



AERONÁUTICA CIVIL  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

**Metodología de evaluación  
cuantitativa del riesgo con enfoque  
multiamenazas dirigida a  
aeropuertos**

# Aspectos Generales



# ASPECTOS GENERALES

Enmarcada en la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 2157 de 2017

Aproximadamente el 28 % de la población se encuentra localizada en áreas susceptibles a presentar inundaciones y el 31 % de la población en áreas susceptibles a movimientos en masa.

Herramienta sistemática y detallada para el cálculo del riesgo con enfoque multiamenazas en la infraestructura aeroportuaria del país.

Buscando, por una parte, que los nuevos desarrollos en infraestructura se construyan con un grado de resistencia que les permita seguir funcionando en situaciones de desastre y por otra, poner en práctica medidas de mitigación en las instalaciones existentes.

# ASPECTOS GENERALES

## Identificación

Amenazas a las que se expone la infraestructura aeroportuaria

## Descripción

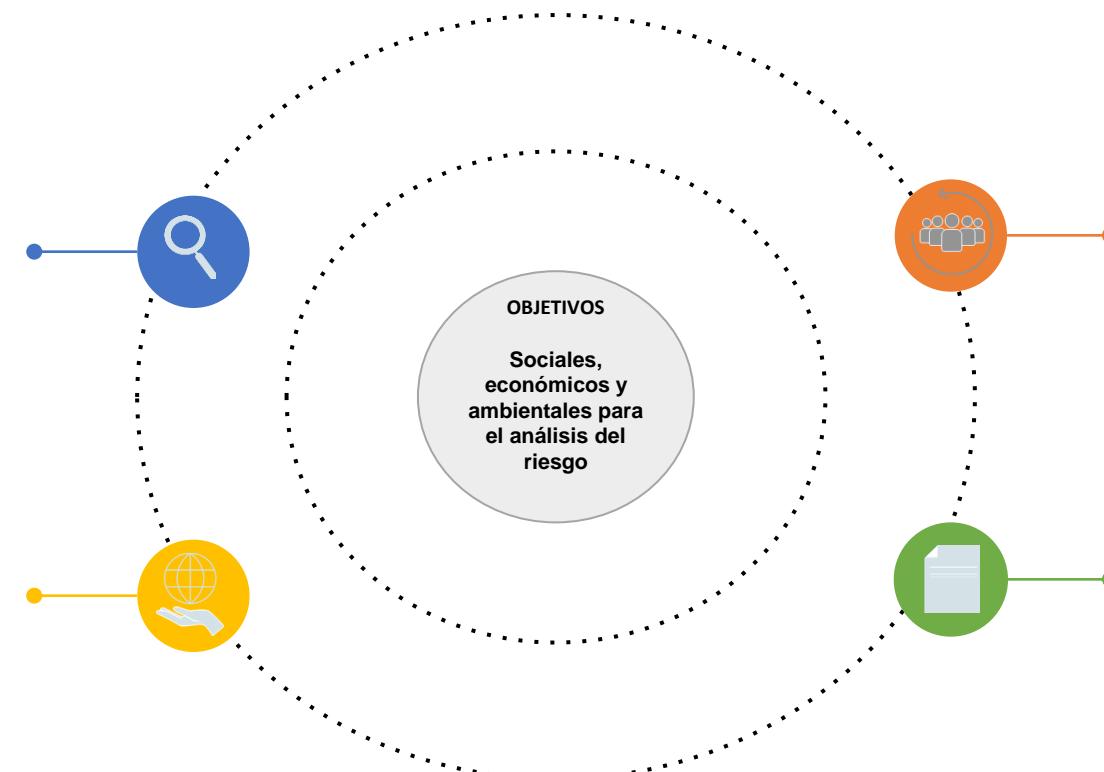
Área de influencia y escalas de trabajo

## Análisis

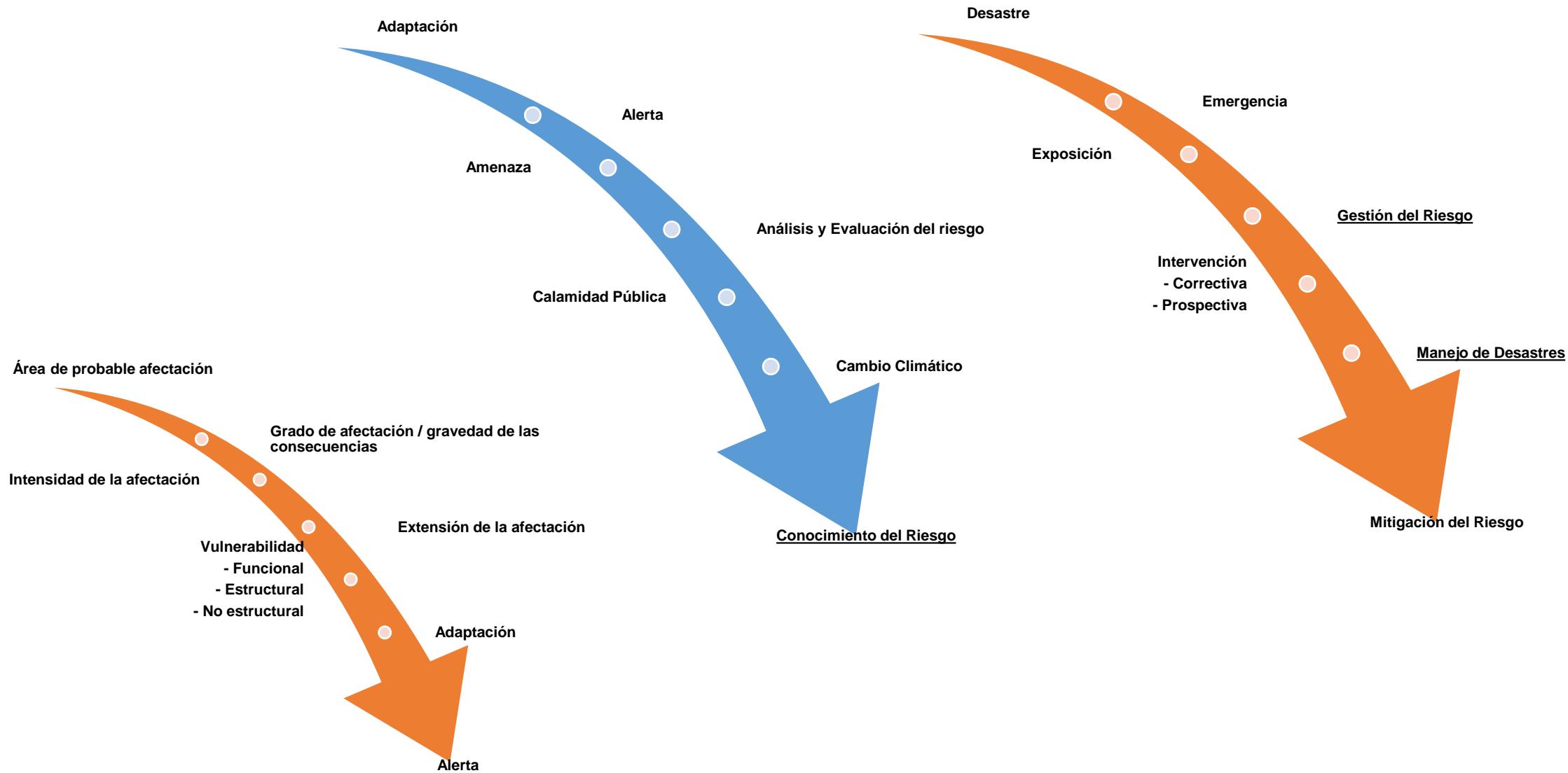
Factores naturales y antrópicos que puedan convertirse en amenazas

## Elaboración

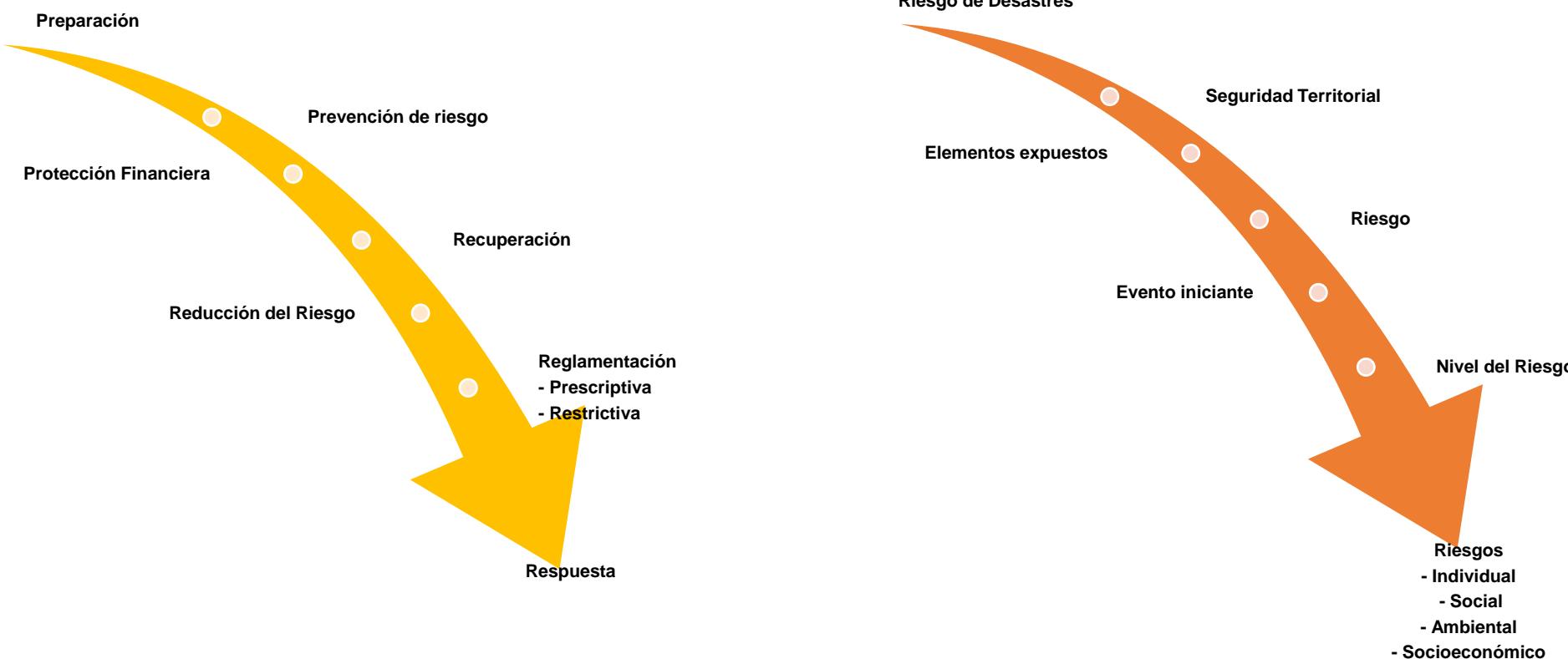
Escenarios de análisis de riesgo



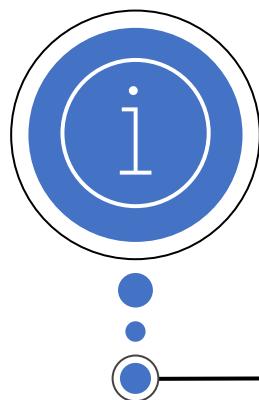
# ASPECTOS CONCEPTUALES



# ASPECTOS CONCEPTUALES



# METODOLOGÍA PARA EL CONOCIMIENTO DEL RIESGO



## Requerimientos Básicos de Información

- \*Información del proyecto
- \*Información externa al proyecto



## Descripción del Aeropuerto y sus operaciones

- \*Localización Fisiográfica
- \*Infraestructura aeroportuaria
- \*Infraestructura Misional:
  - Infraestructura de servicios de emergencia
  - Otras infraestructuras conexas
- \*Clasificación del Aeropuerto
- \*Operaciones aéreas
- \*Movilización de Pasajeros
- \*Localización geográfica



## Descripción del Entorno Ambiental

- \*Físico
- \*Biótico
- \*Social

# CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS AEROPUERTOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS

## Ponderación

- Se propone el uso de matrices de ponderación de los factores que componen el riesgo total el cual se define como:

$$RT = RI + RS + RA + RSE$$

Siendo

RT: Riesgo Total

RI: Riesgo individual

RS: Riesgo social

RA: Riesgo Ambiental

RSE: Riesgo socioeconómico

Cada uno de los factores de la ecuación del riesgo total podrá ser ponderado utilizando una matriz de ponderaciones asignándole valores de 1 a 100 Unidades de Importancia (UI).

## Riesgo Total

- Riesgo total, siendo la sumatoria total de los factores ponderados por aeropuertos clasificados finalmente en tres rangos: riesgos tolerables, No tolerables y aceptables.

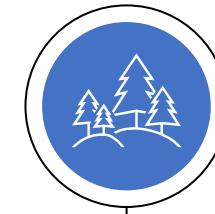
Factores	UI	VriAE1	Vri*UI	VriAE2	Vri*UI	VriAE3	Vri*UI
RI	40						
RS	20						
RA	20						
RSE	20						
RT	100		Aceptable		Tolerable		No tolerable

Fuente: Consorcio Aerotumaco PyJ, 2019

Vri: valor del riesgo calculado para cada factor y aeropuerto (AE)

# VALORACIÓN DE RIESGOS

## VALORACIÓN DE RIESGOS



Riesgo Ambiental

Tanques de almacenamiento de combustibles y capacidad de combustible del avión

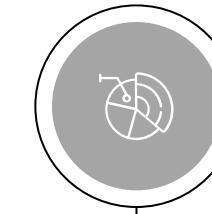
Probabilidad  
Vs  
Afectación



Riesgo Socioeconómico

Población, infraestructura, actividades productivas y bienes de interés cultural

Riesgo Total



Riesgo Individual

La frecuencia, por año, de que una persona situada en un punto del entorno de una actividad industrial resulte letalmente afectada por un suceso final que haya ocurrido en dicha instalación.

Localización Geográfica del entorno de la actividad



Riesgo Social

Evaluar la relación entre un punto geográfico del entorno y las personas afectadas.

Número de víctimas que puede ocasionar y la frecuencia de ocurrencia del suceso

# CRITERIOS DE TOLERABILIDAD

01

Nivel de riesgo máximo, corresponde al límite para el cual todo valor superior no puede ser justificado y por ende deben implementarse mecanismos para disminuirlo de forma inmediata y/o el área incluida dentro de este nivel de riesgo deberá ser gestionada de tal forma que haya restricción en el uso del suelo y se limite la existencia de elementos vulnerables expuestos a este nivel de riesgo.

02

Nivel de riesgo mínimo, corresponde al nivel para el que todo valor inferior puede considerarse no significativo y por lo tanto no es necesario implementar mecanismos de reducción.



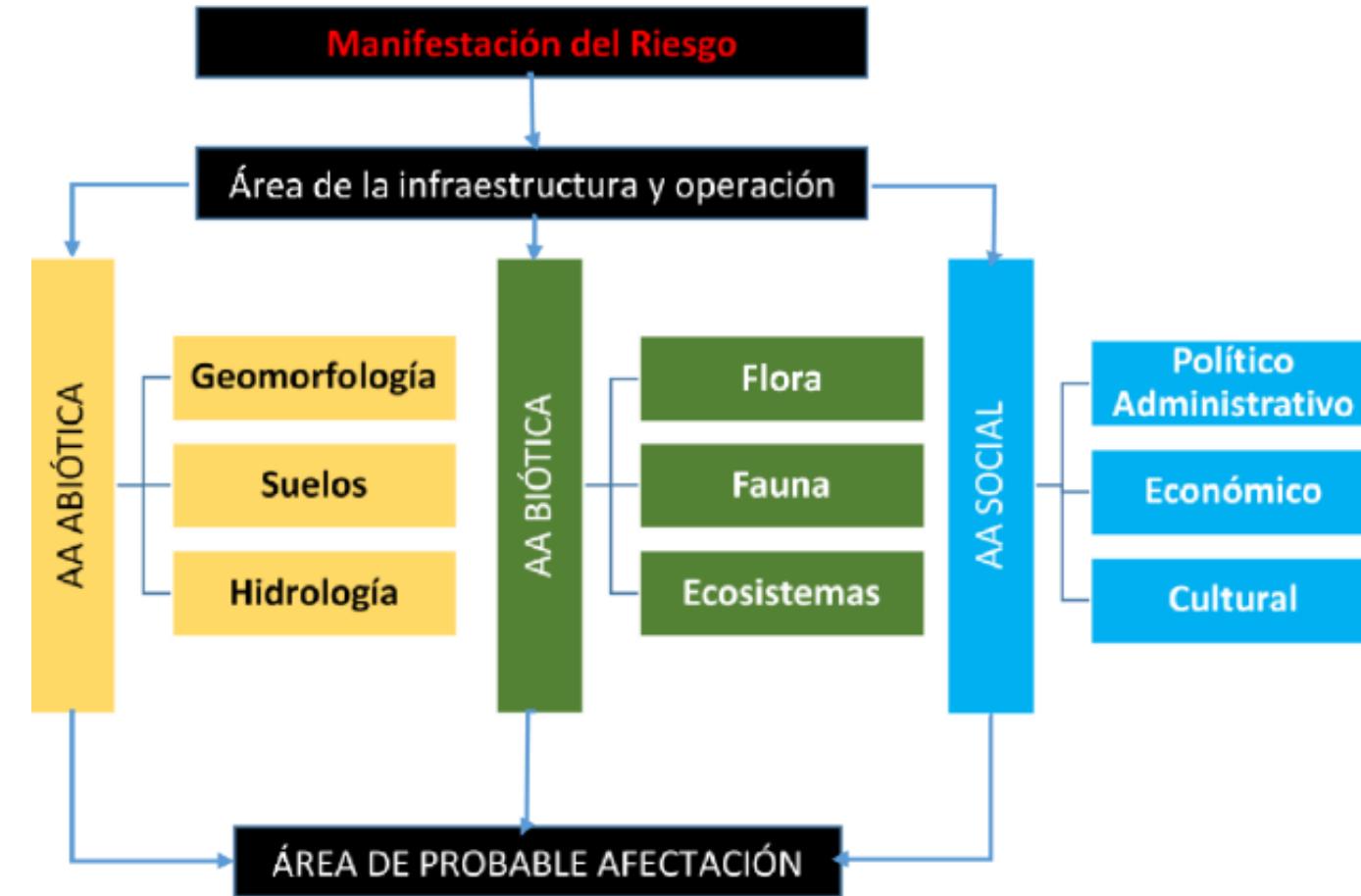
## JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

Una vez calificados todos los escenarios, a cada uno le corresponde un tipo de riesgo en la escala de colores, para lo cual son ubicados en una matriz que permite observar claramente esta definición.

COLOR	NIVEL DE RIESGO	TIPO DE RESPUESTA	GRADO DE RESPUESTA
Rojo	Alto	Detallada	Escenario donde se requiere diseñar una evaluación detallada y urgente para el manejo del riesgo del impacto ambiental negativo.
Ambar	Medio	General	Se debe diseñar una respuesta de carácter general para el manejo del riesgo del impacto ambiental negativo.
COLOR	NIVEL DE RIESGO	TIPO DE RESPUESTA	GRADO DE RESPUESTA
Verde	Bajo	No amerita	Sin amenaza significativa, no amerita una inversión de recursos especiales de preparación, pero si evaluar y monitorear su comportamiento futuro.

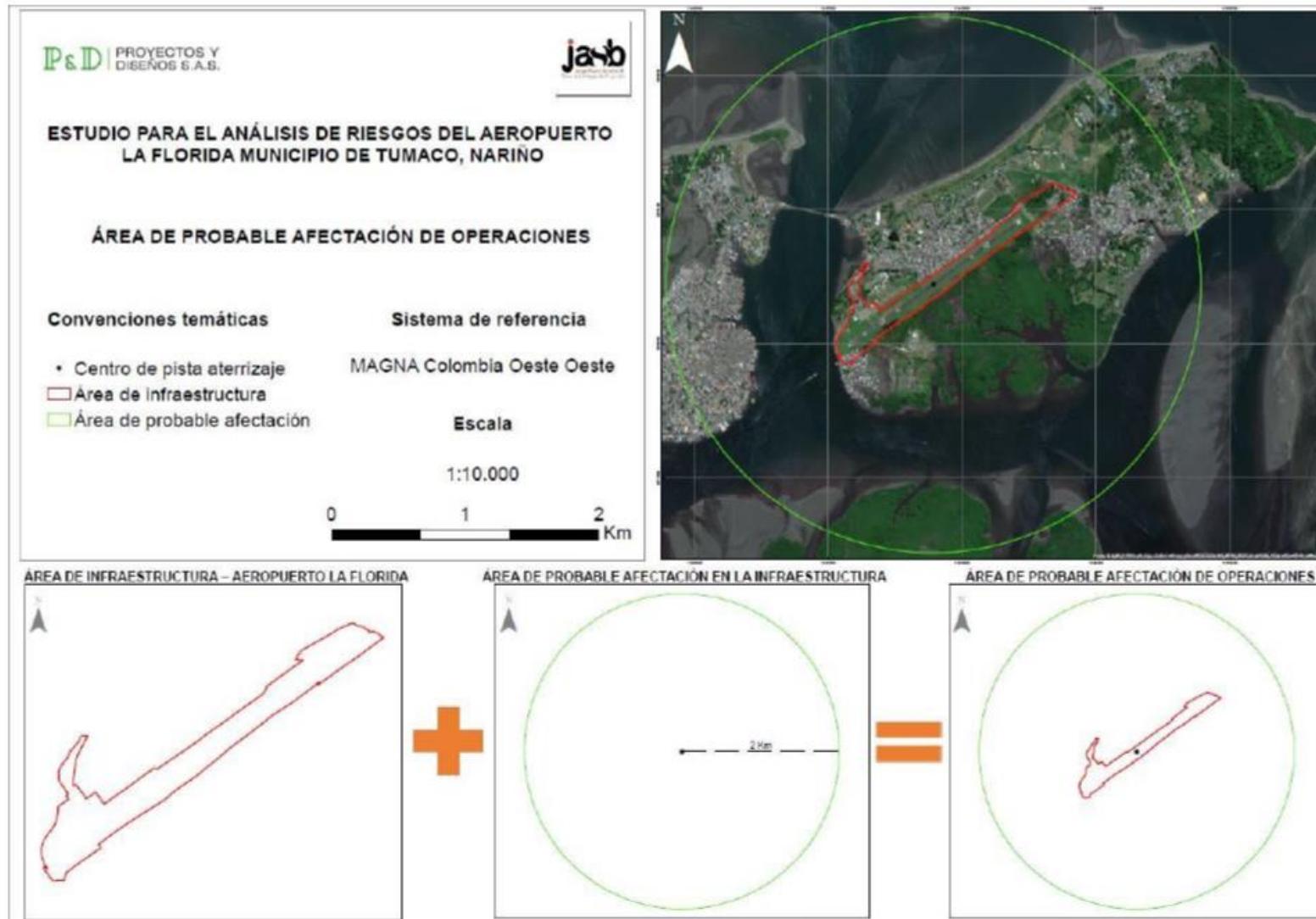
Fuente: Consorcio Aerotumaco PyJ-2019

## ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DEL ÁREA DE PROBABLE AFECTACIÓN



Fuente: Consorcio Aerotumaco PyJ-2019

# ÁREA PROBABLE DE AFECTACIÓN DE OPERACIONES

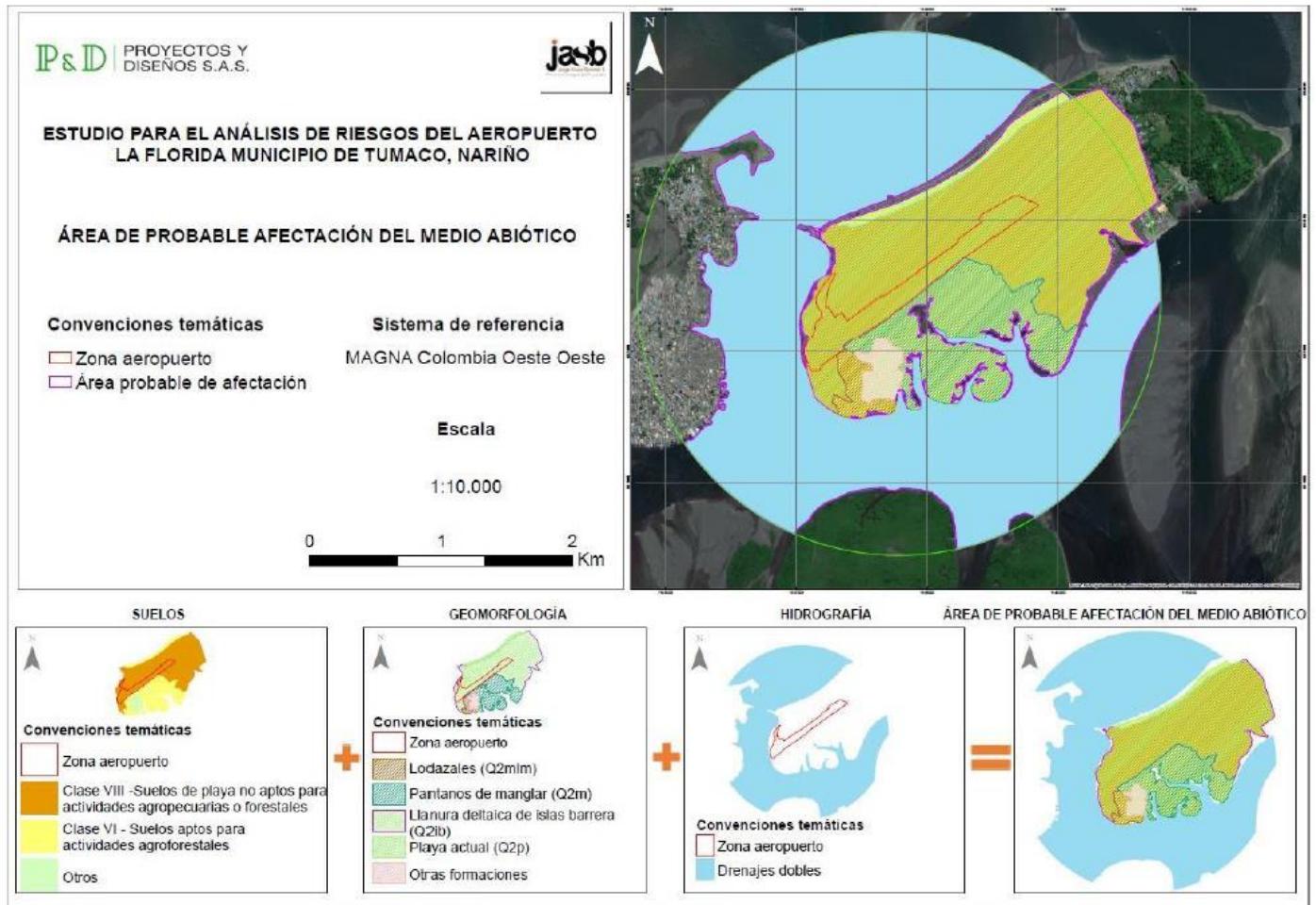


Riesgos sobre infraestructura y operación del aeropuerto:

Son los riesgos con mayor alcance de distancia correspondientes a 2 km del área de infraestructura aeroportuaria.

Fuente: Consorcio Aerotumaco PyJ-2019

# ÁREA PROBABLE DE AFECTACIÓN ABIÓTICA

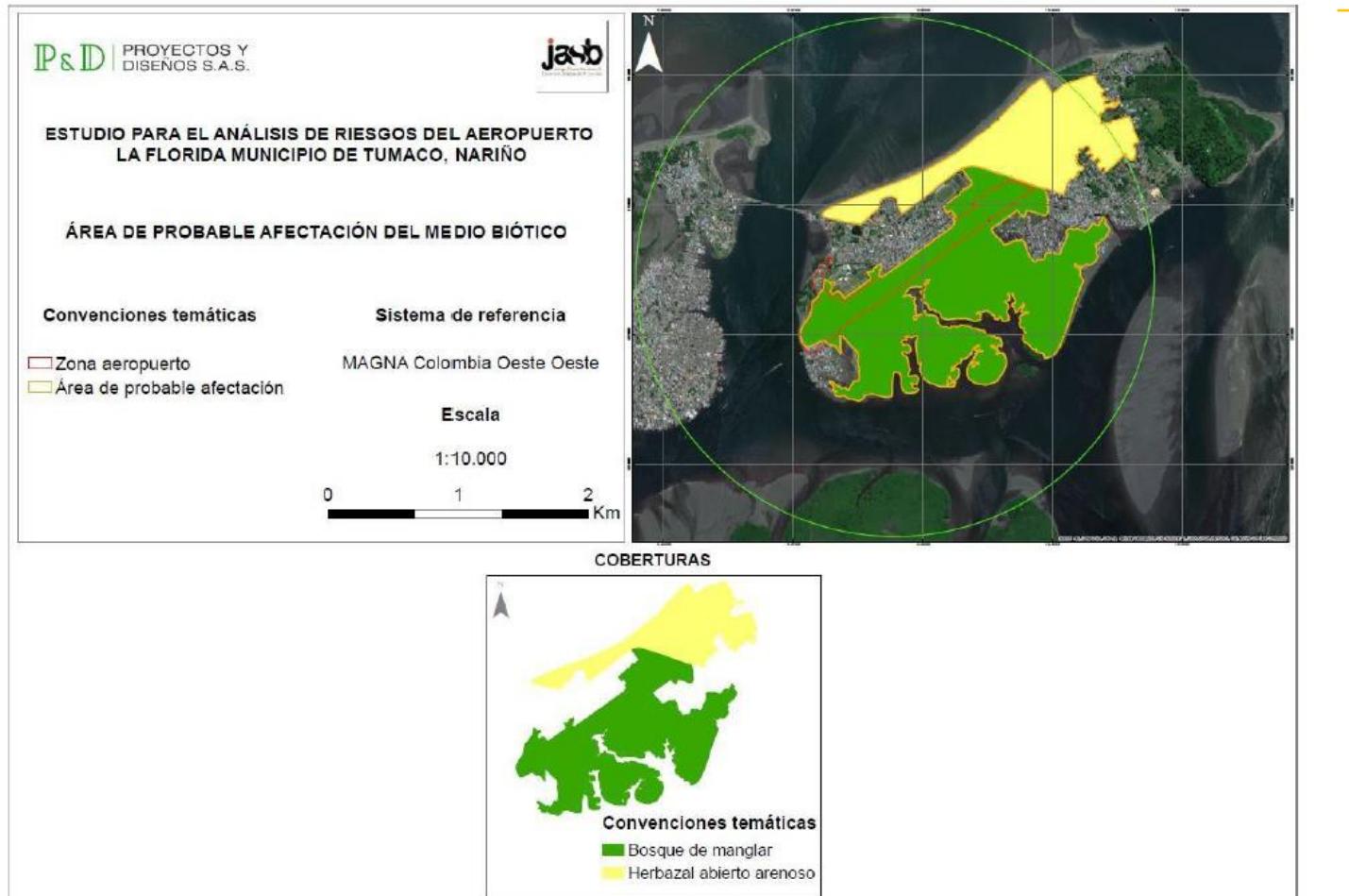


## Afectación Abiótica:

Afectación o daño sobre las unidades o componente de análisis considerados, como las geoformas, suelos e hidrografía.

Fuente: Consorcio Aerotumaco PyJ-2019

# ÁREA PROBABLE DE AFECTACIÓN BIÓTICA

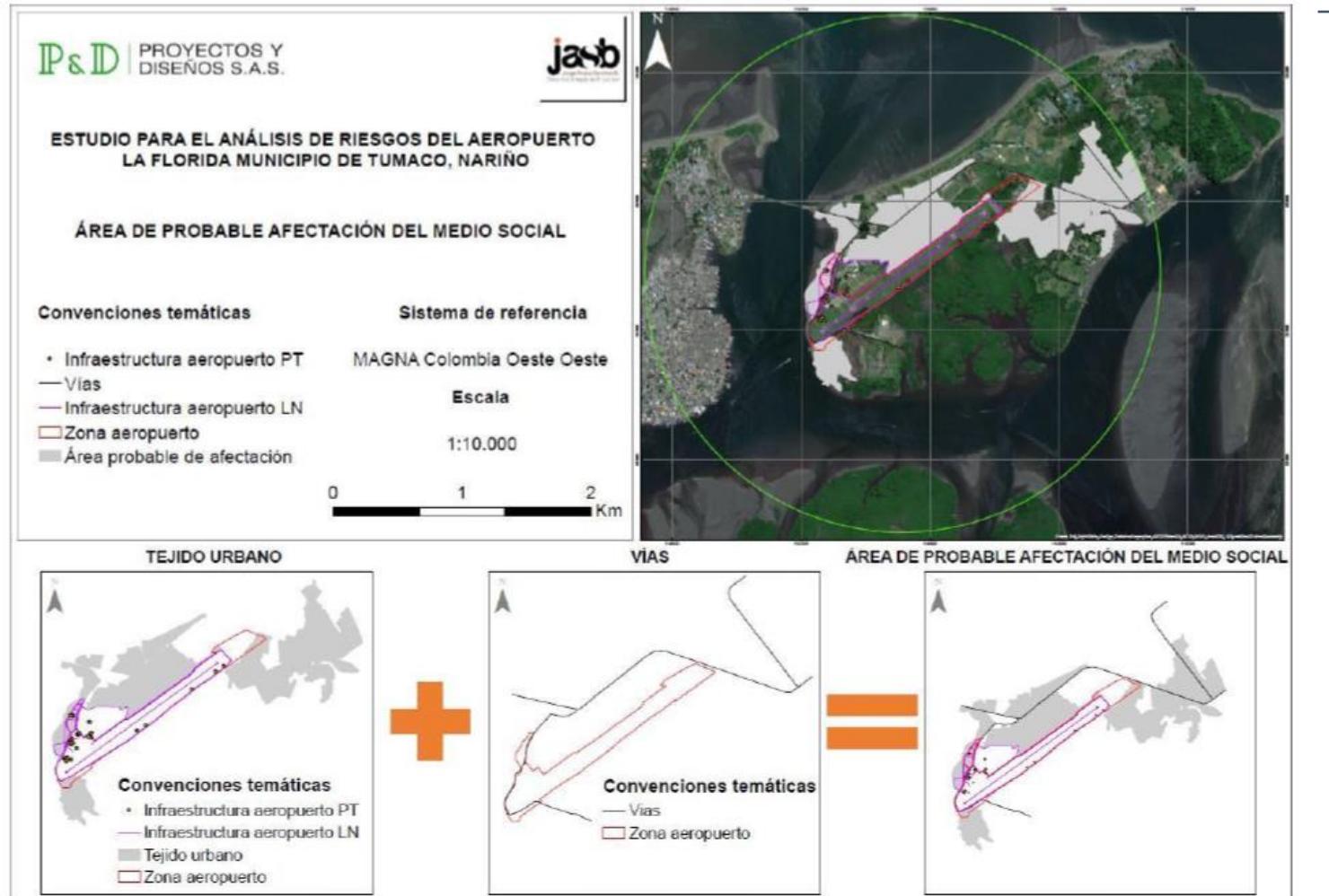


**Afectación biótica:**

Efectos que puedan presentarse en el entorno biótico (ecosistemas, unidades de cobertura, fauna o flora) adyacente al aeropuerto, pérdida de biodiversidad y/o contribución a la fragmentación del hábitat.

**Fuente:** Consorcio Aerotumaco PyJ-2019

# ÁREA PROBABLE DE AFECTACIÓN SOCIOECONÓMICA

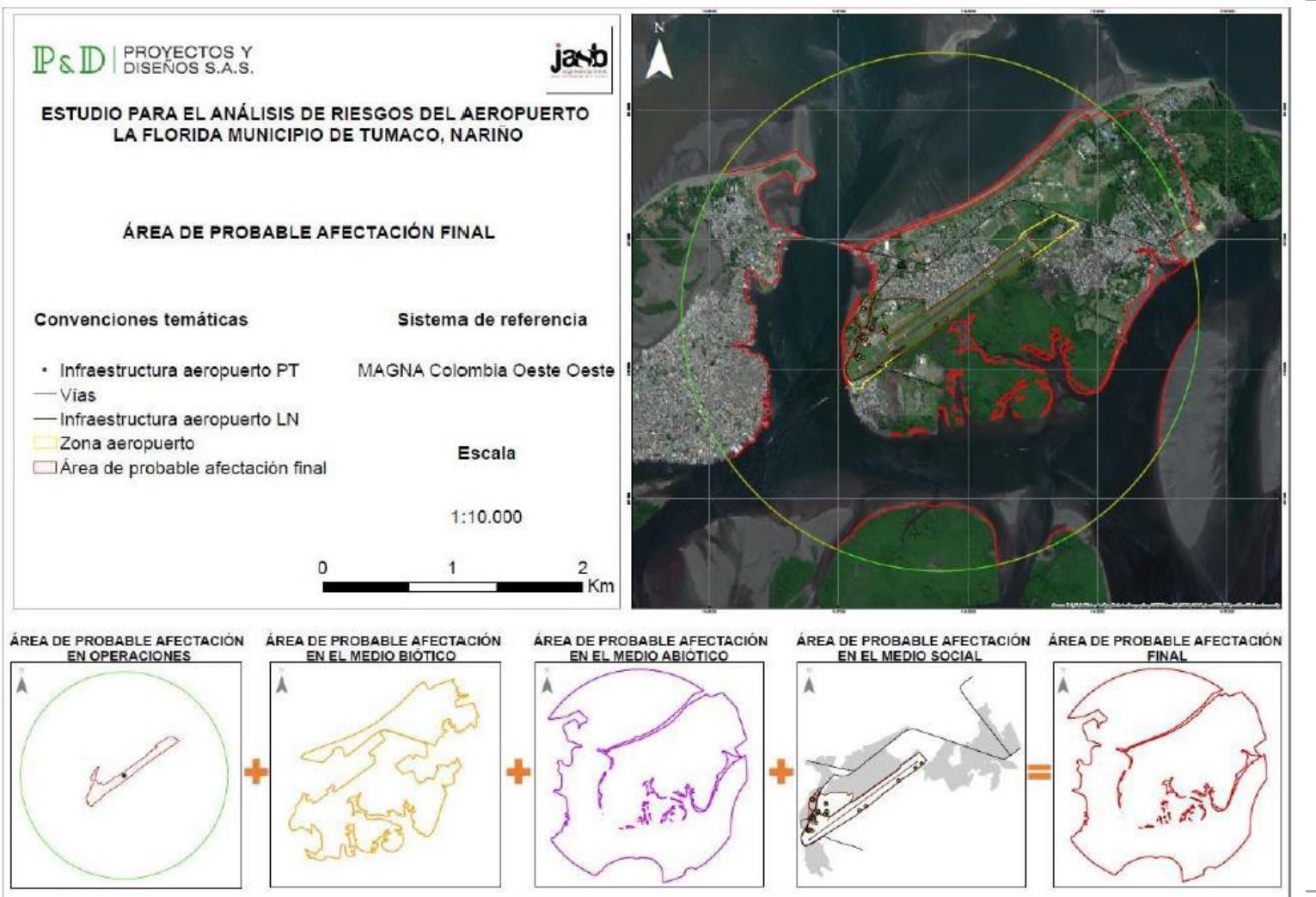


## Afectación Socioeconómica:

Efectos que puedan presentarse en el entorno social como, centros poblados, barrios y en general la infraestructura social adyacente al aeropuerto, así como su actividad económica y cultural.

**Fuente:** Consorcio Aerotumaco PyJ-2019

# ÁREA PROBABLE DE AFECTACIÓN TOTAL



## Afectación Total:

El área probable de afectación definitiva representa una única área resultante de la integración de las áreas definidas para los diferentes medios y sus respectivos componentes.

Fuente: Consorcio Aerotumaco PyJ-2019

## ESTABLECIMIENTO DE LA SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS

Determinación de la gravedad de las pérdidas para los factores en términos de vidas humanas daño ambiental imagen de la empresa y pérdida económica.



Vida Humana



Socio-Ambiente

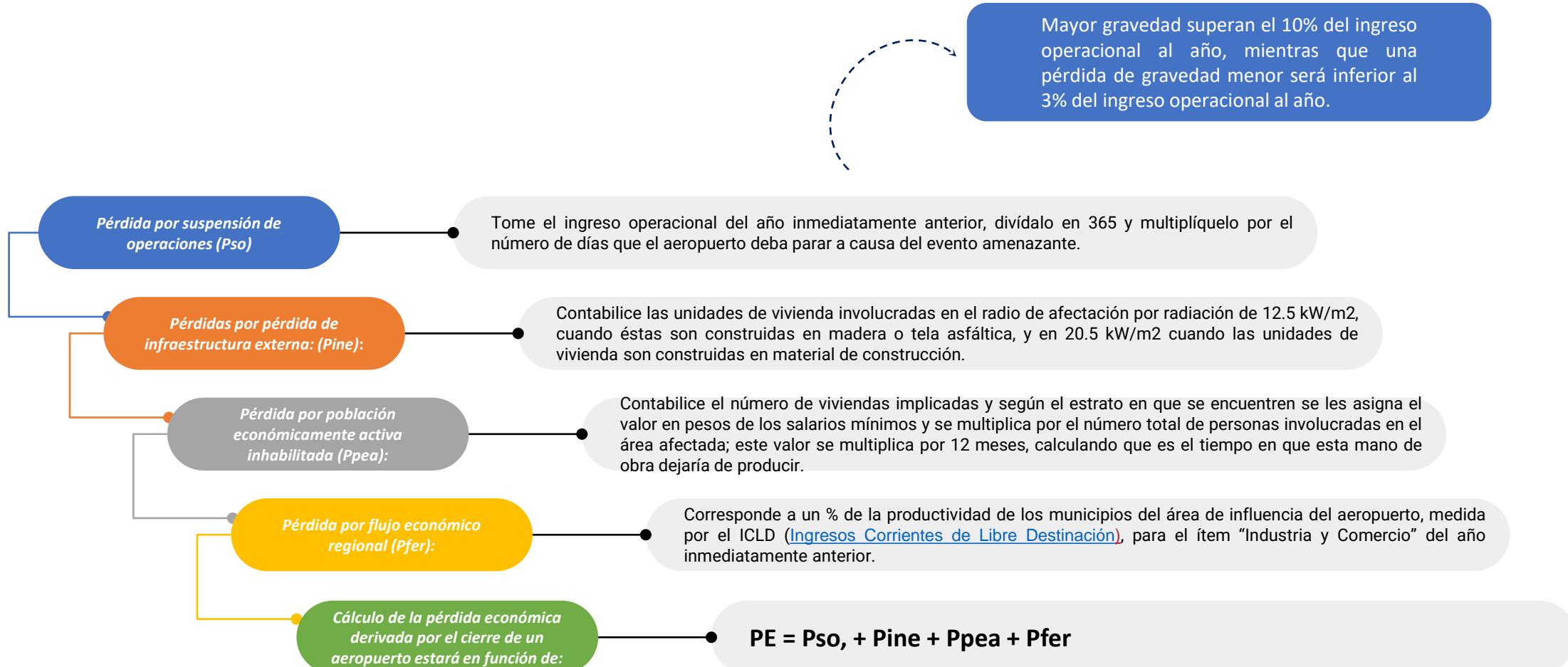


Reputación

Mayor gravedad la muerte de una persona y menor gravedad será la que no represente afectaciones que signifiquen brazos caídos.

Mayor gravedad ocurrirá para los ecosistemas de mayor sensibilidad que se encuentren catalogados con factores de compensación de 8 a 10, mientras que los de baja gravedad corresponderán a los Ecosistemas de muy bajos sensibilidad tales como pastos naturales y ecosistemas antropizados.

Mayor gravedad aquellos accidentes aeroportuarios que sean mostrados a nivel internacional y de menor gravedad serán aquellos que no trasciende la noticia fuera de las instalaciones del aeropuerto y de la organización.



## JERARQUIZACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS

Referencia para la evaluación de la severidad de las consecuencias para diferentes categorías de aeropuertos según su ingreso operacional.

CUALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Ninguna	La aparición del evento no provoca alteración de los elementos expuestos.
Insignificante	Se clasifican así las consecuencias de pérdida o daño despreciable.
Marginal	Las consecuencias afectan en forma leve a los elementos expuestos. Pérdidas o daños moderados.
Crítica	Las consecuencias afectan parcialmente o en forma grave a los elementos expuestos. Pérdidas o daños considerables.
Catastrófica	Las consecuencias afectan en forma total a los elementos expuestos. Pérdidas o daños de gran magnitud.



GRAVEDAD	AFFECTACIÓN A PERSONAS	DAÑO AMBIENTAL	REPUTACIÓN	PÉRDIDA ECONÓMICA
<b>5. CATASTRÓFICO</b>	Pérdidas Humanas	Afectación a ecosistemas naturales en biomas con factor de compensación entre 7 y 10	Conocimiento internacional de la noticia. Cierre permanente de la operación.	Superior al 40% del ingreso operacional del aeropuerto
<b>4. CRÍTICO</b>	- Lesionados / enfermedad con incapacidad permanente	Afectación a ecosistemas naturales en biomas con factor de compensación entre 5 y 6,75	Noticia de Conocimiento Nacional. Cierre Parcial o Temporal del aeropuerto	Pérdida desde el 25% hasta el 40% del ingreso operacional del aeropuerto
<b>3. MARGINAL</b>	- Lesionados / enfermedad con incapacidad temporal	Afectación a ecosistemas transformados en biomas con factor de compensación entre 4 y 5	Noticia de Conocimiento Regional. Sin cierre de la operación.	Pérdida desde el 10% hasta el 25% del ingreso operacional del aeropuerto.
<b>2. INSIGNIFICANTE</b>	Lesionados / enfermedades menores	Afectación a ecosistemas transformados en biomas con factor de compensación entre 3 y 4	Noticia de Conocimiento Local. Sin cierre de la operación.	Pérdida hasta del 10% del ingreso operacional del aeropuerto.
<b>1. NINGUNA</b>	No hay pérdidas humanas ni lesionados	Afectación a ecosistemas transformados en biomas con factor de compensación menores a 3	Noticia de Conocimiento Interno al interior de la administración. Sin cierre de la operación.	Sin pérdida de ingreso operacional del aeropuerto

Fuente: Consorcio Aerotumaco PyJ-2019

## IDENTIFICACIÓN DE LOS EVENTOS INICIAENTES Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

- Sismicidad y tectonismo
- Procesos de remoción en masa
- Erosión
- Maremotos o Tsunamis
- Tormentas
- Huracanes
- Marejadas ciclónicas
- Inundaciones
- Presencia de fauna en pista, conos de aproximación y despegue



- Fallas en el proceso de operación y error humano
- Defectos de diseño y construcción
- Deficiencias en seguridad industrial



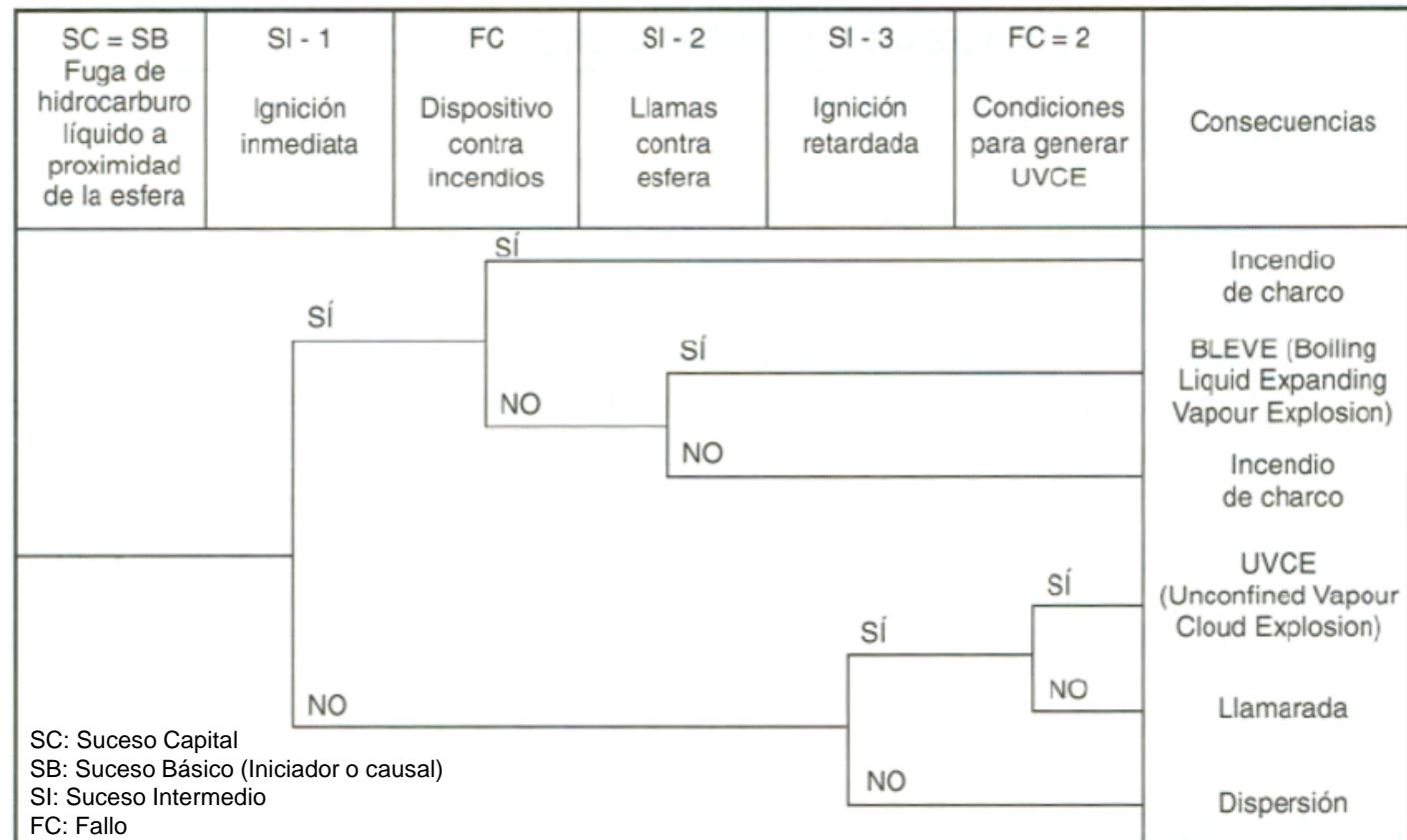
- Incendio de infraestructura vecina de terceros
- Quema de residuos
- Quemas para agricultura
- Ruptura de Infraestructura
- Colisión o accidente de aeronaves
- Escape o fugas de gas
- Derrames
- Quemaduras



Eventos iniciantes de  
tipo antropogénico  
no intencionales

# DETERMINACIÓN DE EVENTOS AMENAZANTES Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA POR ÁRBOLES DE EVENTOS

A través del cual, a partir de los eventos iniciantes se pueden obtener datos cuantitativos, previo el conocimiento de la operación y de su entorno ambiental.



# ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS

Parte inicialmente de realizar mediante una matriz la interacción entre los eventos amenazantes con los elementos expuestos de tipo ambiental y operacional, la interacción entre amenaza y elemento expuesto.

**EVENTOS AMENAZANTES**

**ELEMENTOS EXPUESTOS**

		Derrames (Combustibles, aceites o residuos peligrosos)	Formación de nube de gas o vapor inflamable	Formación de nube de gas o vapor asfixiante	Llamazada (Flashfire)	Incendio de charco (Pool Fire)	Incendio operacional en instalaciones	Colisión o volcamiento de vehículos, maquinaria y equipo	Falla total en comunicaciones en torre de control	Emergencia médica	Accidente de aeronaves en el aeropuerto y sus alrededores	Colapso o estructural	Daños en las pistas, calle de rodaje o plataforma	Impacto de aeronaves con aves	Inundación del aeropuerto	Secuestro de personal	Terrorismo, atentados y/o sabotaje	Vandalismo y/o daños por terceros	Secuestro de aeronave	Operaciones o actividades externas y colindantes
OPERACIONAL (TECNOLÓGICO)	A.1	Personal que trabaja en el aeropuerto		X	X	X	X	X	X	X	X	X								
	A.2	Pistas, calles de rodaje, plataformas				X							X					X		
	A.3	Infraestructura edificios o locaciones temporales (Terminal)				X	X	X			X	X			X	X	X	X		
	A.4	Aeronaves (Aviones, helicópteros, etc.)				X		X			X				X	X	X	X	X	X
	A.5	Vehículos involucrados en las operaciones aeroportuarias				X		X			X				X	X				X
	A.6	Sistemas tecnológicos y/o radioayudas						X	X						X			X	X	
	A.7	Instalaciones militares y policivas				X	X	X	X			X	X		X	X	X	X		
	A.8	Infraestructura de almacenamiento y distribución de combustible				X	X	X	X			X	X		X	X		X	X	
	A.9	Operaciones propias del aeropuerto (Comerciales y/o civiles)	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	A.10	Operaciones de seguridad por parte del Estado	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
NATURAL (AMBIENTAL)	B.1	Flora local		X									X							
	B.2	Fauna local		X		X	X	X				X					X			
	B.3	Biodiversidad marina		X									X							
	B.4	Cuerpos de agua		X									X							
	B.5	Ecosistemas sensibles	X										X							
COPOLÍTICO Y/O CULTURAL	C.1	Personas - Comunidades			X	X							X							
	C.2	Operaciones o actividades externas y colindantes		X	X	X							X							
	C.3	Infraestructura ajena pública o privada											X							

Su calificación se da entre 0 y 1, donde cero representa que el objeto está totalmente protegido y uno representa que tiene una vulnerabilidad alta o que está totalmente desprotegido.

Risk Assessment Matrix (RAM)	PROBABILIDAD				
	0,01 - 0,20	0,21 - 0,40	0,41 - 0,60	0,61 - 0,80	0,81 - 1,00
	PROBABILIDAD, ESCALA AJUSTADA				
	1,0,E-06 - 1,1,E-05	1,2,E-05 - 1,3,E-04	1,4,E-04 - 4,6,E-04	4,7,E-03 - 1,8,E-03	1,9,E-03 - 1,0,E+00
GRAVEDAD	Puede ocurrir solo en circunstancias excepcionales(1/100 Años)	Podría ocurrir en algún momento. (1/10 Años)	Puede ocurrir en algún momento. (1/Año)	Probablemente ocurrirá en la mayoría de las circunstancias. (10/Año)	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias. (100/Año)
Catastrofica (5)	<b>Sumamente improbable</b> A.1.5 - C.4.5 - A.1.6 - A.4.6 - C.4.6 - A.4.13 - A.10.13 - A.1.19 - A.4.19 - A.10.19 - C.4.19	<b>Improbable</b> C.4.10 - C.4.16	<b>Remoto</b> A.1.7 - C.4.7 - A.1.11 - A.4.11 - A.10.11 - B.2.11 - C.1.11 - C.4.11 - B.2.14 - A.1.17 - A.4.17 - A.10.17 - C.4.17 - A.4.18 - A.5.18	<b>Ocasional</b> A.1.8 - A.4.8 - C.4.8	<b>Frecuente</b> A.6.9 - C.4.10 - A.1.12 - C.4.12
Peligroso (4)	A.8.5 - A.2.6 - A.8.6 - B.2.6 - A.9.13 - A.9.19 - A.10.19	A.1.4 - A.9.4 - C.1.4 - C.4.4 - A.4.20	A.3.7 - A.6.7 - A.8.7 - A.2.11 - A.3.11 - A.5.11 - A.7.11 - A.8.11 - A.9.11 - B.1.11 - B.3.11 - B.4.11 - B.5.11 - C.2.11 - C.3.11 - A.4.14 - A.3.17 - A.6.17 - A.7.17 - A.8.17 - A.3.18 - A.6.18 - A.8.18	A.5.8 - A.6.8	A.5.12 - A.6.12 - A.8.12 - A.9.12 - A.10.12
Grave (3)	A.9.5 - B.2.5 - A.3.6 - A.5.6 - A.7.6 - A.9.6 - A.10.6	A.9.2 - A.10.2 - A.10.4 - B.2.4	A.7.7 - A.9.7 - A.10.7 - A.2.17 - A.9.17	A.10.1 - B.3.1 - B.4.1 - B.5.1 - A.1.3 - A.10.3 - C.1.3 - C.4.3 - A.3.8 - A.7.8 - A.8.8 - A.9.8 - A.3.15 - A.7.15 - A.9.15 - A.10.15	A.9.9 - A.3.12 - A.7.12
Leve (2)	A.7.5	C.2.4		A.9.1 - B.1.1 - B.2.1 - A.9.3 - C.2.3 - A.10.8	A.10.9 -
Insignificante (1)		C.2.2			

## LINEAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE DEL RIESGO

Aquellos escenarios que se identifiquen que se encuentren en la zona de no tolerancia, o de riesgo alto, deberá presentar medidas de reducción específicas, que son prioritarias ejecutar por parte de la Aero civil

1

Aquellas que se encuentren en zona tolerable o de riesgo medio, deberá ejecutar planes generales y de programación de inversión de recursos en actividades de reducción del riesgo, no de manera urgente, pero que, si deben ser previstas dentro de una programación general, evitando que estos escenarios incrementen su nivel de riesgo.

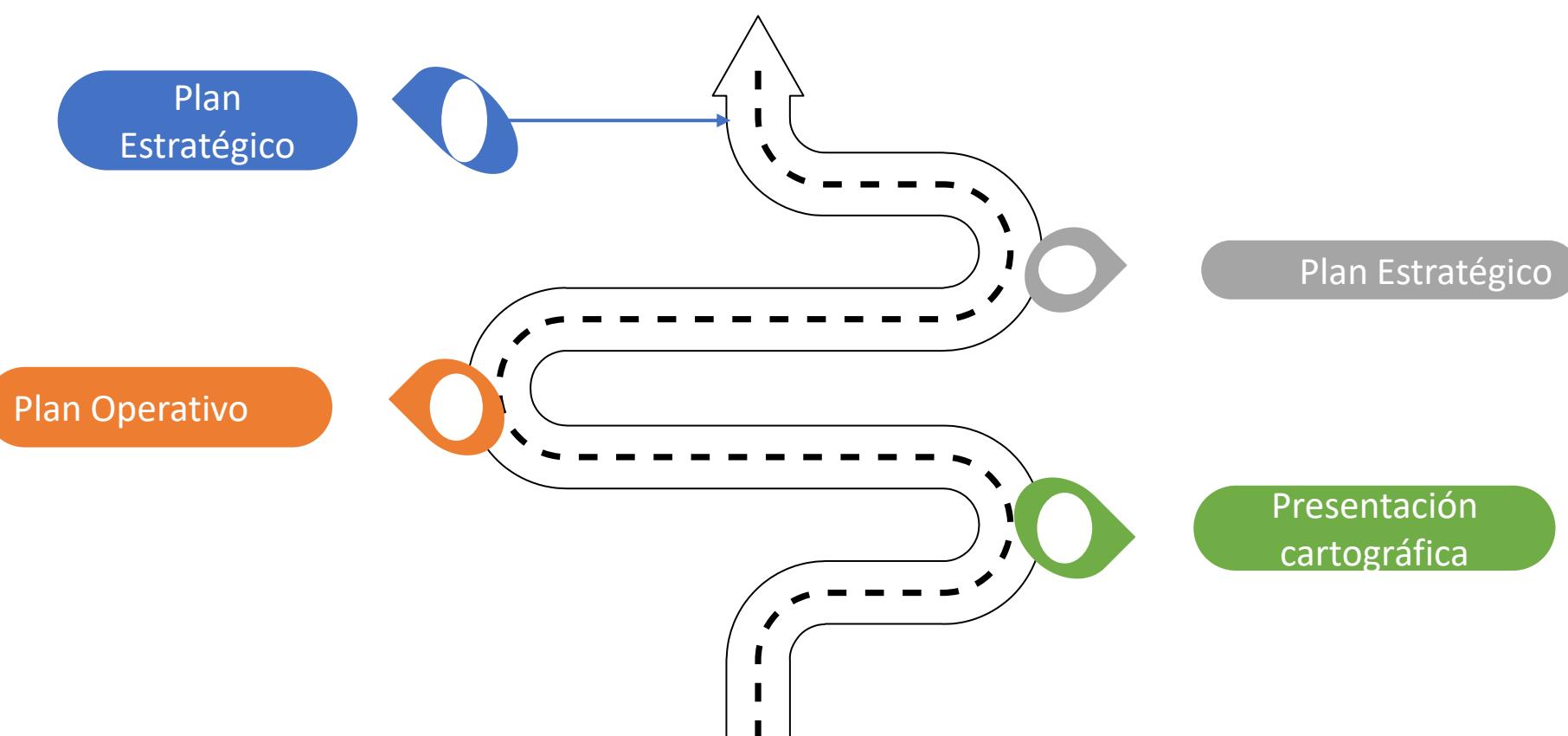
2

Para los escenarios que se encuentren en zona de bajo riesgo, en zona aceptable, se debe especificar medidas puramente de supervisión.

3

Una vez se han determinado los escenarios de atención, según el análisis de riesgos y el plan de reducción, éstos deben ser contrarrestados mediante la organización de un conjunto de medidas que permite una atención objetiva y eficaz.

LINEAMIENTOS DE  
MANEJO DEL  
DESASTRE – PLAN  
DE CONTINGENCIA





AERONÁUTICA CIVIL  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

**¡Muchas Gracias!**