

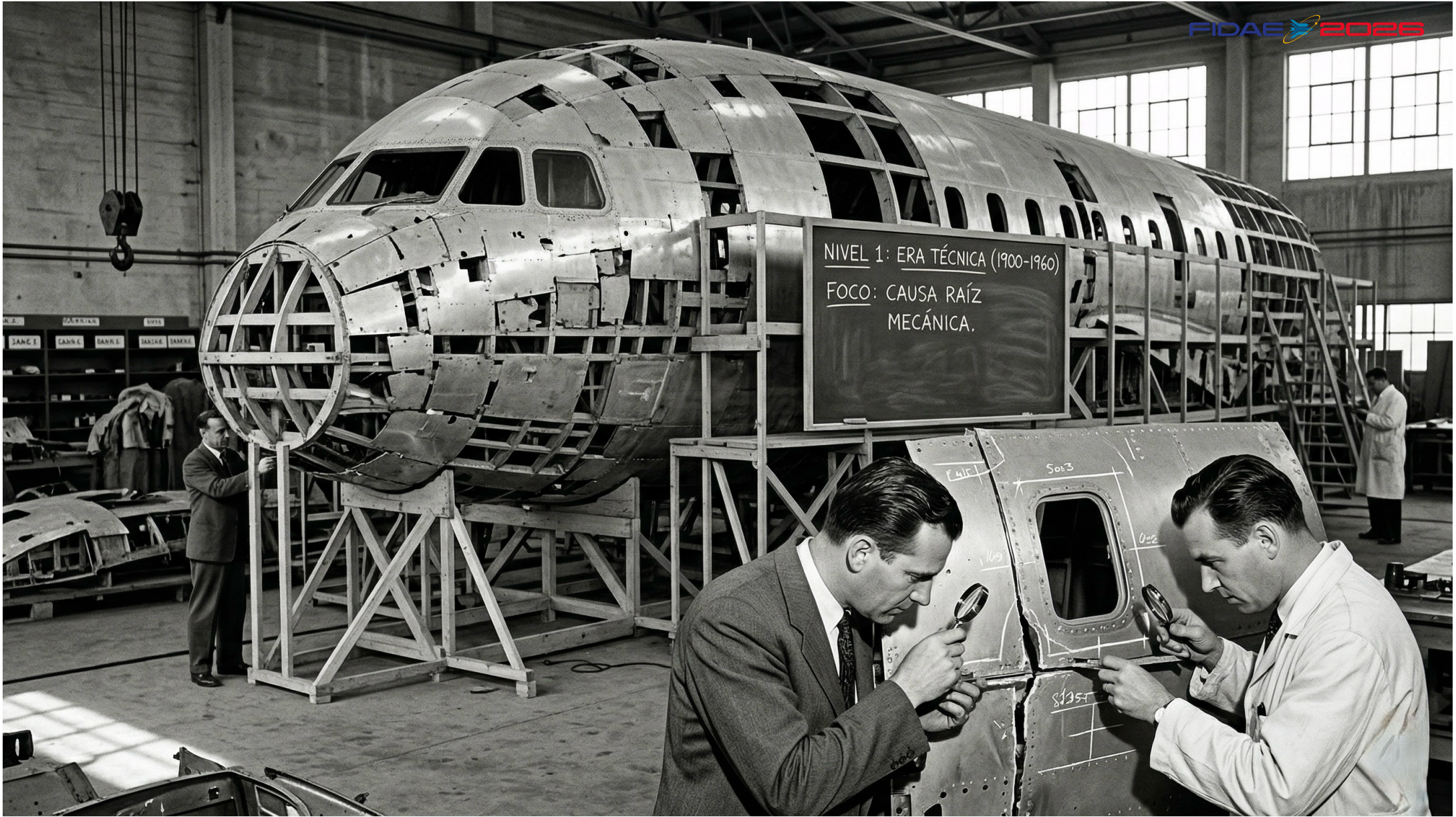
A dark blue world map is visible in the background, with a white location pin icon placed over the continent of South America.

DE LA CAUSA RAÍZ A LA RESILIENCIA ORGANIZACIONAL ...

Psic. Aer. Mónica Gómez Caniella
Consultor Internacional



TASA DE ACCIDENTES MUNDIALES (REDUCCIÓN)



NIVEL 1: ERA TÉCNICA (1900-1960)
FOCO: CAUSA RAÍZ MECÁNICA.



CAUSA RAÍZ (1900-1960)

En los inicios de la aviación, los accidentes se veían como fallas técnicas.

El avión fallaba, y ese era el problema.

Enfoque lineal

Una causa → un efecto

Ingeniería pura

“Si encontramos la pieza que falló, resolvemos el problema.”



NIVEL 2: ERA DEL ERROR HUMANO (1960-1990)
FOCO: COMPORTAMIENTO Y COMUNICACIÓN (CRM).

ERROR HUMANO (1960-1990)

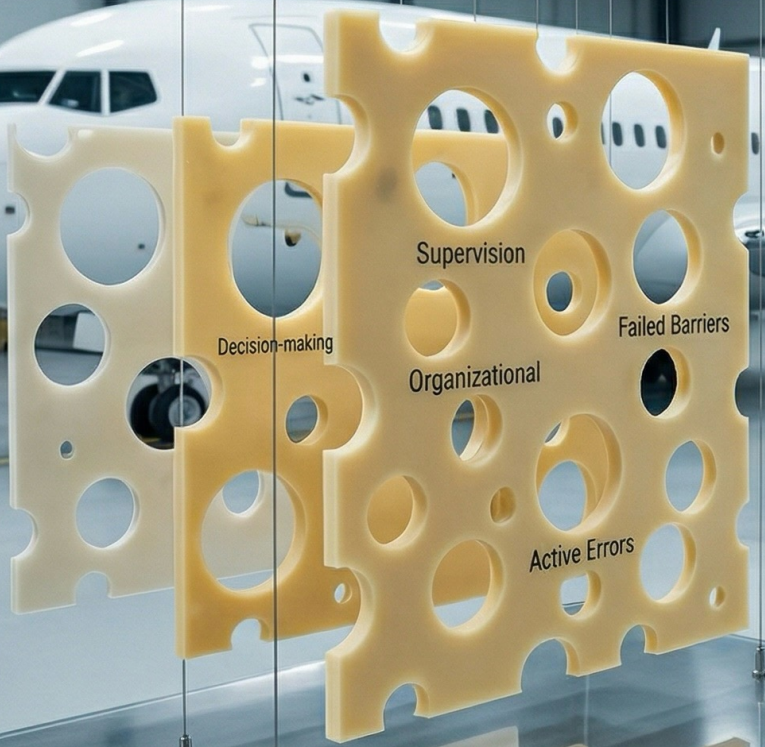
Con el tiempo, los aviones mejoraron... pero los accidentes continuaron.

- Entonces miramos al humano.
- Piloto como foco.
- Nacen: CRM, checklists, entrenamiento



“Decir ‘error humano’ explicaba el accidente... pero no lo prevenía.”

NIVEL 3: ENFOQUE SISTÉMICO (1990-2010)
FOCO: MODELO DEL QUESO SUIZO (ORGANIZACIONAL)

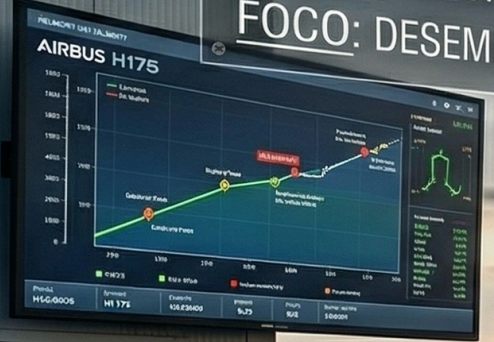


ENFOQUE SISTÉMICO (1990-2010)

- “Dejamos de preguntar quién falló...y empezamos a preguntar qué sistema permitió el fallo.”
- Organización, cultura, supervisión, diseño.
- Modelos clave: Swiss Cheese Model. HFACS
- “El error ya no es la causa... es el síntoma.”



NIVEL 4: RESILIENCIA / SAFETY-II (2010-PRESENTE)
FOCO: DESEMPEÑO ADAPTATIVO (EL ÉXITO OPERATIVO)



RESILIENCIA / SAFETY-II (2010-HOY)

- Hoy entendemos algo más profundo:
los sistemas no solo fallan... también se adaptan constantemente para funcionar.
- Conceptos clave: Resilience Engineering, Safety-II



“Los accidentes no vienen de algo que funciona mal...vienen de la misma variabilidad que permite que el sistema funcione bien todos los días.”

Etapa	Años	Cómo se entendían los accidentes en aviación	Modelos / métodos de investigación	Autores / referentes	Marco normativo aeronáutico
Causa raíz (técnico-mecánica)	1900–1960	Los accidentes se explican por fallas técnicas o mecánicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Investigación técnica - Análisis de fallas - Cadena causal simple 	Herbert William Heinrich	<ul style="list-style-type: none"> - Primeras regulaciones aeronáuticas - Autoridades nacionales (pre-OACI) - Reportes técnicos básicos
Error humano (Human Factors inicial)	1960–1990	El foco se desplaza a errores del piloto o tripulación.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de error humano - CRM inicial - Checklists - BBS adaptado 	James Reason	<ul style="list-style-type: none"> - ICAO (Anexo 13 – Investigación de accidentes) - Desarrollo de CRM - Normas de entrenamiento
Enfoque sistémico (organizacional)	1990–2010	Los accidentes se entienden como resultado de fallas en el sistema completo (operador, mantenimiento, gestión).	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo del queso suizo - Análisis de barreras - Investigación organizacional - HFACS 	James Reason Scott A. Shappell Douglas A. Wiegmann	<ul style="list-style-type: none"> - ICAO Anexo 13 (evolucionado) - Implementación de SMS (Safety Management System) - Regulaciones FAA / EASA
Resiliencia / Safety-II	2010–presente	El sistema es adaptativo. Los accidentes surgen de la misma variabilidad que permite operar con éxito.	<ul style="list-style-type: none"> - FRAM - Análisis de desempeño real - Estudios LOSA - Safety-II 	Erik Hollnagel Sidney Dekker	<ul style="list-style-type: none"> - ICAO Doc 9859 (SMS) - Cultura justa - Programas LOSA - Factores humanos avanzados

LA COMPLEJIDAD SISTEMICA ACTUAL

Hoy los sistemas son tan robustos que cuando algo sucede, suele ser por una combinación de factores que nadie pudo prever en un manual.

Recomendaciones Clave en Investigación de Accidentes (2025, 2026)

De la reacción a la anticipación: pilares de la seguridad moderna

PUNTO	DESCRIPCIÓN / ACCIÓN
1. Independencia investigativa	Separar operación, regulación e investigación.
2. Enfoque sistémico (no lineal)	Superar la "causa raíz única" → analizar interacciones complejas.
3. Integración de datos y analítica predictiva	Uso de FDM, big data y sistemas de reporte.
4. Cultura Justa y reporte abierto	Proteger el error reportado, eliminar el miedo.
5. Seguridad psicológica	Facilitar la voz operativa en todos los niveles.
6. Implementación efectiva de recomendaciones	Seguimiento, medición e impacto real.
7. Gestión de riesgos tecnológicos emergentes	Automatización, GNSS, nuevas amenazas.
8. Vinculación con regulación y políticas públicas	Convertir hallazgos en cambios sistémicos.



Recomendaciones Clave en Investigación de Accidentes (2025, 2026)

Evento / Organismo	Título del Encuentro	Recomendación Clave
ICAO	Reforming Annex 13 (2025)	Independencia Investigativa: Autonomía total de las Juntas de Investigación (AIB) para eliminar conflictos de interés.
ISASI	Annual Seminar (2025)	Análisis Sistémico: Superar la etiqueta de "error humano" y mapear interdependencias complejas.
IATA-	WSOC Conference (2025)	Seguridad Proactiva: Integración obligatoria de FDM con reportes voluntarios para predecir riesgos.
Global Summit	HF & Wellbeing (2026)	Seguridad Psicológica: Proteger la voz operativa para acceder a la "verdad de campo" sin miedo.
EASA	Safety Conference (2026)	Resiliencia Tecnológica: Mitigación de riesgos en GNSS (Interferencias) y automatización crítica.

RELOJ CIRCADIANO **ESTRÉS** **USO DE LISTAS DE VERIFICACIÓN** **SOBRECONFIANZA EN AUTOMATIZACIÓN**

TURNO DE NOCHE

COMUNICACIONES **MODELO MENTAL COMPARTIDO** **TOMA DE DECISIONES COMPARTIDA**

RADAR METEOROLÓGICO **CONCIENCIA DE LA AUTOMATIZACIÓN**

RENDIMIENTO OPERATIVO

GESTIÓN DE LA FATIGA **DESCANSO Z** **Sueño Z**

FACTORES DE ESTRÉS **FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO**
Presión de tiempo, fatiga pot., Referencia en Lista de Mantenimiento

MARCO DE FACTORES HUMANOS



FIDAE 2026

AVIÓN EN RUTA **CONCIENCIA SITUACIONAL**

TOMA DE DECISIONES COLABORATIVA

FLUJO DE INFORMACIÓN **HABILIDADES DE COMUNICACIÓN INTERPERSONAL** **INTERACCIONES EFECTIVAS**

CORAZÓN

LISTA DE VERIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS **REFERENCIA EN LISTA MANTENIMIENTO**

MANTENIMIENTO E INGENIERÍA **ESTADO DE SERVICIO DE LA AERONAVE**

Estado de Servicio Aeronave
Adherencia a Procedimientos
Inspecciones Detalladas
Prevención de Errores



PROCESO COGNITIVO **ENTRADA DE DATOS**

SENTIDOS DE ENTRADA **Conciencia Situacional** **Toma de Decisiones** **Acciones**

Entrada **Toma de Decisiones** **Acción** **Acciones**

Comentarios **Entrada Senses**

PROCESO COGNITIVO **SUPERVISIÓN SEGURIDAD SISTÉMICA** **INSPECTORES Y AUDITORÍA** **SUPERVISIÓN SEGURIDAD SISTÉMICA**

AMENAZA Y GESTIÓN DE ERRORES (TEM)
CONTRAMEDIDAS
BRIEFINGS
SOPs, Comms.
Briefings

Caso 1 – H 175. Humo en Cabina (Brasil)

- Evento crítico con alta incertidumbre
- Detección de humo y olor a quemado en vuelo
- Riesgo inmediato: fuego oculto
- Impacto potencial: pérdida de visibilidad y capacidad cognitiva

- **Acciones clave:**
- Activación checklist, Smoke/Fire/Fumes
- Uso de oxígeno
- Aislamiento de sistema
- Aterrizaje preventivo inmediato

Evento 2 - H175 Mar del Norte

1. Tipo de evento	Overspeed + vibraciones (motor/transmisión)
Fase de vuelo	Aproximación (~1000 ft)
Condición inicial	Torque kick + múltiples alarmas
Riesgo principal	Falla estructural / pérdida de control
Complejidad:	Alta carga cognitiva
Acciones de tripulación:	<ul style="list-style-type: none"> • Priorización control de vuelo • Reducción de potencia • Gestión de alarmas
Decisión clave	Desvío y aterrizaje inmediato
Resultado	Aterrizaje seguro
Clave operacional	Filtrado de información crítica

Airbus H175 -
CHC Helikopter
Service (G-HXXX)



¿Qué evitó el accidente?

Más allá de la falla técnica

- Sistemas diseñados con tolerancia a fallas
- Tripulación entrenada en gestión de incertidumbre
- Aplicación efectiva de procedimientos
- Integración humano-máquina



Resultado:

- El sistema absorbió la perturbación

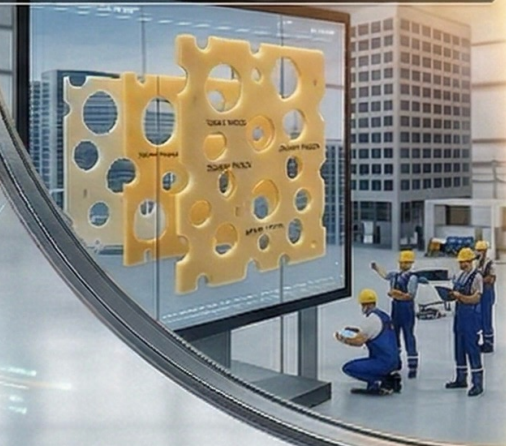
FOCO 1: METAL (1900-1960)



FOCO 2: PILOTO (1960-1990)



FOCO 3: ORGANIZACIÓN (1990-2010)



FOCO 4: ADAPTABILIDAD DEL SISTEMA (HOY)



RESPUESTA AL ESTRÉS: TRES CATEGORÍAS DE NASSIM TALEB

1. FRÁGIL



Se rompe ante el desorden.

Ejemplo: Un jarrón de cristal rompiéndose por un golpe.



2. ROBUSTO/RESILIENTE



Resiste el choque, se mantiene igual.

Ejemplo: Una palmera doblándose por el viento pero sin romperse, volviendo a su posición original.



3. ANTIFRÁGIL



Mejora y se fortalece gracias al estrés, el error y la volatilidad.

Ejemplo: La Hidra de Lerna (crece más cabezas) o un músculo hipertrofiado.



LA AVIACIÓN COMO UN SISTEMA ANTIFRÁGIL GLOBAL

- **Mecanismo de Aprendizaje Post-Traumático:**
 - La industria no busca solo 'sobrevivir' a un accidente (Resiliencia), sino **utilizar el fracaso como el motor de su evolución.**
 - Cada investigación de accidente descompone el error individual para inyectar 'anticuerpos' sistémicos en toda la flota mundial.
- **Pilares de la Antifragilidad en Aviación:**
 1. **Transferencia de Fragilidad:** Aceptamos la fragilidad individual (un avión o tripulación puede fallar) para que el diseño del siguiente avión o procedimiento sea superior. El sistema se fortalece gracias al sacrificio de la unidad.
 2. **Cultura de No-Culpabilidad (Just Culture):** El reporte voluntario de errores sin miedo a represalias proporciona los 'pequeños estresores' necesarios para detectar grietas antes de que se conviertan en abismos operativos. El sistema se nutre de información negativa.
 3. **Redundancia Positiva:** No es una ineficiencia; es la forma en que el sistema se asegura de que, incluso bajo estrés extremo, no solo sobreviva, sino que mantenga su integridad operativa y capacidad de aprendizaje.
- **La Meta Final:**
 - **Seguridad Evolutiva:** Un sistema que no solo no se rompe, sino que se anticipa y mejora constantemente a través de sus propias cicatrices operativas.

El Desafío Local: Innovar en la Escasez

- La Realidad: Presupuestos limitados, presión comercial, brecha tecnológica.
- La Oportunidad: El Factor Humano es nuestro activo más flexible y potente.
- La falta de recursos se compensa con la agudeza de nuestro criterio.

"No necesitamos aviones del futuro para tener una mentalidad de futuro. La Antifragilidad empieza en la forma en que nos escuchamos en el hangar."

Reflexiones finales

- Somos los detectives del sistema.....
- El desafío del investigador no es solo encontrar el componente que falló, sino descubrir por qué los mecanismos de resiliencia no se activaron a tiempo...
- El informe de investigación es la vacuna. Si solo se investiga el fallo, solo se está tapando un agujero.
- Si se investiga la capacidad de recuperación (Resiliencia), se está fortaleciendo todo el organismo.

EL PROPÓSITO SUPERIOR DE LA INVESTIGACIÓN

“Nuestra labor comienza descifrando la **Causa Raíz** para entender el pasado y se apoya en la **Resiliencia** para sostener el presente; pero nuestro verdadero legado es construir una aviación **Antifrágil**: un sistema que no solo sobrevive al error, sino que utiliza cada una de sus cicatrices para volverse invencible frente al futuro.”

Mónica Gómez Caniella



MUCHAS GRACIAS



Mónica Gómez Caniella
Consultor Internacional



AVIACIÓN
CIVIL-COMERCIAL



MANTENIMIENTO
DE AERONAVES



TECNOLOGÍA
ESPACIAL



EQUIPAMIENTO Y
SERVICIOS
AEROPORTUARIOS



SEGURIDAD
NACIONAL



DEFENSA