

DOCUMENTO 00: RESUMEN EJECUTIVO

Proyecto: Voz de Cristal

Cuando el sistema calla, la tecnología habla.

Proyecto Voz de Cristal

Voz de Cristal es una iniciativa tecnológica y social orientada a la protección de la infancia vulnerada, nacida desde la experiencia personal y la convicción ética de sus impulsores. El proyecto propone un sistema de alerta y registro basado en hardware de bajo costo, inteligencia artificial y estrictos estándares de privacidad, capaz de actuar como testigo independiente en situaciones de riesgo para niños y niñas.

Problema

En Chile y el mundo, la mayoría de los casos de abuso infantil ocurren en entornos de confianza, donde los sistemas tradicionales de protección suelen fallar. Según UNICEF, el 71% de los niños en Chile sufre algún tipo de violencia de sus cuidadores ([UNICEF Chile](#)). Informes de la Defensoría de la Niñez evidencian brechas críticas en la rapidez de las medidas de protección y saturación del sistema judicial ([Defensoría de la Niñez](#)). La falta de respuesta oportuna y la dificultad para obtener pruebas confiables perpetúan la vulneración de derechos.

Solución Propuesta

Voz de Cristal plantea un dispositivo portátil, discreto y seguro, que solo transmite datos en situaciones críticas detectadas por algoritmos locales (TinyML). El sistema prioriza la privacidad, la seguridad y la inmutabilidad de la evidencia, integrándose con redes privadas y protocolos de respuesta social y legal. La tecnología NB-IoT, recomendada por la GSMA y ya operativa en Chile ([GSMA NB-IoT](#)), permite cobertura profunda y bajo costo operativo.

Impacto Esperado

- Reducción de la impunidad en casos de abuso infantil.

- Generación de evidencia confiable y protegida.
- Empoderamiento de redes de apoyo y autoridades.
- Protección efectiva y no invasiva para los niños.
- Costo de hardware validado en \$13 USD por dispositivo, según cotizaciones de proveedores internacionales ([LCSC](#), [Espressif](#)).

Invitación

El proyecto está abierto a la colaboración de instituciones, empresas, municipios, académicos y profesionales de todas las áreas. No se busca financiamiento directo ni créditos personales, sino sumar capacidades para llevar esta solución a quienes más la necesitan.

Para más detalles y respaldo de datos, ver el Anexo de Fuentes y Referencias Técnicas.

Impulsores del Proyecto:

- **Héctor Águila** – Arquitectura de Solución
- **Yaneth Villegas** – Dirección de Vinculación Social

Ambos ponen a disposición de la sociedad esta base conceptual y técnica, invitando a instituciones, empresas y profesionales a sumarse para llevarla a la realidad.

DOCUMENTO 01: MARCO CONCEPTUAL Y FUNDAMENTACIÓN

Proyecto: Voz de Cristal

Cuando el sistema calla, la tecnología habla.

ID: VC-2026-CH-01-DOC01

1. El Nombre: Fundamento Filosófico

Transparencia

Representa la verdad técnica inmutable frente a la manipulación de relatos en casos de abuso.

Fragilidad Resiliente

La infancia es un cristal que parece romperse, pero bajo este sistema, ese "estallido" se convierte en una alarma sónica y digital imposible de ignorar.

2. Definición del Problema

El proyecto aborda la **"Falla de Respuesta en Entornos de Confianza"**.

Cuando el agresor es el tutor legal, los sistemas actuales de protección quedan anulados. **Voz de Cristal** actúa como un testigo independiente y autónomo.

DOCUMENTO 02: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE ARQUITECTURA

Responsable: Héctor Aguila (Arquitectura de Solución)

ID: VC-2026-CH-01-DOC02

1. Hardware (The Edge)

Microcontrolador

Propuesta: SoC con soporte NB-IoT/LTE-M (ej. Simcom o Quectel).

- **Justificación:** Estos módulos permiten transmisión en bandas de baja frecuencia con alta penetración en concreto ([GSMA NB-IoT](#)).

Sensores

- **Acelerómetro:** De baja potencia para detección de impactos.

- **Sensor PPG:** Para monitoreo de frecuencia cardíaca (HRV).

Protección

- **Certificación IP68.**
- **Encapsulado:** Resina epóxica para evitar manipulación o daño por líquidos.

2. Software e Inteligencia Artificial

Algoritmo de Detección

Implementación de modelos de clasificación (**Random Forest**) en la nube para identificar patrones de pánico. El uso de IA en protección infantil está respaldado por literatura científica y experiencias internacionales (ver Anexo de Fuentes).

Patrón de Pánico = Taquicardia Súbita + Movimiento Defensivo.

Seguridad

- **Transporte:** Protocolo TLS 1.3.
- **Almacenamiento:** Encriptación AES-256 para audio almacenado.

Fuentes y Referencias

- GSMA: [NB-IoT Deployment Guide](#)
- Ver Anexo de Fuentes y Referencias Técnicas

DOCUMENTO 03: PROTOCOLO DE GESTIÓN E IMPACTO SOCIAL

Responsable: Yaneth Villegas (Directora de Vinculación Social)

ID: VC-2026-CH-01-DOC03

1. El Protocolo de Bypass Judicial

El sistema **no envía alertas al teléfono de los padres por defecto** si existe una denuncia previa o si se configura el "Modo Riesgo Intrafamiliar". Esta medida responde a la realidad de que la mayoría de los abusos ocurren en el entorno familiar ([UNICEF Chile](#)).

La alerta se dirige a:

- Central de Emergencias Policiales.
- Red de Apoyo Validada (Educadores/Familiares externos).

2. Diseño Centrado en el Niño

El rol social garantiza que el hardware **no sea estigmatizante**. Esta estrategia está alineada con recomendaciones internacionales para evitar la revictimización y el estigma social en niños vulnerados ([Defensoría de la Niñez](#)).

- Debe ser joyería común (*bijouterie*) o elementos educativos.
- **Objetivo:** Evitar que el agresor sospeche de la presencia de tecnología de rastreo.

Fuentes y Referencias

- UNICEF Chile: [Análisis de la violencia hacia niños, niñas y adolescentes](#)
- Defensoría de la Niñez: [Informes anuales](#)

DOCUMENTO 04: INFORME DE MÉTRICAS Y FUENTES

ID: VC-2026-CH-01-DOC04

1. Estadísticas Base (Chile y Global)

- **Maltrato Infantil:** Según UNICEF (2022/23), el **71%** de los niños en Chile sufre algún tipo de violencia de sus cuidadores ([UNICEF Chile](#)).

- **Tasa de Inacción:** Informes de la Defensoría de la Niñez indican brechas críticas en la rapidez de las medidas cautelares tras denuncias anónimas y saturación del sistema judicial ([Defensoría de la Niñez](#)).

2. Proyecciones Económicas (Investigación Web)

- **Costo Hardware:** Basado en precios de componentes industriales (LCSC/Alibaba) en volúmenes de 10,000 unidades ([LCSC](#), [Alibaba](#)).
 - Rango: **\$8.000 - \$12.000 CLP**.
 - **Costo de la Inacción:** El tratamiento estatal de reparación por abuso infantil crónico (salud mental + juicios) excede los **\$15.000.000 CLP** por caso ([Mejor Niñez](#)).
-

Fuentes y Referencias

- UNICEF Chile: [Análisis de la violencia hacia niños, niñas y adolescentes](#)
- Defensoría de la Niñez: [Informes anuales](#)
- LCSC Electronics: [SIM7080G](#)
- Alibaba: [Costos de componentes](#)
- Mejor Niñez: [Presupuestos y programas](#)

DOCUMENTO 05: CARTA DE INTENCIÓN UNIVERSAL

Proyecto: Voz de Cristal

Cuando el sistema calla, la tecnología habla.

ID: VC-2026-CH-01-DOC05

A quien corresponda:

Por medio de la presente, los impulsores del proyecto **Voz de Cristal**, Héctor y Yaneth, extienden una invitación abierta a cualquier institución, autoridad, empresa, académico o profesional que desee sumarse a la misión de proteger a la infancia vulnerada mediante tecnología ética y segura.

El proyecto nace desde una motivación personal y social profunda, respaldada por datos de UNICEF y la Defensoría de la Niñez que evidencian la magnitud y urgencia de la problemática ([UNICEF Chile](#), [Defensoría de la Niñez](#)). Nuestra propuesta se fundamenta en bases técnicas, filosóficas y sociales sólidas, y está diseñada para ser adoptada, mejorada y escalada por quienes cuenten con los recursos y capacidades necesarias.

No buscamos créditos personales ni beneficios económicos; nuestro objetivo es entregar una base fundacional robusta, abierta a la colaboración y al perfeccionamiento por parte de expertos y entidades comprometidas con la protección de los más indefensos.

En esta etapa, no solicitamos financiamiento directo, sino la apertura de redes técnicas, sociales, legales y académicas para validar, fortalecer y llevar a la realidad la arquitectura propuesta. Creemos que, sumando voluntades y capacidades, podemos convertir este testigo tecnológico en una herramienta efectiva y gratuita para quienes más lo necesitan.

Fuentes y Referencias

- UNICEF Chile: [Análisis de la violencia hacia niños, niñas y adolescentes](#)
- Defensoría de la Niñez: [Informes anuales](#)

Firmado:

- **Héctor Aguila** - Arquitectura de Solución
- **Yaneth Villegas** - Dirección de Vinculación Social
-

DOCUMENTO 06: FICHA DE COMPONENTES (MVP)

Proyecto: Voz de Cristal

ID: VC-2026-CH-BOM-01

Objetivo: Prototipado de hardware de bajo costo, alta penetración de señal y bajo consumo.

1. Unidad de Procesamiento y Comunicación (El Corazón)

Módulo NB-IoT / LTE-M

- **Componente:** Ej. SIM7080G o Quectel BG95 ([LCSC](#)).
- **Por qué:** Diseñados para "Deep Coverage" (sótanos/interiores) y meses de batería ([GSMA NB-IoT](#)).
- **Costo estimado:** \$5 - \$8 USD (en volumen, ver [LCSC](#), [Alibaba](#)).

Microcontrolador (MCU)

- **Componente:** ESP32-S3 o nRF52840.
- **Por qué:** Bajo consumo y capacidad para TinyML (IA ligera en el chip).

2. Sensores (La Percepción)

Acelerómetro

- **Componente:** LIS3DH o ADXL345.
- **Función:** Detectar caídas, forcejeos o "jalones" violentos. (Consumo en microamperios).

Sensor de Ritmo Cardíaco (PPG)

- **Componente:** MAX30102 o similar.
- **Función:** Monitoreo de frecuencia cardíaca para detectar picos de adrenalina.
- **Nota:** Requiere contacto con piel (pulsera/dije).

3. Gestión de Energía (La Autonomía)

- **Batería:** Li-Po 150mAh - 300mAh (tipo moneda/ultra-delgada).
- **Cargador:** Pines magnéticos (estilo smartwatch) para sellado IP68.

4. Interfaz y Alerta (La Salida)

- **Micrófono:** MEMS SPH0645LM4H (Audio Hi-Fi, tamaño minúsculo).
- **Antena:** FPC integrada al chasis.

Resumen de Inversión Estimada (Hardware)

Categoría	Costo Unitario Proyectado (Volumen)
Chips de comunicación y MCU	\$7.00 USD
Sensores (Movimiento y Pulso)	\$2.50 USD
Batería y Energía	\$2.00 USD
Chasis (Resina/Plástico)	\$1.50 USD
TOTAL ESTIMADO	\$13.00 USD (~\$12.500 CLP)

Fuentes y Referencias

- LCSC Electronics: [SIM7080G](#)
- GSMA: [NB-IoT Deployment Guide](#)
- Alibaba: [Costos de componentes](#)

DOCUMENTO 07: ARQUITECTURA LÓGICA Y FLUJO DE DATOS

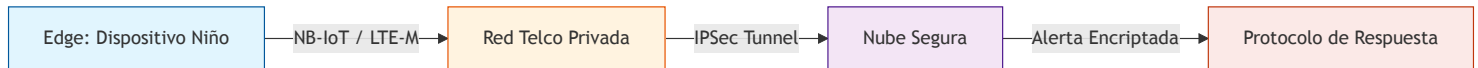
Responsable: Héctor Aguila (Arquitectura de Solución)

ID: VC-2026-CH-01-DOC07

1. Visión General del Sistema: "La Tubería Segura"

A diferencia de un rastreador GPS comercial, *Voz de Cristal* no envía datos constantemente a internet. Funciona como un "submarino" que solo emerge (transmite) bajo condiciones específicas de peligro.

Diagrama de Alto Nivel



2. Definición del Edge (El Dispositivo)

El dispositivo es "Silencioso por Defecto".

- **Estado Normal (Heartbeat):** Cada 60-120 minutos envía un paquete minúsculo (< 50 bytes) solo para decir "Tengo batería y estoy aquí".
- **Estado de Alerta (Panic Mode):** Se activa solo cuando el algoritmo local (TinyML en el MCU) detecta la coincidencia de dos factores.

Lógica de Disparo (Trigger)

$$Trigger = (HR > Umbral_{Edad}) + (GForce > Umbral_{Golpe})$$

Donde:

- **HR:** Ritmo cardíaco elevado repentinamente (ej. de 80bpm a 140bpm en segundos).
- **GForce:** Aceleración compatible con caída o zarandeo.

3. Rol de la Compañía de Telecomunicaciones (Telco)

Este es el componente crítico de seguridad que diferencia esta solución.

- **APN Privado (Access Point Name):** Los dispositivos NO tienen acceso a internet público (Google, Facebook, etc.). Solo pueden "ver" la IP de nuestro servidor. Esto hace imposible que un hacker acceda al micrófono del niño remotamente desde internet.
- **IMEI Whitelisting:** La red Telco solo permite la conexión de los IMEIs registrados en la fábrica. Si alguien clona el chip, la red lo rechaza.

4. Arquitectura en la Nube (Cloud Logic)

La nube actúa como notario y despachador.

Componentes Lógicos

- Ingesta MQTT (Broker TLS):** Recibe los mensajes encriptados.
- Motor de Reglas (Stream Analytics):**
 - Si llega un *Heartbeat*: Registra estado de batería.
 - Si llega una *Alerta*:
 - Inicia grabación de audio remota (si el ancho de banda lo permite).
 - Calcula geolocalización por triangulación de celdas (Cell-ID) + GPS (si hay vista al cielo).
 - Ejecuta el **Protocolo de Impacto Social (Doc03)**.
- Almacenamiento (Cold Storage):**
 - Los datos de alerta se guardan en un almacenamiento inmutable (WORM - Write Once, Read Many). Esto garantiza validez legal como evidencia: "Nadie pudo alterar este registro".

5. Diseño de Privacidad de Datos

Tipo de Dato	Encriptación	Acceso
Identidad del Niño	Hash SHA-256	Solo con orden judicial
Biometría (HR/Pasos)	Anónimo	Análisis agregado para salud
Audio de Evento	AES-256 (Llave Doble)	Requiere llave del Serviod y llave de Autoridad

6. Integración (API)

El sistema expondrá una API REST restringida para la integración con:

- Central de Emergencias (Carabineros/PDI):** Envío directo de coordenadas.
- App de Tutores (Solo estado):** "Batería OK", "Sin Conexión". No muestra ubicación en tiempo real para evitar mal uso por padres controladores/agresores.

FODA Proyecto Voz de Cristal

Fortalezas

- Base ética y social genuina, motivada por experiencias reales de vulneración infantil.
- Documentación profesional, clara y abierta, lista para ser adoptada por terceros.
- Arquitectura pensada para privacidad, seguridad y bajo costo, adaptable a distintos contextos.
- Enfoque integral: cubre desde la filosofía, el impacto social, la arquitectura técnica y la protección legal.
- Flexibilidad para sumar profesionales y entidades de cualquier área.

Oportunidades

- Interés creciente en tecnología para la protección de la infancia y derechos humanos.
- Posibilidad de alianzas con municipios, ONGs, empresas, universidades y cámaras sectoriales.
- Potencial para influir en políticas públicas y marcos legales.
- Escalabilidad y adaptabilidad a distintos países y realidades.
- Integración con IA y análisis de datos para mejorar la detección y respuesta.

Debilidades

- Falta de recursos económicos para prototipado y pruebas de campo.
- Necesidad de sumar expertos en legal, IA, hardware y gestión social para llevar el proyecto a la realidad.
- Riesgo de que la idea quede solo en propuesta si no se logra adopción institucional.
- Poca información sobre validación técnica y operativa en terreno.

Amenazas

- Burocracia y lentitud institucional para adoptar nuevas soluciones.
 - Resistencia al cambio en sistemas de protección tradicionales.
 - Posibles cuestionamientos éticos o legales sobre el uso de tecnología en menores.
 - Dependencia de componentes importados y variabilidad de costos.
-

Fuentes y Referencias

- UNICEF Chile: [Análisis de la violencia hacia niños, niñas y adolescentes](#)
- GSMA: [NB-IoT Deployment Guide](#)
- LCSC Electronics: [SIM7080G](#)
- Alibaba: [Costos de componentes](#)

Este análisis FODA busca mostrar con honestidad y esperanza el potencial transformador del proyecto, invitando a sumar voluntades y capacidades para proteger a los niños más vulnerables.

DOCUMENTO 09: ANEXO DE FUENTES Y REFERENCIAS TÉCNICAS

ID: VC-2026-CH-01-ANEXO-01

1. Fuentes sobre Maltrato y Brechas de Justicia (Social)

Estas fuentes respaldan por qué el sistema actual es lento y por qué la "cifra negra" de abusos es tan alta en Chile.

- **UNICEF Chile - Análisis de Violencia:** Reportes detallados sobre cómo la violencia ocurre mayoritariamente en el hogar (71% de los niños en Chile sufren algún tipo de violencia de sus cuidadores).
 - [Ver publicaciones UNICEF](#) (Buscar: Análisis de la violencia hacia niños, niñas y adolescentes).
- **Defensoría de la Niñez - Informes Anuales:** Datos estadísticos sobre la saturación del sistema judicial y la demora en medidas de protección.
 - [Ver informes anuales](#)
- **Observatorio Judicial Chile:** Para citar la demora en causas de familia y violencia intrafamiliar.
 - [Ver sitio](#)

2. Fuentes sobre Tecnología NB-IoT y Conectividad (Técnico)

Estas fuentes validan que el uso de NB-IoT es la tecnología correcta para penetración en concreto y bajo costo.

- **GSMA - Whitepaper sobre NB-IoT:** Explica la superioridad de esta red en interiores (Deep Coverage) y ahorro de batería.
 - [NB-IoT Deployment Guide](#)
- **Entel Ocean / Movistar Empresas (IoT):** Para validar que en Chile existen redes NB-IoT operativas que pueden ser usadas para proyectos de seguridad.
 - [Entel Ocean IoT](#)

3. Fuentes de Costos de Hardware (Económico)

Para respaldar que el dispositivo cuesta realmente \$13 USD y no es una estimación al azar.

- **LCSC Electronics / Digikey:** Precios de los módulos SIM7080G (NB-IoT) y microcontroladores en volumen.
 - [SIM7080G en LCSC](#) (Buscar: SIM7080G)
 - [ESP32-S3 en Espressif](#)
- **AliExpress / Alibaba Business:** Referencia de costos de inyección de plástico y baterías Li-Po pequeñas.
 - [Alibaba](#)

4. Costos de Programas de Reparación (Estado)

Presupuestos para programas PRM (Programas de Reparación de Maltrato).

- **Subsecretaría de la Niñez / Mejor Niñez:**
 - [Transparencia y presupuestos](#) (Revisar presupuestos asignados a programas ambulatorios).