# Formulario 2 - PIGEM: Plataforma Integral de Gestión de Evacuaciones Multiamenaza

## 📋 Descripción General

El **Formulario 2** constituye el documento técnico-científico integral que fundamenta el desarrollo de la **Plataforma Integral de Gestión de Evacuaciones Multiamenaza (PIGEM)**. Este documento presenta la propuesta completa para un sistema avanzado de simulación y gestión de evacuaciones masivas, dirigido específicamente al contexto chileno de riesgos multiamenaza.

## 🎯 Propósito del Documento

Este formulario técnico tiene como objetivo:

* **Justificar científicamente** la necesidad de una plataforma nacional de gestión de evacuaciones
* **Fundamentar tecnológicamente** el enfoque híbrido ABM-DES propuesto
* **Demostrar viabilidad** técnica, económica y operacional del proyecto
* **Establecer metodología** de desarrollo, validación y transferencia tecnológica
* **Definir estrategia** de masificación y sostenibilidad a largo plazo

## 📖 Estructura del Documento

### **1. Justificación Técnica y Científica**

#### 1.1 Problemática Nacional

* Análisis del contexto chileno de riesgos multiamenaza
* Identificación de brechas en capacidades actuales
* Cuantificación del impacto de desastres naturales

#### 1.2 Estado del Arte Internacional

* Revisión de marcos conceptuales avanzados
* Análisis de metodologías de simulación de evacuaciones
* Evaluación de tecnologías emergentes aplicables

#### 1.3 Análisis Comparativo de Soluciones

* **1.3a) Soluciones en Desarrollo**: Plataformas académicas y de investigación
* **1.3b) Soluciones Comerciales**: HAZUS, ArcGIS Emergency Management, WebEOC
* **1.3c) Brechas y Oportunidades**: Identificación de espacios de innovación

#### 1.5 Hipótesis de Investigación

* **H1**: Simulación híbrida ABM-DES mejora precisión predictiva
* **H2**: Interfaces adaptativas incrementan efectividad en toma de decisiones

#### 1.6 Objetivos Estratégicos

* Objetivo general y 5 objetivos específicos measurables
* Indicadores de éxito y métricas de validación

#### 1.7 Metodología de I+D

* Enfoque de investigación aplicada y desarrollo experimental
* 5 fases interconectadas desde conceptualización hasta transferencia

### **2. Propuesta de Valor y Estrategia Comercial**

#### 2.1 Descripción de la Plataforma PIGEM

* **Arquitectura tecnológica**: Microservicios, APIs, interfaces adaptativas
* **Capacidades funcionales**: Simulación tiempo real, análisis predictivo, comunicación integrada
* **Modalidades operacionales**: Preventivo, alerta, emergencia

#### 2.2 Ventajas Competitivas

* **Innovación tecnológica única**: Simulación híbrida ABM-DES
* **Accesibilidad económica**: Modelo open source vs $25K-200K USD anuales
* **Contextualización chilena**: Optimización para amenazas nacionales específicas

#### 2.3 Estrategia de Masificación

* **Etapa 1**: Consolidación y estabilización (TRL 6→8)
* **Etapa 2**: Adopción institucional nacional (50% municipios alto riesgo)
* **Etapa 3**: Internacionalización regional (3 países andinos)
* **Etapa 4**: Sostenibilidad y evolución tecnológica

#### 2.4 Análisis de Mercado

* **Mercado primario**: 346 municipalidades + 16 GORE + servicios de salud
* **Mercado regional**: 12 países andinos + 200 ciudades costeras
* **ROI proyectado**: 4:1 en 5 años, recuperación en 2.7 años

#### 2.5 Modelo de Negocio

* **Estrategia híbrida**: Open source + servicios de valor agregado
* **Ecosistema colaborativo**: SENAPRED, municipios, universidades
* **Sostenibilidad**: Diversificación de fuentes de financiamiento

### **3. Capacidades Científicas y Tecnológicas**

#### 3.1 Equipo Multidisciplinario

* **8 investigadores especializados** en simulación, GIS, UX, comportamiento humano
* **Personal de entidades asociadas** (SENAPRED, municipalidades, universidades)
* **Distribución por género**: 50% mujeres en liderazgo científico

#### 3.2 Formación de Capital Humano

* **3 tesis de postgrado** (1 doctoral + 2 magíster)
* **Capacitación especializada**: 50+ funcionarios públicos
* **Transferencia de conocimiento**: 500+ usuarios finales

#### 3.3 Infraestructura y Recursos

* **Laboratorio de Sistemas Geoespaciales**: 15 estaciones especializadas
* **Centro de Datos**: 500 TB almacenamiento, conectividad 1 Gbps
* **Presupuesto total**: $305M (24 meses)

## 🔬 Innovaciones Científicas Clave

### **1. Simulación Híbrida ABM-DES**

* **Agentes Basados en Modelos (ABM)**: Comportamiento humano heterogéneo
* **Simulación de Eventos Discretos (DES)**: Restricciones operacionales del sistema
* **Integración única**: Primera implementación nacional de enfoque híbrido

### **2. Análisis Predictivo con IA**

* **Machine Learning aplicado**: Basado en investigación de Chang et al. (2024) sobre ML y NLP en triaje
* **Procesamiento de lenguaje natural**: Análisis automatizado de datos de emergencia
* **Predicción de escenarios**: Algoritmos de IA para evaluación de patrones de riesgo

### **3. Interfaces Adaptativas**

* **Diseño centrado en usuario**: Adaptación automática según perfil de usuario
* **Estándares internacionales**: Cumplimiento ISO 22324 para simbología de emergencias
* **Experiencia contextual**: Interfaces optimizadas para situaciones de estrés

## 📊 Métricas de Validación

| **Dimensión** | **Métrica** | **Objetivo** | **Método de Medición** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Precisión Técnica** | Error predictivo | <15% vs datos reales | Validación con simulacros históricos |
| **Eficiencia Computacional** | Tiempo de simulación | <30 min (200K habitantes) | Benchmarks en hardware estándar |
| **Usabilidad** | System Usability Scale | >80 puntos | Estudios con usuarios finales |
| **Escalabilidad** | Agentes simultáneos | >1M agentes | Pruebas de carga distribuida |
| **Adopción** | Implementaciones exitosas | 3+ instituciones públicas | Seguimiento post-transferencia |

## 🌐 Impacto Esperado

### **Impacto Científico-Tecnológico**

* **Posicionamiento internacional**: Chile como líder regional en gestión de riesgos
* **Reducción de brechas**: 5-7 años → 1-2 años vs centros internacionales
* **Capacidades exportables**: Modelo replicable para región andina

### **Impacto Económico-Social**

* **Ahorro directo**: $15-25M anuales en eficiencia operacional
* **Prevención de pérdidas**: $100-500M por evento mayor evitado
* **Democratización de acceso**: 346 municipios con herramientas avanzadas

### **Impacto en Formación de Capital Humano**

* **Centro de excelencia**: Laboratorio Nacional de Simulación de Evacuaciones
* **Red nacional**: Articulación permanente universidad-gobierno-municipios
* **Especialistas formados**: 20+ profesionales en simulación de evacuaciones

## 📋 Referencias Clave Integradas

* **Chang, Y.-H. et al. (2024)**: ML y NLP en triaje para predicción clínica (BMC Emergency Medicine)
* **FEMA HAZUS**: Metodología estándar estadounidense para estimación de pérdidas
* **InaSAFE**: Plataforma open source para evaluación de riesgos (Indonesia)
* **UNDRR**: Marcos internacionales de reducción de riesgo de desastres

## 🚀 Próximos Pasos

1. **Aprobación del proyecto** y asignación de recursos
2. **Conformación del equipo** multidisciplinario
3. **Desarrollo del prototipo** (TRL 3→6)
4. **Validación experimental** en casos de estudio chilenos
5. **Transferencia tecnológica** a instituciones públicas

**Documento base**: formulario2.md (114KB, 1,515 líneas)  
**Última actualización**: Diciembre 2024  
**Estado**: Propuesta técnica completa para evaluación  
**Contacto**: Pablo Antonio Jordán González - Director I+D HealthPixel Spa