



Gestión del Riesgo de Impactos con Fauna en Aeropuertos

Santiago Restrepo Calle

Noviembre 2015

El riesgo de impactos con fauna

En el principio fueron las aves



El riesgo de impactos con fauna

Después vino el hombre y el hombre
construyó ciudades



El riesgo de impactos con fauna

Y el hombre tuvo el sueño de volar
Y construyó máquinas para lograrlo



El riesgo de impactos con fauna

Y los hombres y las aves compartieron el
aire con tranquilidad



Pero esto duró muy poco...

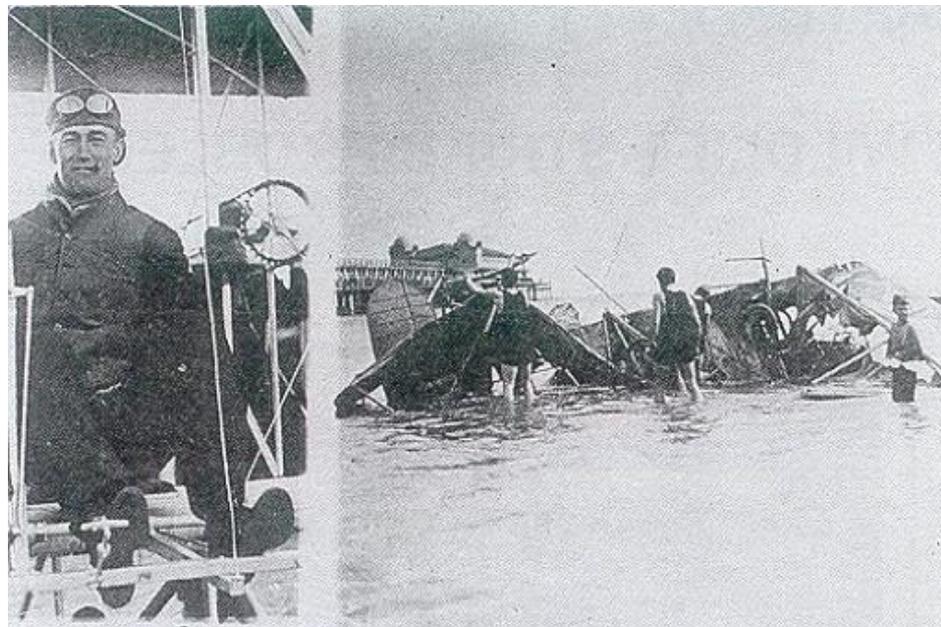
Los hermanos Wright poco después de iniciar sus vuelos, reportaron encuentros cercanos con aves



El riesgo de impactos con fauna

En 1912 Calbraith Rogers fue la primera víctima mortal de un impacto con fauna.

Desde entonces las víctimas se han multiplicado y también las pérdidas.



$$E = \frac{1}{2} m * v^2$$

El riesgo de impactos con fauna

Por ejemplo, una aeronave que viaja a 180 KIAS, y golpea un gallinazo (una de las aves más comúnmente golpeadas), equivale a 2144 Julios.

Es lo mismo que una buena pieza de artillería antiaérea. En la actualidad ningún avión construido podría soportar tal impacto.



El riesgo de impactos con fauna

El mayor porcentaje de los impactos con fauna ocurre en los aeropuertos o sus proximidades, y por debajo de los 500 ft AGL.

Casi la totalidad de los impactos involucran aves.

Las probabilidades de daños causados por impactos son bajas, pero muy importantes.



Una definición del riesgo

RIESGO = AMENAZAS X VULNERABILIDADES.

AMENAZA: probabilidad de ocurrencia de un evento físico dañino para la sociedad.

VULNERABILIDAD: Propensión de una sociedad o elemento de la sociedad a sufrir daño.

RIESGO: Probabilidad de daños y pérdidas.

El riesgo se crea en la interrelación o intersección de estos dos tipos de factores.

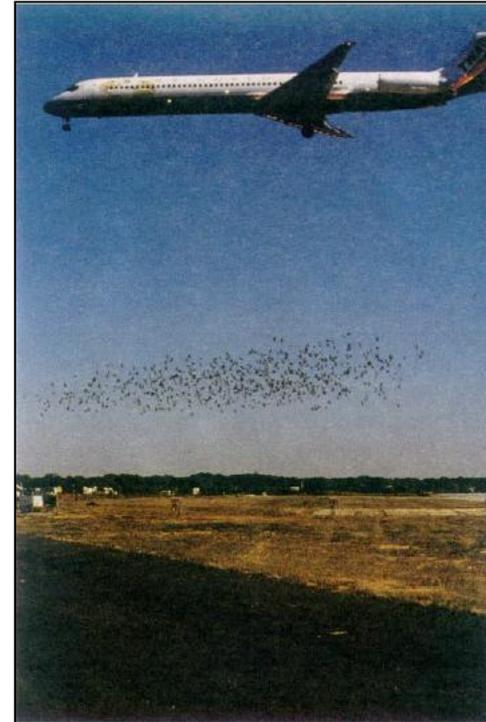
Lavell, 2000.

Una definición del riesgo

RIESGO: Probabilidad de accidentes originados por fauna, ocasionando pérdidas.

AMENAZA: Presencia de fauna en el área de influencia directa de un Aeropuerto.

VULNERABILIDAD: Condiciones de exposición de las aeronaves representadas por la fragilidad que implica la complejidad de sus componentes y operaciones.

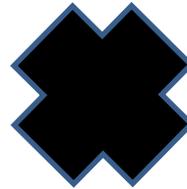


Una definición de Riesgo

¿Peligro o Riesgo?

Aeronáutico:

$$R = P \times S$$



Ambiental

$$R = A \times V$$

Una definición de Riesgo



Según Allan Orosz (2001) las pérdidas económicas directas e indirectas se calculan en un número cercano a los 1280 millones de dólares anuales.

El número total de accidentes fatales causados por impactos con fauna en la historia de la aviación es de 54, con un total de 276 pérdidas de vidas humanas y 108 aeronaves destruidas (Thorpe 2010).

Sin importar el enfoque, se entiende que las condiciones de riesgo deben ser sujeto de gestión.

El objetivo de la gestión del riesgo deberá ser el de reducir las condiciones de riesgo hasta niveles aceptables para la organización, el grupo social o el estado.

La Norma ISO 31.000 establece los lineamientos para la gestión del riesgo en general.

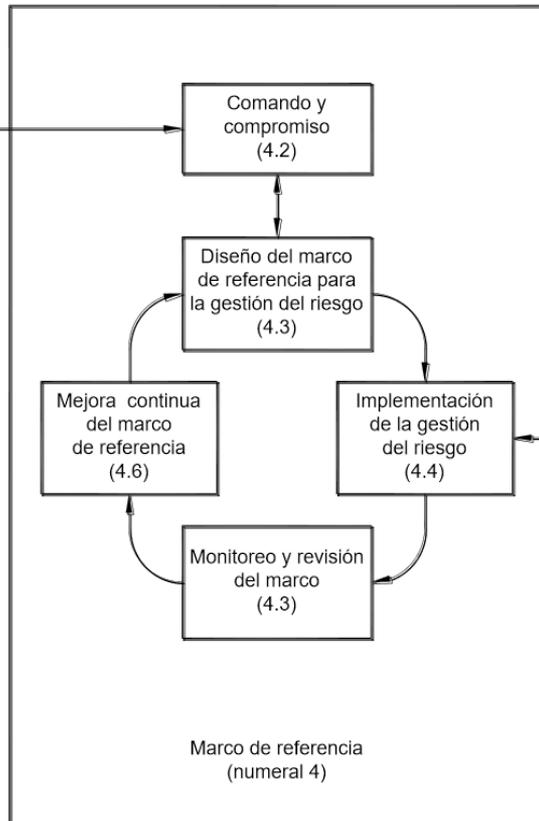
Todas las organizaciones afrontan riesgos que ponen en peligro el cumplimiento de sus objetivos.

Todas las actividades en las organizaciones implican riesgos que deben ser manejados.

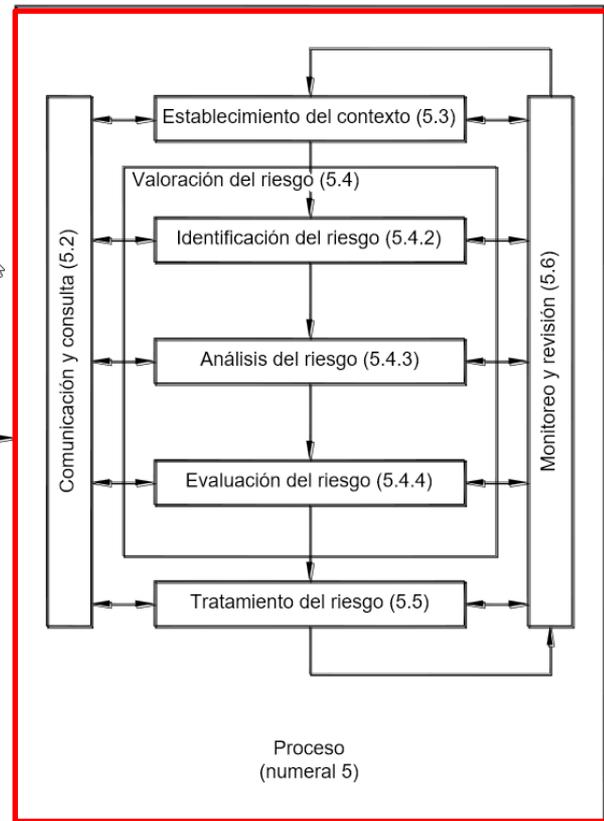
El proceso de gestión del riesgo ayuda a la toma de decisiones teniendo en cuenta la incertidumbre y la posibilidad de futuros eventos o circunstancias.

- a) Crear valor
- b) Es parte integral de los procesos de la organización
- c) Es parte de la toma de decisiones
- d) Aborda explícitamente la incertidumbre
- e) Es sistemática, estructurada y oportuna
- f) Se basa en la mejor información disponible
- g) Está adaptado
- h) Toma en consideración a los factores humanos y culturales
- i) Es transparente e inclusiva
- j) Es dinámica, reiterativa y receptiva al cambio
- k) Facilita la mejora y realiza a la organización

Principios
(numeral 3)



Marco de referencia
(numeral 4)



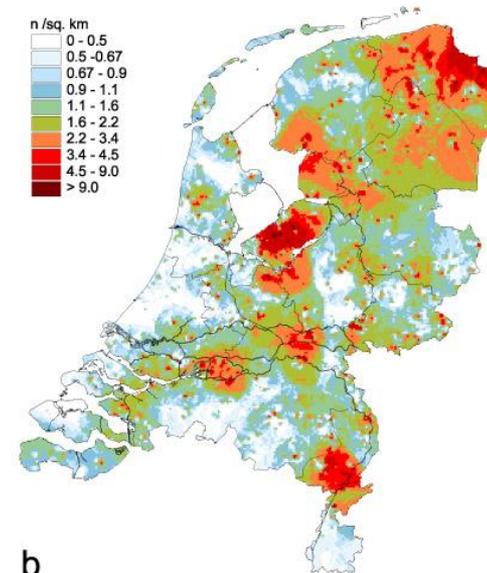
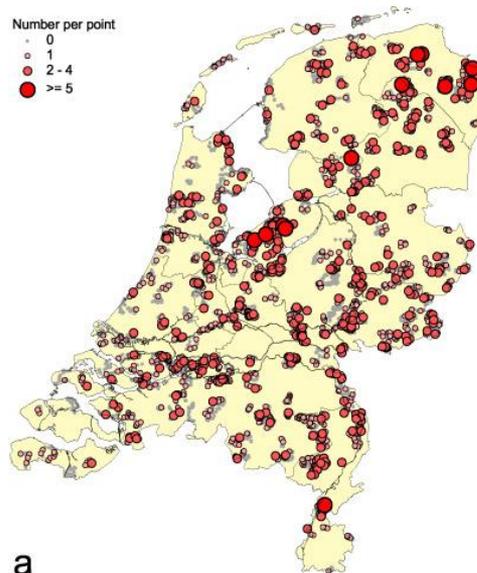
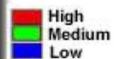
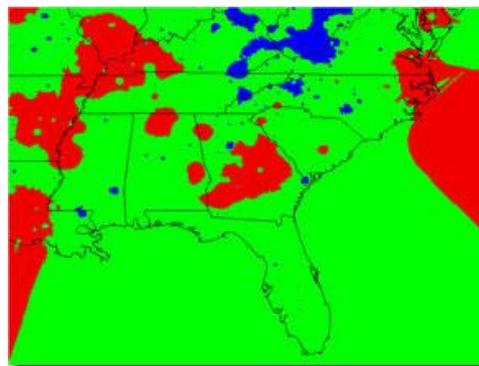
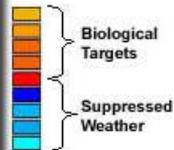
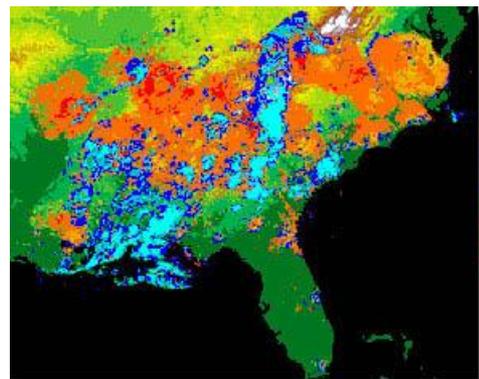
Proceso
(numeral 5)

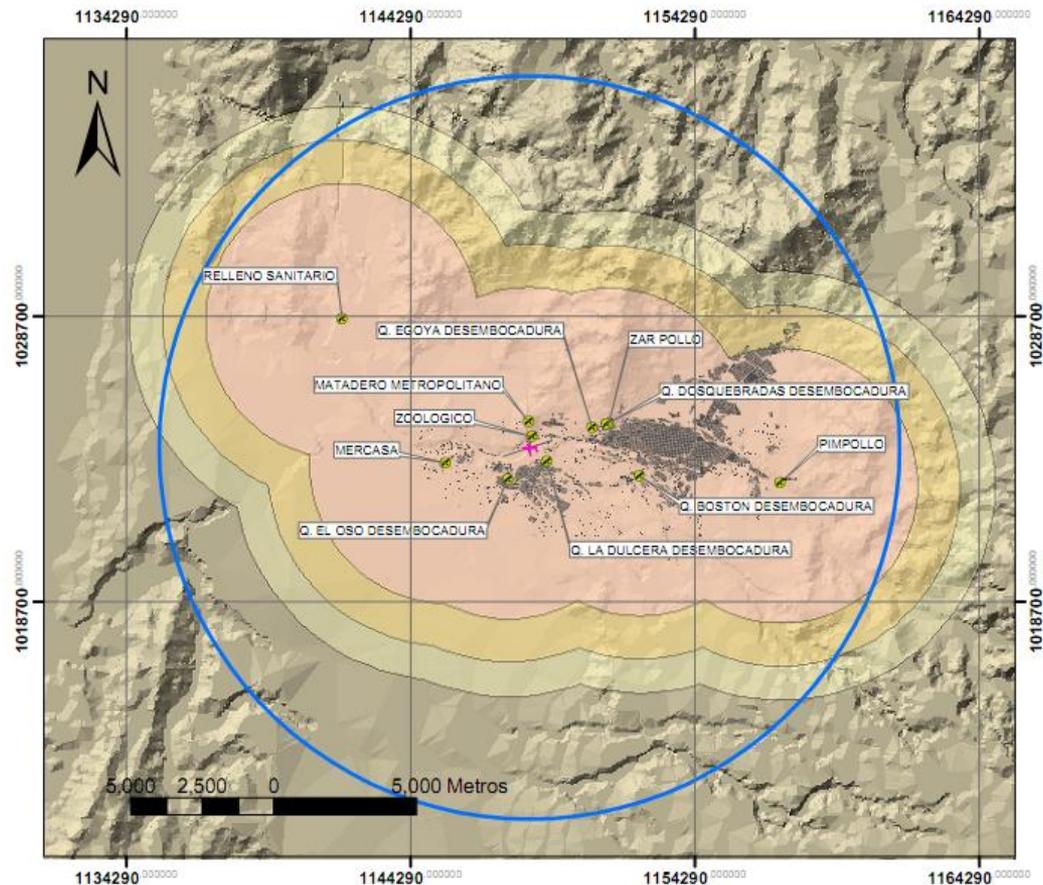
Conocimiento del entorno EXTERNO al
Aeropuerto

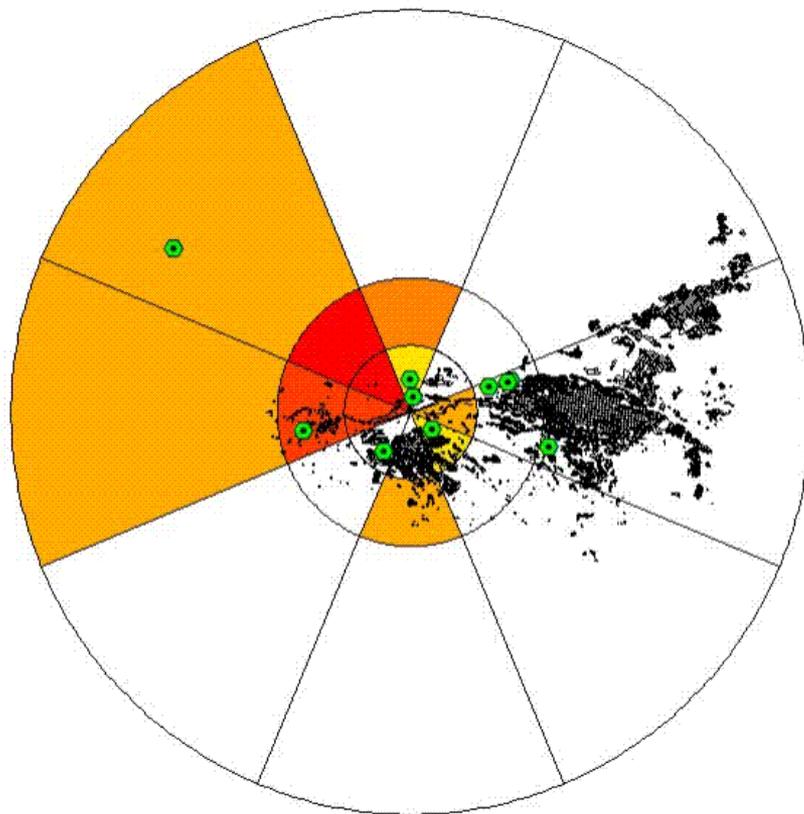
Conocimiento del Entorno aeroportuario

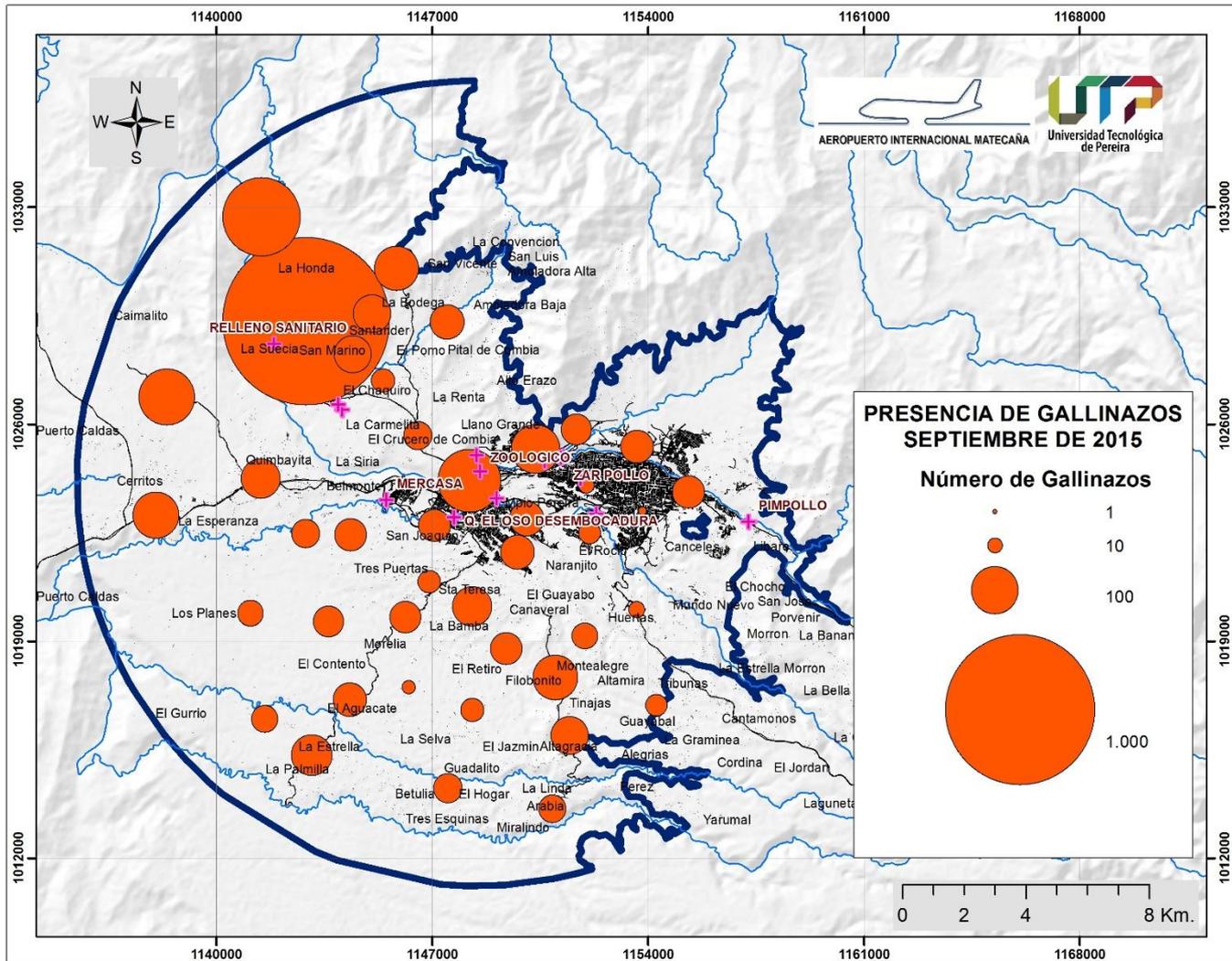
Ubicación de los peligros identificados en el
espacio y en el tiempo.

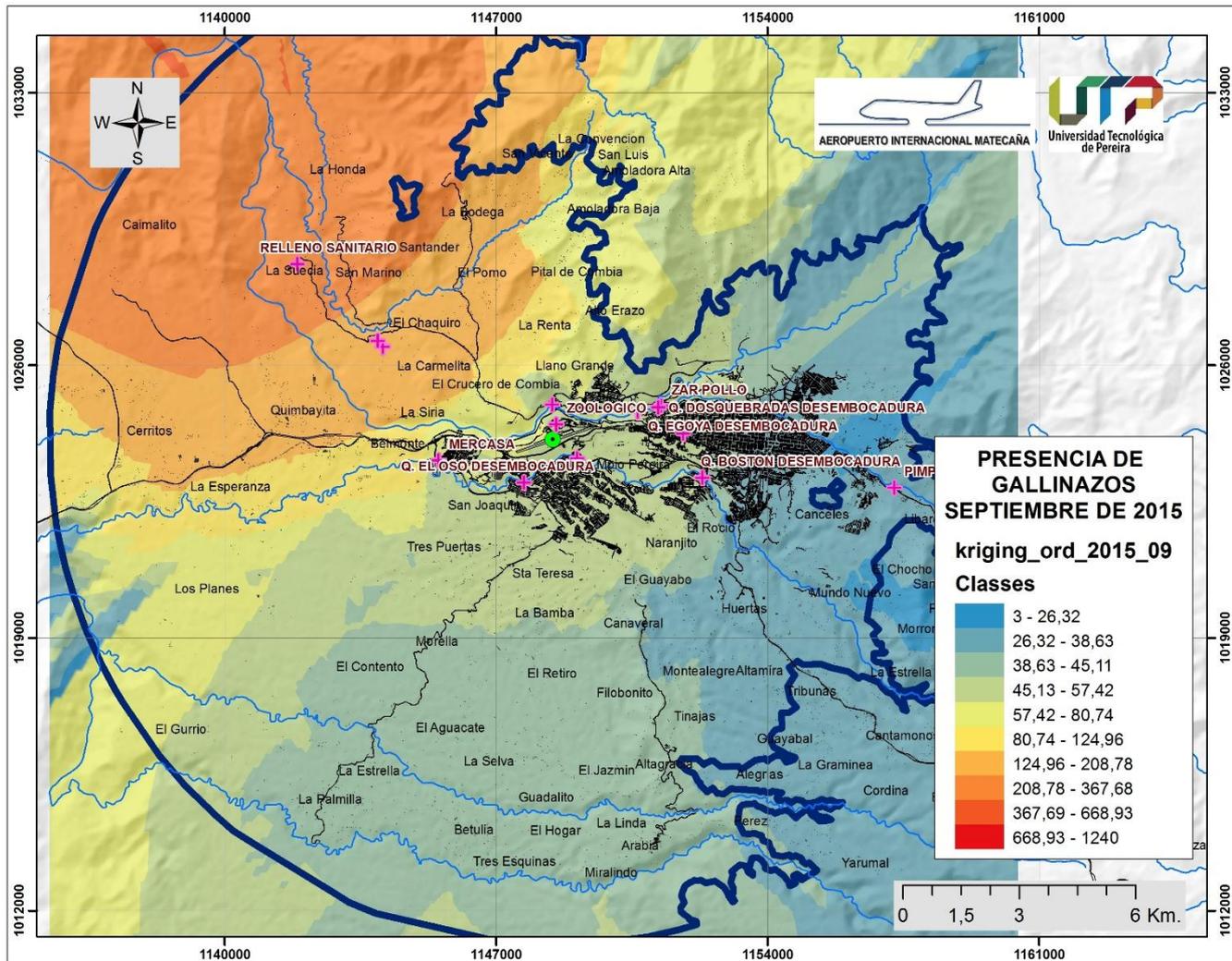
Ubicación de los peligros identificados en
relación con las actividades aeronáuticas, tanto
en el tiempo como en el espacio.









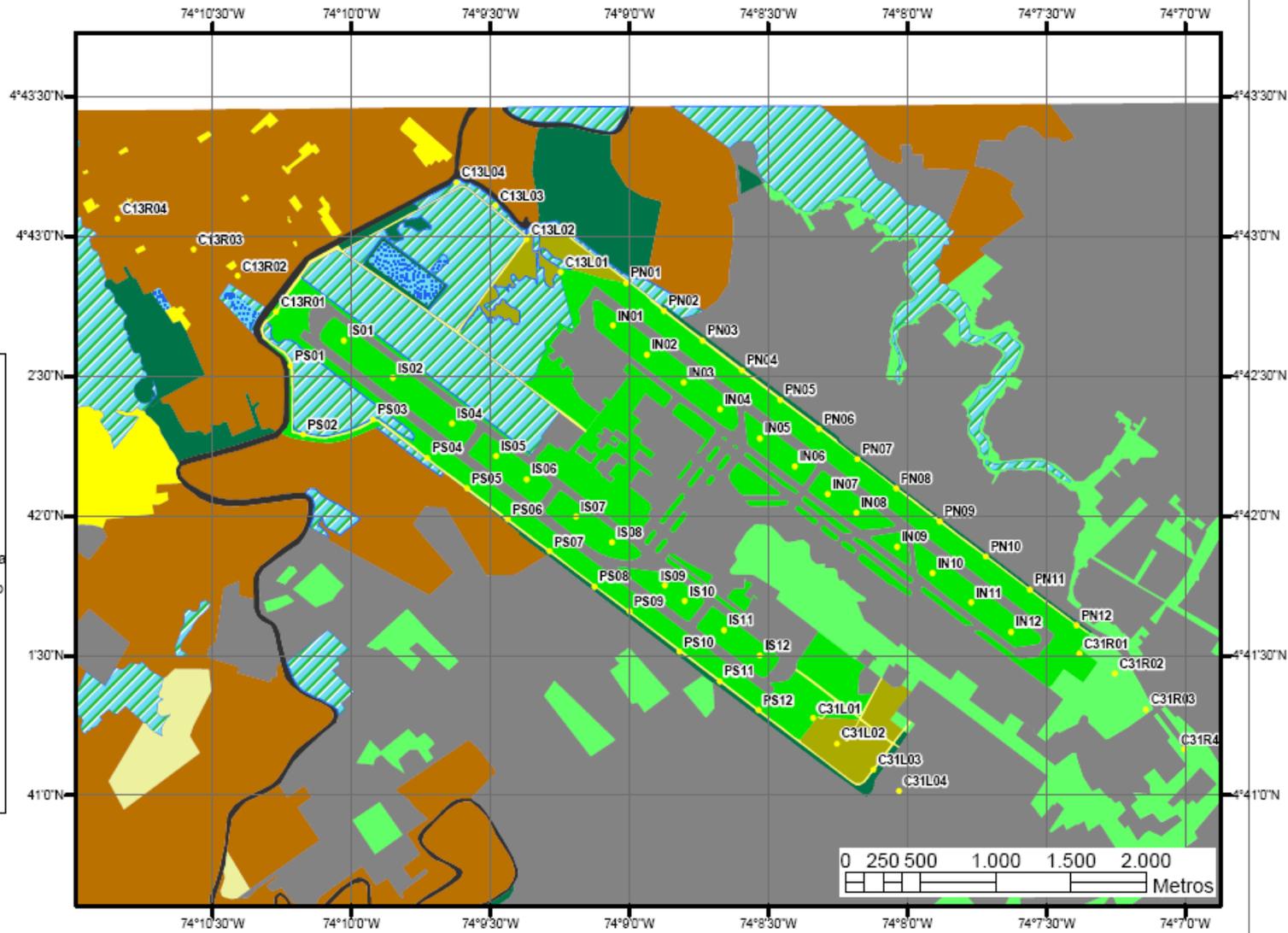




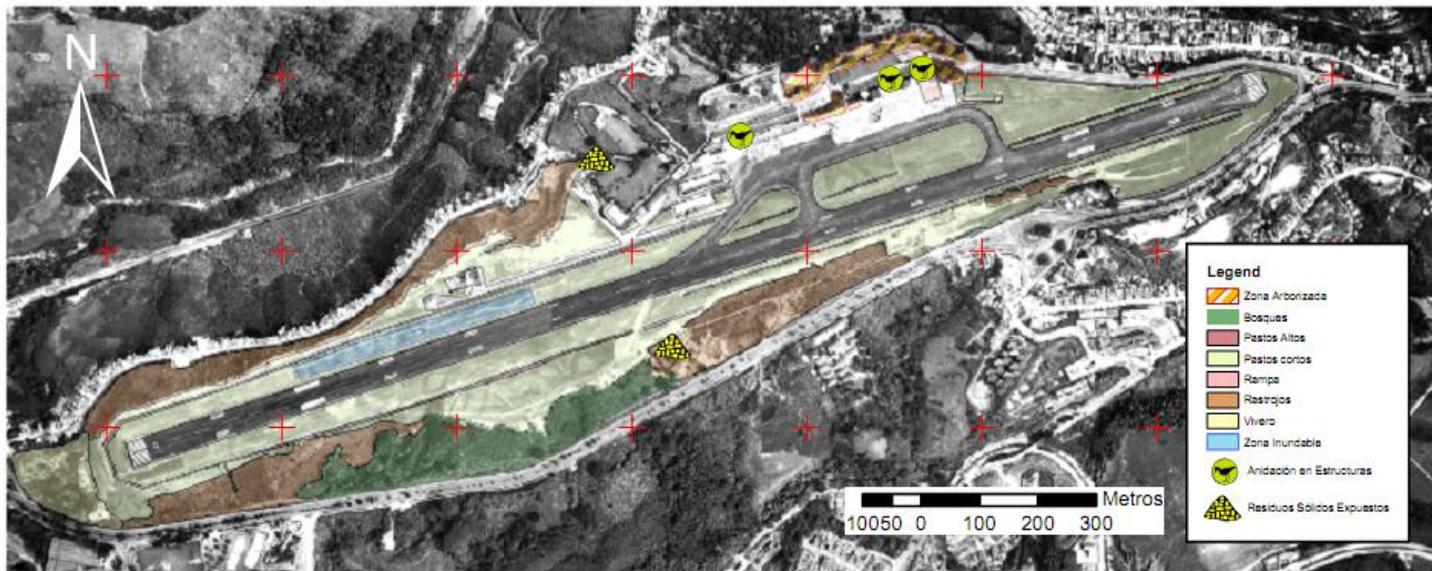
LEYENDA

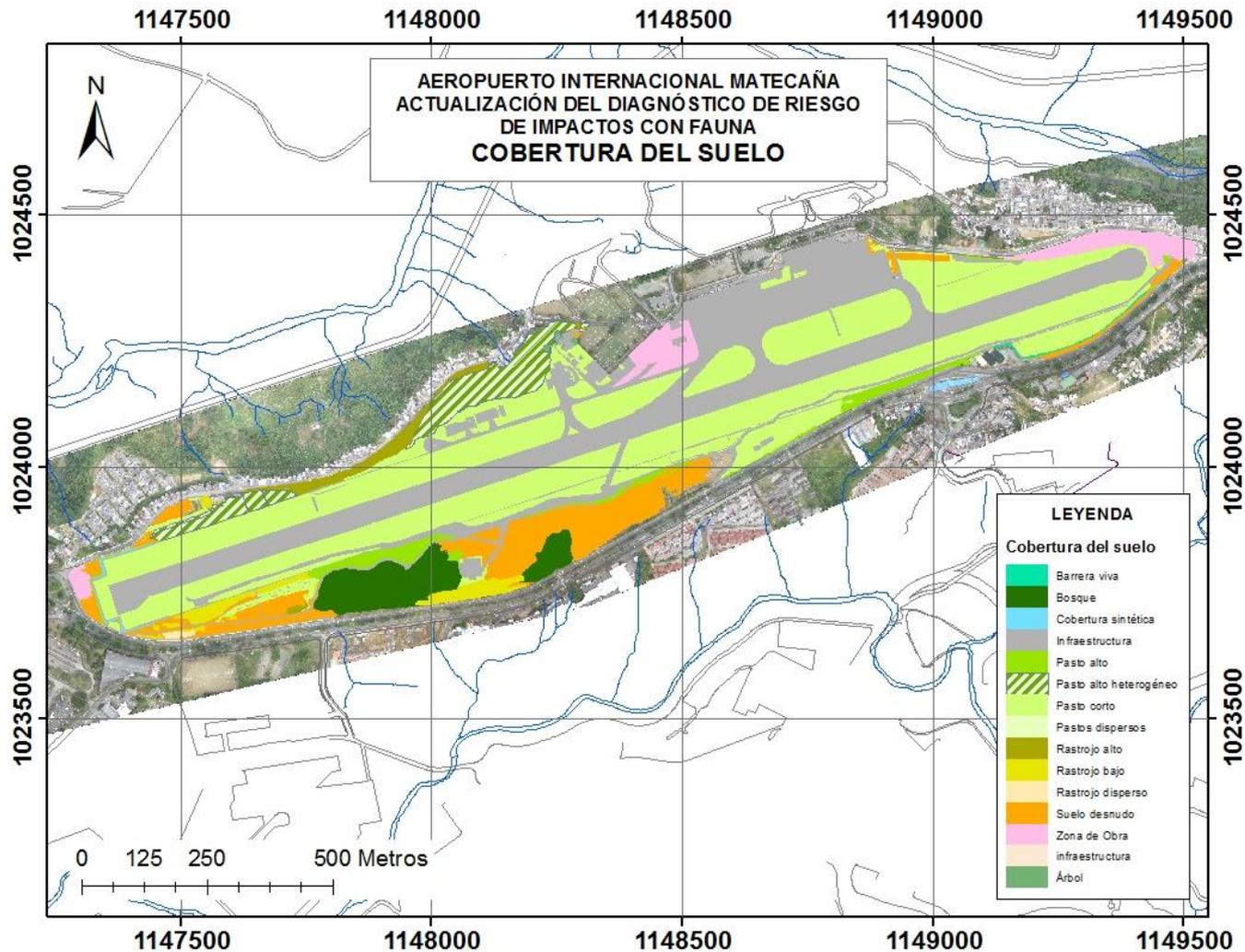
Habitats

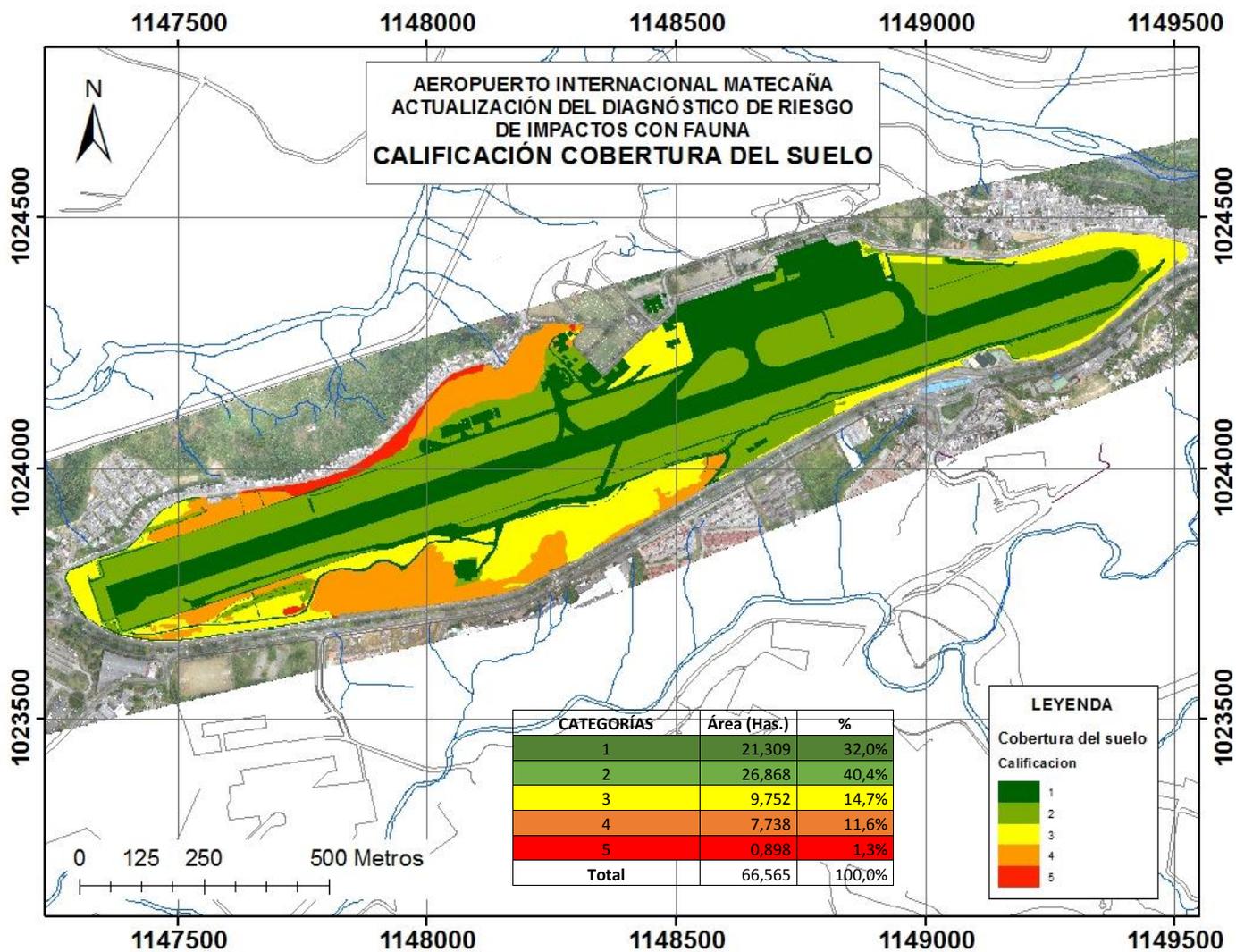
- Agropecuario
- Arbolado
- Espejo_Agua
- Humedal
- Infraest_Agropecuaria
- Infraestructura_Aerop
- Lleno
- Regeneracion_Nat
- Rio
- Urbano
- Via Interna
- Z_Verde_Urb
- Zona_Verde_Aerop



0 250 500 1.000 1.500 2.000
Metros







1147500

1148000

1148500

1149000

1149500



**AEROPUERTO INTERNACIONAL MATECAÑA
ACTUALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE RIESGO
DE IMPACTOS CON FAUNA
CRUCES DE FAUNA**



1024500

1024500

1024000

1024000

1023500

1023500

0 125 250 500 Metros

1147500

1148000

1148500

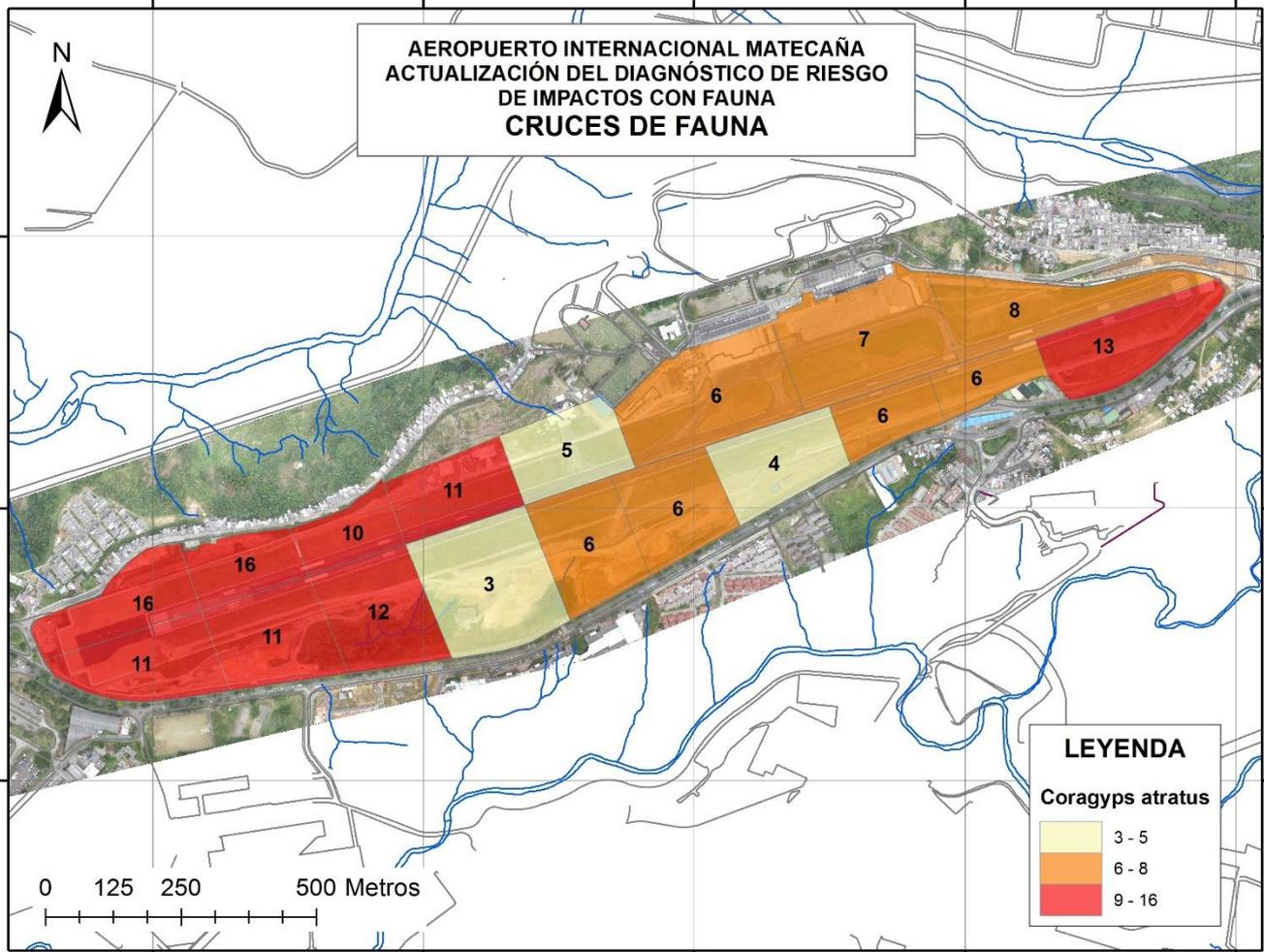
1149000

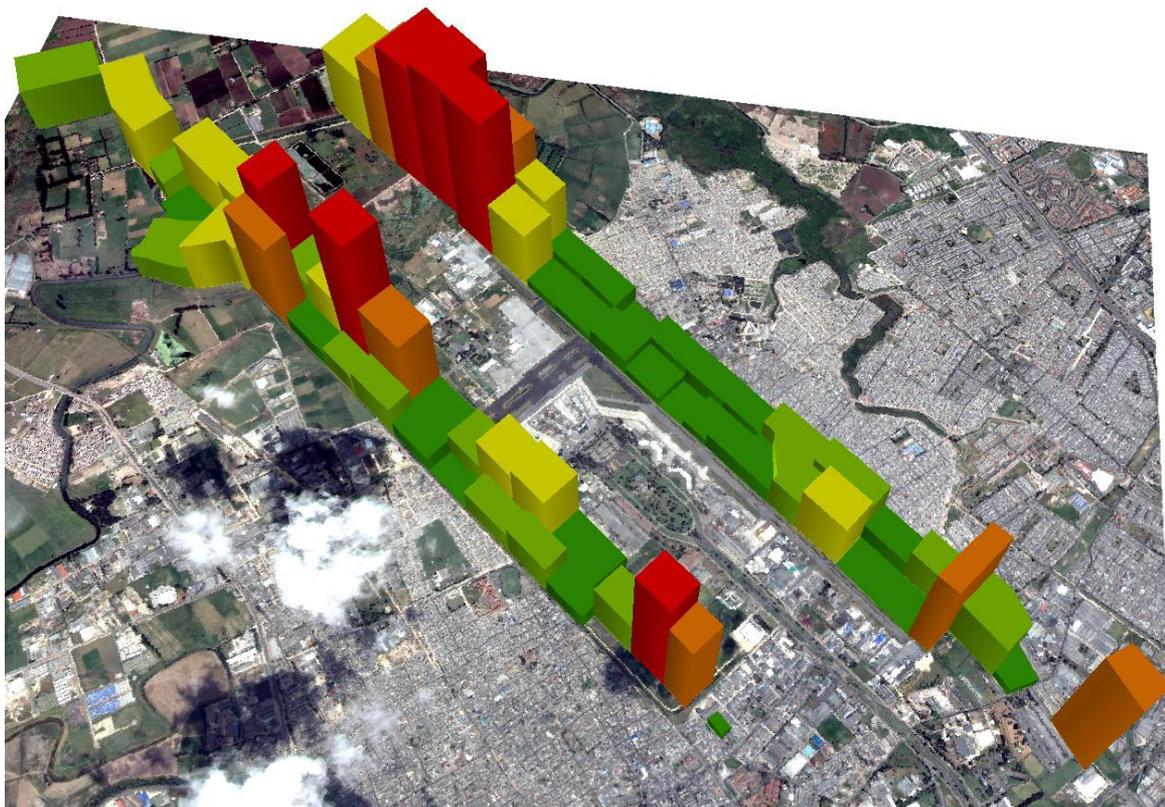
1149500

LEYENDA

Coragyps atratus

	3 - 5
	6 - 8
	9 - 16





74°10'30"W

74°10'0"W

74°9'30"W

74°9'0"W

74°8'30"W

74°8'0"W

74°7'30"W



AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL AVISTAMIENTOS DE AVES

2013

4°43'0"N

4°43'0"N

4°42'30"N

4°42'30"N

4°42'0"N

4°42'0"N

4°41'30"N

4°41'30"N

4°41'0"N

4°41'0"N



0 500 1.000 2.000 Metros

Coordenadas Geográficas
Sistema WGS1984

74°10'30"W

74°10'0"W

74°9'30"W

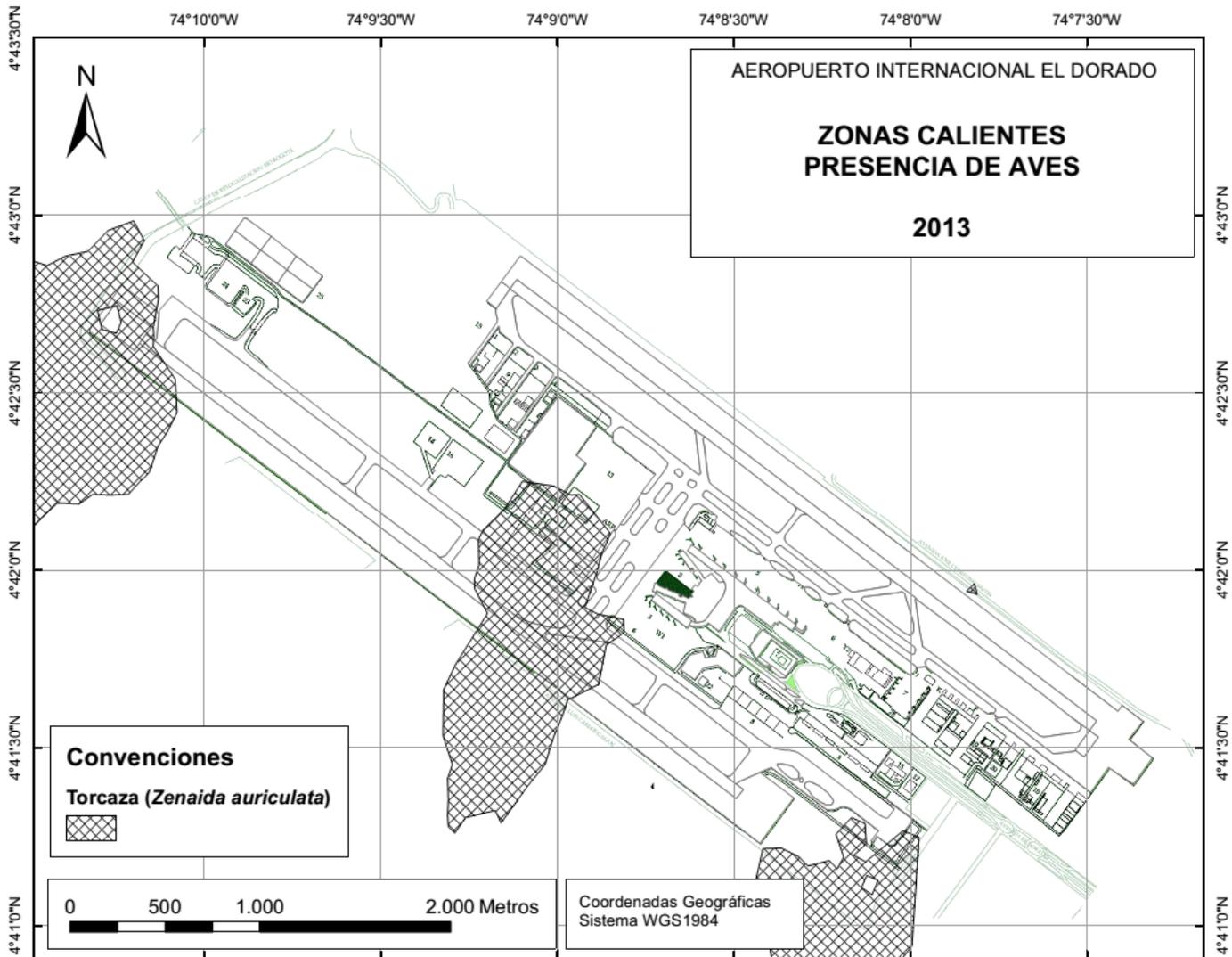
74°9'0"W

74°8'30"W

74°8'0"W

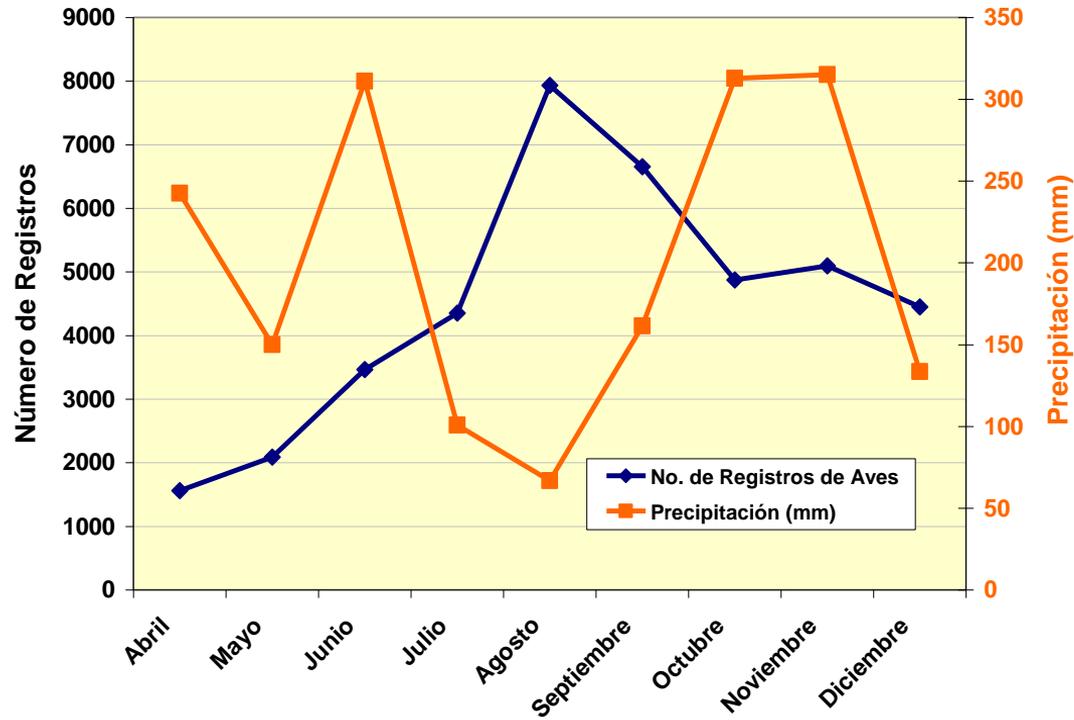
74°7'30"W

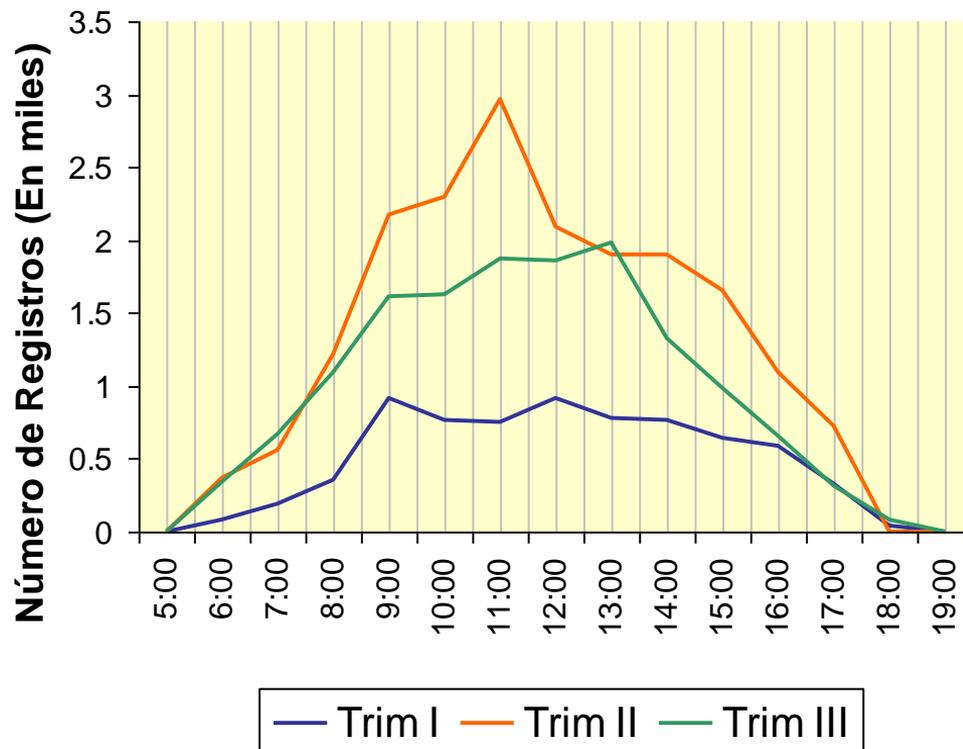




Espece	Masa corporal	Tendencia a agruparse	Tamaño del grupo	Status	Presencia/fenologia	Participación impactos	Preferencia Hábitat	Cruces de pista	Ocurrenca en la región (pi)	Tiempo en el aire	FSR	CLASES FSR
<i>Coragyps atratus</i>	5	5	5	5	5	5	2	5	4	5	125000	5
<i>Zenaida auriculata</i>	2	4	3	5	5	4	5	4	4	4	35840	5
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	1	5	5	5	5	2	5	3	5	5	25000	5
<i>Turdus ignobilis</i>	2	2	2	5	5	2	5	2	3	3	8640	5
<i>Columba livia</i>	2	3	5	5	5	2	4	2	1	4	7680	5
<i>Crotophaga ani</i>	2	4	3	5	5	1	5	1	3	2	6720	5
<i>Pionus menstruus</i>	2	4	3	5	5	3	3	2	2	3	5040	5











Existen muchos métodos y herramientas para analizar el riesgo y para evaluarlo.

- Cualitativos
- Cuantitativos
- Orientados a diferentes tipos de sistema

Dado que se habla de probabilidades de ocurrencia de eventos, es importante contar con información histórica.

Idealmente debemos tener información sobre

- Ocurrencia previa de la condición latente.
- Ocurrencia previa de eventos adversos que la involucran.
- Severidad de los diferentes eventos que se han presentado.

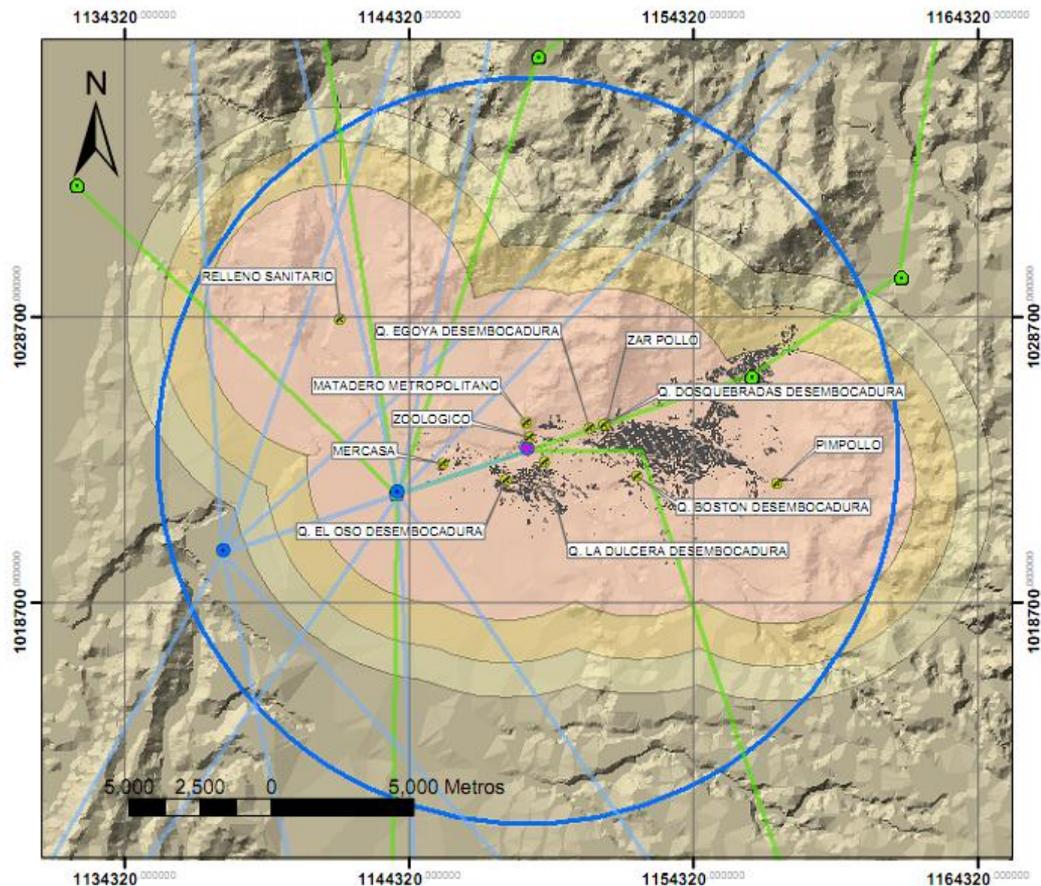
- Estime la Probabilidad
- Lo más indicado es establecer la **probabilidad de estados indeseados**, es decir, de pérdidas o afectación.
- Para ello se puede estimar la **probabilidad de ocurrencia o presencia de un peligro**.
- Posteriormente, **establecer la probabilidad de que este peligro derive en un estado indeseable**.
- Dependiendo de la metodología, se evalúa la influencia de la **presencia de barreras** del sistema (FTA, ETA).

Definición	Probabilidad de ocurrencia				
	Extrem. improbable	Extrem. Remoto	Remoto	Razonabl. Probable	Frecuente
Cualitativa	No debe ocurrir	Poco probable que ocurra	Podría ocurrir alguna vez	Podría ocurrir varias veces	Podría ocurrir con frecuencia
Cuantitativa (Operaciones)	$< 10^{-9}$	Entre 10^{-7} y 10^{-9}	Entre 10^{-5} y 10^{-7}	Entre 10^{-3} y 10^{-5}	Entre 1 y 10^{-3}

Estimando la probabilidad

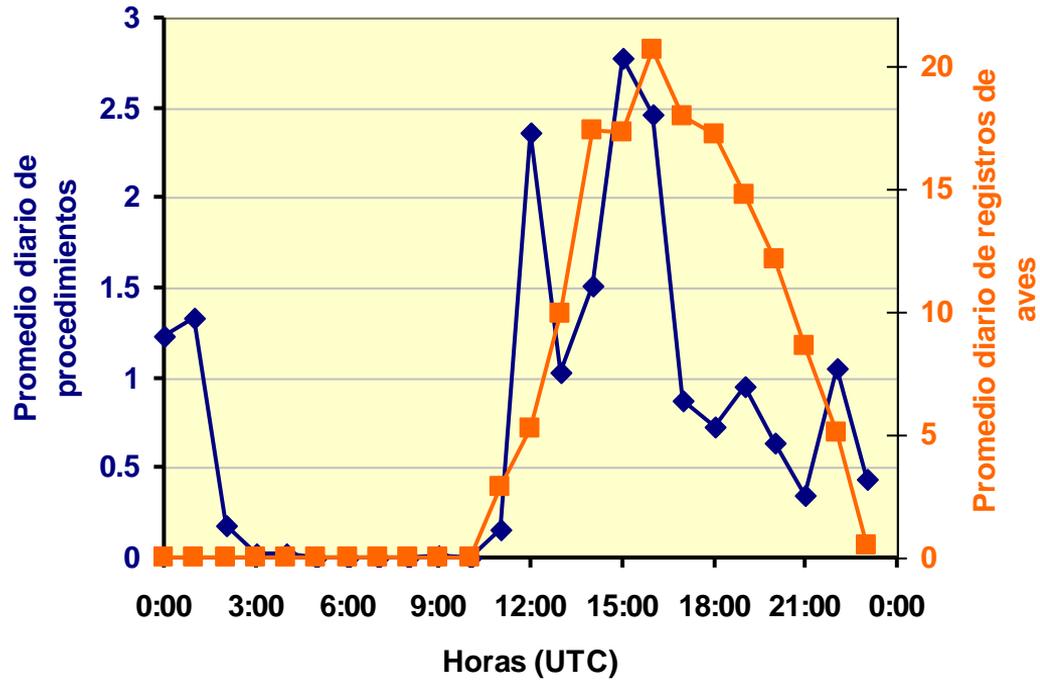
				Evento detonante				
				Entre 1 y 10 ops	Entre 11 hasta 100 ops	Entre 101 y 1.000 ops	entre 1.001 y 10.000 ops	entre 10.001 y 100.000 ops
Estado Operacional no deseable	definicion	descripcion	valor	1,E-01	1,E-02	1,E-03	1,E-04	1,E-05
	Muy Frecuente	1 x c/ ED	1,E+00	1,E-01	1,E-02	1,E-03	1,E-04	1,E-05
	Frecuente	1 x c/10 ED	1,E-01	1,E-02	1,E-03	1,E-04	1,E-05	1,E-06
	Ocasional	1 x c/100 ED	1,E-02	1,E-03	1,E-04	1,E-05	1,E-06	1,E-07
	Remoto	1 x c/1.000 ED	1,E-03	1,E-04	1,E-05	1,E-06	1,E-07	1,E-08
	Casi imposible	1 x c/10.000 ED	1,E-04	1,E-05	1,E-06	1,E-07	1,E-08	1,E-09

Expresión espacial del riesgo



Convenciones

- ✦ ARP
- Anillo 13 Km
- Rutas VFR
- Puntos VFR
- Rutas IFR
- Puntos IFR
- ★ Actividad Atractiva
- Movilidad Min.
- Movilidad Med.
- Movilidad Max.



—◆— Operaciones despegue —■— Registros aves

Determinación de la Severidad

Severidad de los eventos		
Definición	Descripción	Valor
Catastrófico	Múltiples muertes, equipos destruidos	A
Peligroso	Heridas serias o muerte a un número de personas Reducción grande de los márgenes de seguridad Condiciones de angustia o carga de trabajo excesivas Daño considerable en los equipos.	B
Mayor	Reducción significativa en los márgenes de seguridad Reducción en la habilidad de los operadores para manejar condiciones operativas adversas como resultado del aumento en la carga de trabajo o condiciones de impedimento. Heridas a personas	C
Menor	Interferencia Limitaciones operacionales Uso de procedimientos de emergencia	D
Insignificante	Pocas o ninguna consecuencia	E

		PROBABILIDAD				
		MUY ALTA	ALTA	MODERADA	BAJA	MUY BAJA
SEVERIDAD	CATASTRÓFICA	Red	Red	Red	Red	Red
	PELIGROSA	Red	Orange	Orange	Orange	Orange
	MODERADA	Red	Orange	Orange	Green	Green
	BAJA	Orange	Orange	Green	Green	Green

Árbol de Análisis de Eventos

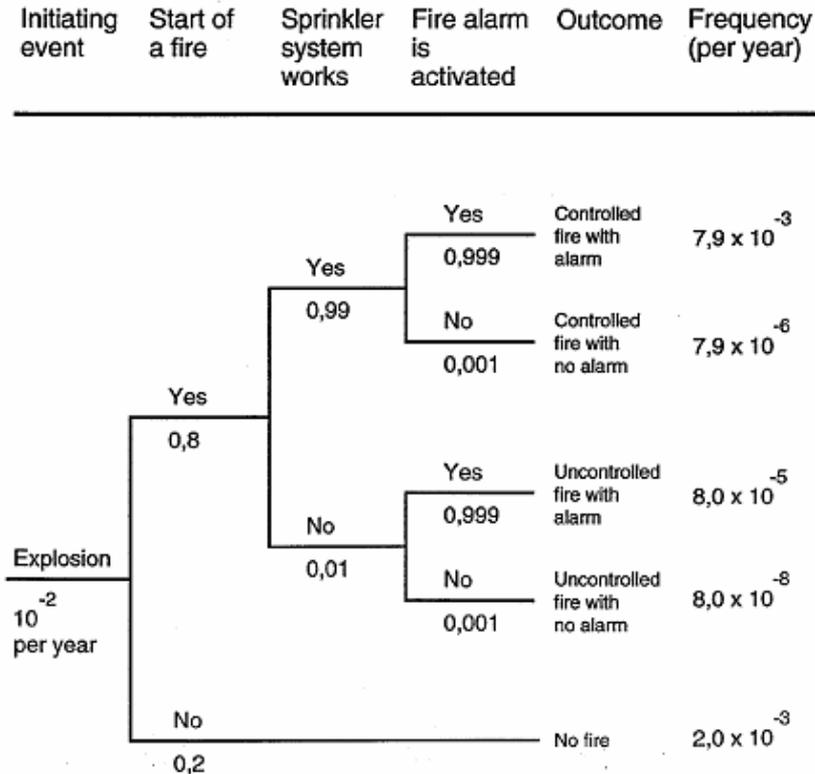


Figure B.4 — Event Tree

AÑOS	CANTIDAD OPS	IMPACTOS	TASA COLISION (IMPACTOS/OPS X 10.000)
2006	16432	10	6,09
2007	21844	11	5,04
2008	22928	6	2,62
2009	20868	6	2,88
2010	29200	5	2,6

AÑOS	CATASTRÓFICA	PELIGROSA	MODERADA	BAJA	MEDIA PONDERADA
	4	3	2	1	
2006			2	8	1,2
2007		1	1	8	1,3
2008				6	1
2009			2	4	1,33
2010				5	1

Evaluación del Riesgo

		PROBABILIDAD				
		MUY ALTA	ALTA	MODERADA	BAJA	MUY BAJA
SEVERIDAD	MUY ALTA					
	ALTA					
	MODERADA					
	BAJA	2014	2006 2007	2008 2009 2010 2011 2012 2013		

		PROBABILIDAD				
		MUY ALTA	ALTA	MODERADA	BAJA	MUY BAJA
SEVERIDAD	MUY ALTA					
	ALTA					
	MODERADA					
	BAJA		2006-2010 2010-2014	2007-2011 2008-2012 2009-2013		

Una vez identificado, analizado y evaluado, se debe tratar el riesgo.

El objetivo está fijado por las metas de seguridad operacional.

ALARP – Tan bajo como sea practicable.

Debe ser fijado por el Estado. En su defecto, la Dirección debe hacerlo.

Cuidado! No quedarse en las metas!

Se busca bajar tanto la probabilidad como la severidad. Sin embargo es más factible bajar la probabilidad que la severidad.

El tratamiento del riesgo se hace en función de

- tamaño de la organización
- presupuesto de la organización
- Estándares definidos por el Estado

Diversas técnicas, métodos y herramientas

- Control activo
- Control pasivo
- Control organizacional
- Control interinstitucional
- Control operacional predictivo

CONTROL ACTIVO

- Adecuado para la escala del Aeropuerto.
- Cumplimiento de estándares.
- Efectos colaterales.
- Responsabilidad Ambiental y Social.
- Monitoreo, Investigación e Innovación permanentes.
 - Desempeño de las técnicas
 - Relación costo – beneficio.
 - Combinaciones de técnicas.
 - Contextos específicos.

Control Activo – Control Letal



Control Activo – Medidas de Repulsión



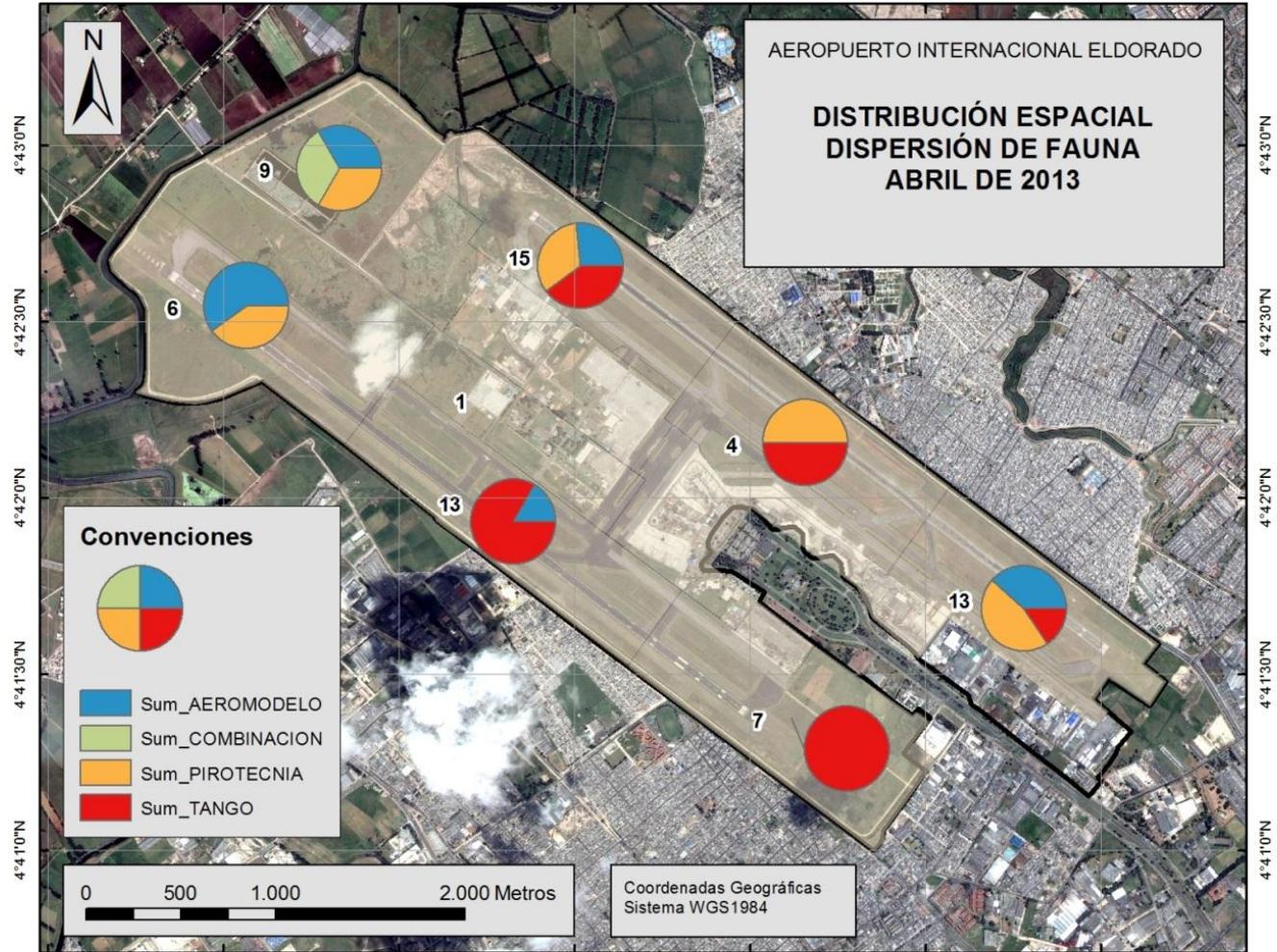
Control Activo –Captura y Dispersión



74°10'30"W 74°10'0"W 74°9'30"W 74°9'0"W 74°8'30"W 74°8'0"W 74°7'30"W

AEROPUERTO INTERNACIONAL ELTORADO

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DISPERSIÓN DE FAUNA ABRIL DE 2013



74°10'30"W 74°10'0"W 74°9'30"W 74°9'0"W 74°8'30"W 74°8'0"W 74°7'30"W

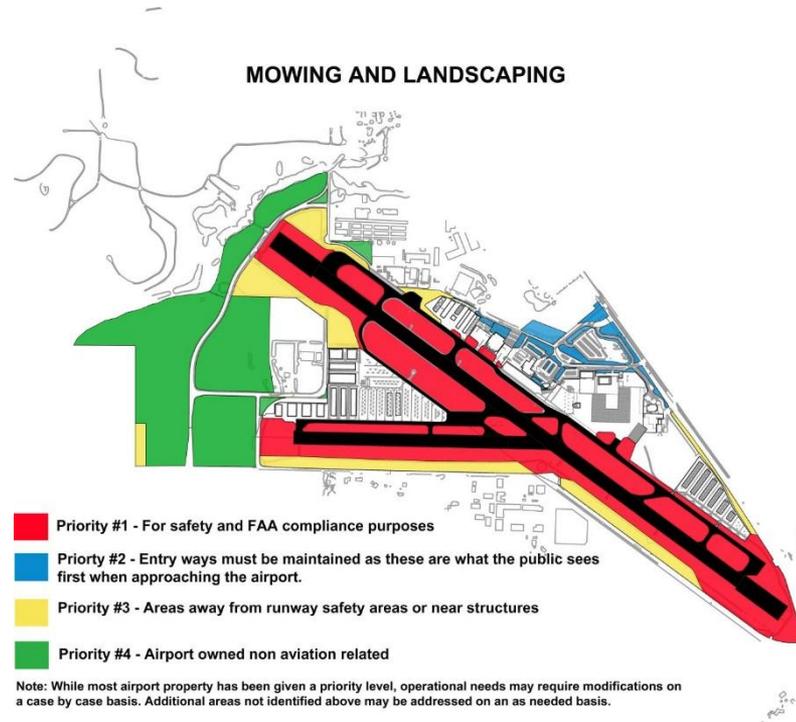
4°43'0"N
4°42'30"N
4°42'0"N
4°41'30"N
4°41'0"N

CONTROL PASIVO

- El aeropuerto como sistema.
- Contingencia VS Planificación.
- Contingencia: Sistemas de inspección y comunicación.
- Contingencia: Capacidad de respuesta.
- Planificación: En todas las fases de desarrollo del proyecto aeroportuario.
- Planificación: En todos los ámbitos del Aeropuerto, especial atención a usos y coberturas del suelo y diseño de infraestructura.



MOWING AND LANDSCAPING



Control Pasivo – Cuerpos de agua



Cuidado! No quedarse en la misma meta para siempre!
El riesgo es cambiante!

Debe actualizarse el diagnóstico periódicamente.

Debe auditarse el proceso de manera permanente.

Deben buscarse metas superiores siempre que sea posible.

Reducción de la vulnerabilidad Física – Planes de vuelo

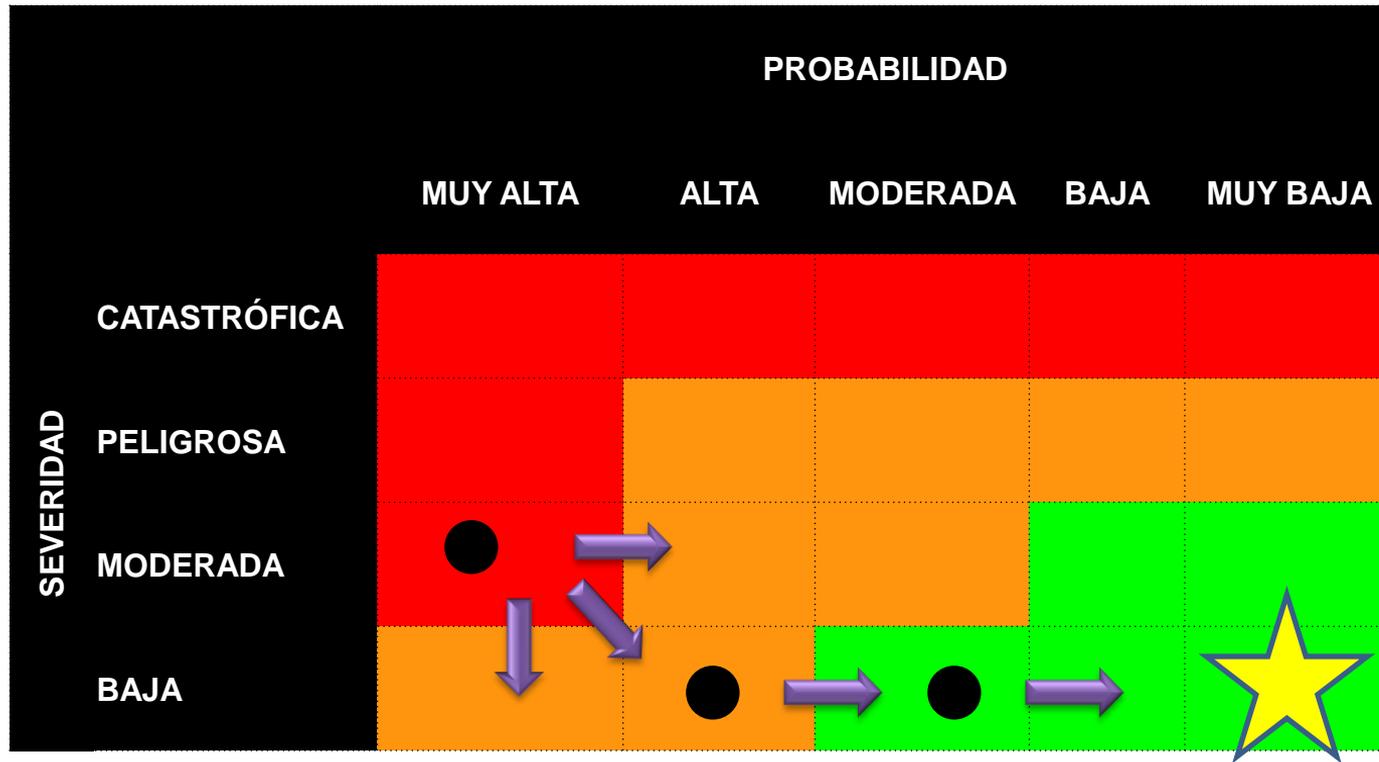
Reducción en la vulnerabilidad organizacional – SMS Fauna

Reducción de la vulnerabilidad económica – Transferencia del riesgo

Reducción de la vulnerabilidad social y cultural

- Capacitación, procesos de formación, incentivos.

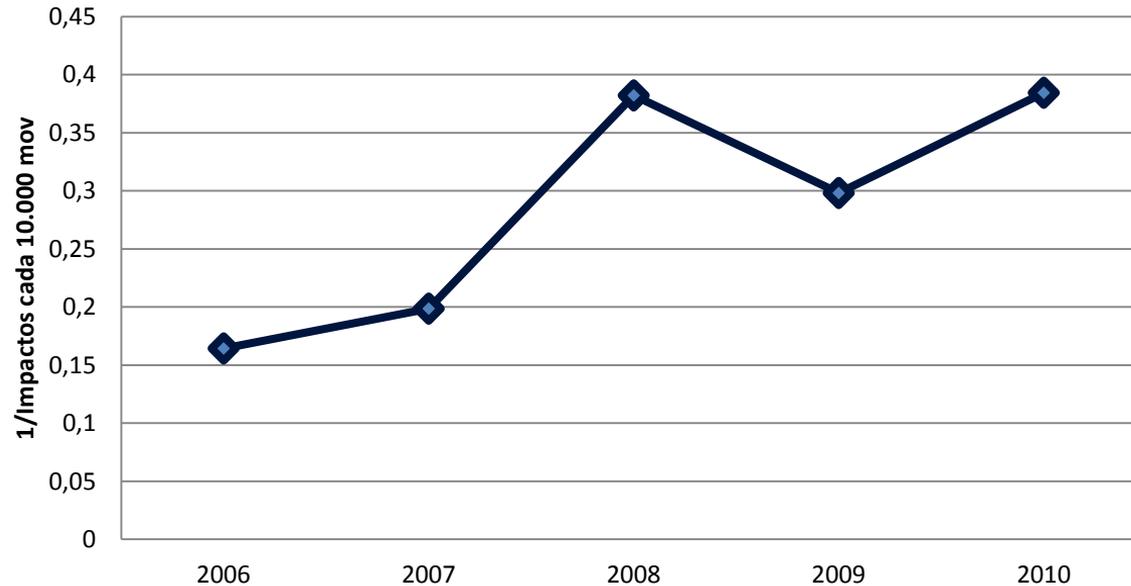
Reducción de la vulnerabilidad política – Fortalecimiento del Aeropuerto en el contexto local y regional.



IMPACTOS POR CADA 10.000 MOVIMIENTOS



Metas SMS



- El riesgo debe ser manejado en todos los sistemas.
- Para darle una correcta gestión se debe comprender muy bien el concepto.
- Todas las formas de ver el riesgo convergen en un único objetivo – La operación segura.
- El proceso de gestión del riesgo implica el conocimiento del contexto, la identificación del riesgo, su análisis, su evaluación y su tratamiento de acuerdo con las necesidades identificadas.

- Aunque existen lineamientos muy claros por parte de la OACI, éstos dan plena libertad para intentar nuevas formas de abordar el la valoración e intervención del riesgo.

"Locura es hacer la misma cosa una y otra vez esperando obtener diferentes resultados".

Albert Einstein