y Quinto para evaluar la tolerabilidad del riesgo con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.
30. Una vez que se ha implantado el sistema, cuando se evalúan los resultados de la supervisión de la eficacia de la seguridad operacional se debe verificar atentamente si las medidas de mitigación dan los resultados previstos. En la **Figura 06** siguiente se presenta el proceso de mitigación de los riesgos de seguridad operacional.



**Figura 06 -El proceso de mitigación de los riesgos de seguridad operacional.**

### **SÉPTIMO PASO: ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL**

31. El propósito de los documentos de evaluación de la seguridad operacional es tener un registro permanente de los resultados finales de la evaluación de la seguridad operacional y los argumentos y pruebas que demuestran que los riesgos relacionados con la implantación del sistema o el cambio propuesto se han eliminado o han sido controlados adecuadamente y reducidos a un nivel tolerable.

*Nota.— Esta presentación de los argumentos y pruebas para demostrar la seguridad operacional se menciona en muchos textos sobre gestión de la seguridad operacional como un caso de seguridad operacional. También se emplea a veces la expresión argumentación de seguridad operacional con un significado similar.*

32. Si bien los documentos de la evaluación de la seguridad operacional se mencionan aquí en el último paso, durante los pasos anteriores ya se habrá producido una cantidad considerable de documentos.

33. Además de describir los resultados de la evaluación de la seguridad operacional, la documentación debería contener un resumen de los métodos empleados, los peligros identificados y las medidas de mitigación que son necesarias para satisfacer los criterios de evaluación de la seguridad operacional. El registro de peligros debería incluirse siempre. La documentación debería prepararse con detalles suficientes de modo que quien quiera que la lea pueda ver no sólo qué decisiones se tomaron, sino también cuál fue la justificación para clasificar los riesgos como aceptables o tolerables. También debería incluir los nombres de los miembros del personal que participaron en el proceso de evaluación.

34. La persona responsable de que se realice la evaluación de seguridad operacional y que firma la aceptación final de dicha evaluación será diferente según sean la magnitud y complejidad del proyecto y la política de la organización. En algunos casos será el director del proyecto. Cuando no se haya nombrado un director del proyecto, podrá ser el supervisor responsable del sistema de que se trata. En algunas organizaciones, la aceptación puede requerir la aprobación de un nivel superior de administración en los casos en que el riesgo residual no se puede reducir a un nivel aceptable, pero se debe aceptar como tolerable y ALARP. La firma de los documentos de evaluación de la seguridad operacional por el jefe responsable, para indicar la aceptación, es el acto final del proceso de evaluación.