

BauResQ

Senior

Costa Rica

Kaisers Team

Luis Ángel Sánchez Badilla

Santiago Villarreal Arley

Índice

Índice.....	2
Introducción del equipo.....	3
Roles.....	3
Resumen de la idea del proyecto.....	4
Presentación de la solución robótica.....	5
¿Cómo se te ocurrió esta idea? ¿Qué otras ideas investigaste?.....	5
¿Encontraste ideas similares ya disponibles? ¿Qué diferencia a tu solución?.....	5
Construcción mecánica de la solución.....	6
Describe la programación de la solución.....	6
Paradigma de programación.....	8
¿Enfrentaste algún desafío durante el proceso de desarrollo?.....	10
Impacto Social e Innovación.....	11
Describe el impacto de tu solución para la sociedad. ¿A quién ayudará?	
¿Qué tan importante es?.....	11
Proporciona un ejemplo concreto de cómo/dónde se podría usar tu idea. (Piensa en quién la usará y cuántas personas se beneficiarían de ella).....	11
Modelo Canvas.....	13
Mapa de Empatía.....	14
Lista de Recursos.....	15
Documentos y sitios web.....	16

Introducción del equipo

La propuesta de Kaisers llega a ser Ruhe und Frieden (Tranquilidad y Paz), Kaisers como equipo se conforma por el Product Manager: Santiago Villarreal, un manager con experiencia en el área de la robótica y específicamente en la competición WRO y el Production Engineer: Luis Ángel, un ingeniero con experiencia previa en el campo STEAM y con amplio bagaje en el área de resolución de problemas en el área de la electrónica e informática.



Roles

A continuación una breve explicación de las responsabilidades de cada rol.

- Santiago Villarreal Arley: Product Manager:
El *Product Manager* se encarga de dar vida al proyecto, en su posición y como miembro de equipo se encarga de crear las metas que se han de cumplir durante el proceso del proyecto. Las responsabilidades del *Product Manager* no solo recaen en que se asegure en el obtener los resultados esperados de cada meta si no también el de mantener un espíritu alto durante las situaciones complicadas que puede llegar a afrontar el equipo.
- Luis Ángel Sánchez Badilla: Production Engineer:
El rol del Production Engineer gira alrededor de la parte fundamental del proyecto, regularmente siendo la persona que rompe el concepto de la innovación creando y ejecutando planes de acción para superar las dificultades y al mismo tiempo ayudar en el desarrollo técnico del producto final.

Resumen de la idea del proyecto

En Costa Rica hay 39 zonas francas, las cuales albergan a 499 empresas que generan aproximadamente 247,941 empleos. Por seguridad, en su gran mayoría los recintos cuentan con un ingeniero en salud ocupacional encargado de solventar todo tipo de riesgos para las personas que se encuentran en ellos. En cuanto a desastres naturales, siempre hay una persona designada como gestor de estos, pero tener este rol no le confiere inmortalidad; por el contrario, lo hace mucho más vulnerable a cualquier daño a su integridad. En más de 39 zonas francas en nuestro país, una o más personas están poniendo en peligro su integridad, sí, con un fin altruista, pero sigue siendo un problema para la sociedad y para estas personas en específico.

En la actualidad gracias a la gran cantidad de recursos e investigación es posible desarrollar una solución robótica la cual se encargue de manejar toda la gestión en un desastre natural, con la capacidad autónoma de conducir por las zonas afectadas en busca de mitigar posibles riesgos y rescatar aquellos afectados por la misma. BauResQ es un robot que cuenta con movimiento omnidireccional, que es capaz de dirigirse por un recinto, con el fin de llevar a cabo todas las etapas de la gestión de riesgo.

El proyecto es de gran valor, la problemática que se está atacando es muy grande, un mercado con pocas soluciones, poco conocimiento y mucho riesgo. El proyecto llega de manera innovadora a cambiar la forma en la que actualmente se gestiona el riesgo en los edificios, que necesita urgentemente una automatización.

Presentación de la solución robótica

BauResQ es la propuesta de un robot autónomo el cuál se dedica a monitorear recintos y tener un plan de acción en caso de algún desastre natural. Basándose en los pilares de la gestión de riesgo, desde la identificación hasta el monitoreo antes, durante y después de los desastres naturales.

Idea

BauResQ nace a partir de una problemática clave: la necesidad de automatizar procesos en situaciones críticas para evitar poner en peligro otras vidas humanas. En muchos contextos de emergencia, la intervención directa de personas puede resultar en la pérdida de vidas, ya sea por la peligrosidad del entorno o la complejidad de las tareas necesarias.

La misión de BauResQ es clara: salvaguardar la mayor cantidad de vidas posibles mediante la implementación de soluciones tecnológicas que minimicen el riesgo para las personas involucradas en operaciones de rescate o manejo de emergencias. Esta necesidad de protección es el motor que impulsa la creación de BauResQ, buscando reducir la exposición de los seres humanos a situaciones potencialmente mortales.

Así, BauResQ se enfoca en desarrollar y perfeccionar sistemas que pueden asumir las tareas más peligrosas o difíciles, liberando a los equipos humanos de tener que realizar intervenciones directas en escenarios de alto riesgo.

Soluciones similares

El robot Spot de Boston Dynamics ha demostrado ser muy útil en diversas situaciones de respuesta a emergencias. Se ha empleado para búsquedas y rescates tras desastres naturales, utilizando su capacidad de navegación para moverse por escombros y localizar supervivientes con imágenes térmicas. Además, Spot se utiliza en situaciones de alto riesgo, como la desactivación de explosivos y en operaciones de intervención policial, ayudando a minimizar la exposición de los

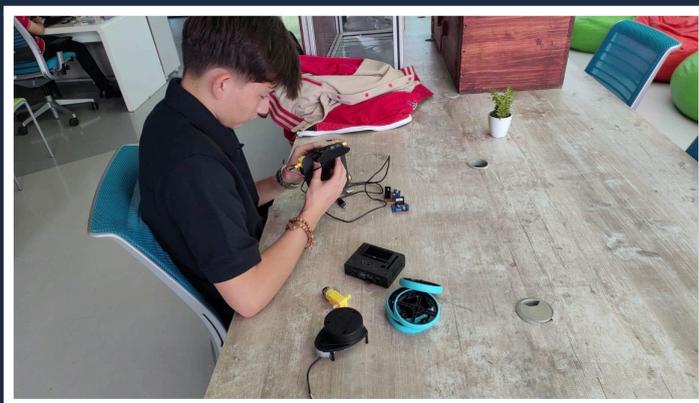
humanos a peligros inmediatos. Spot actúa mayormente de manera reactiva, es decir, interviene después de que ha ocurrido un incidente, proporcionando información en tiempo real para evaluar y mitigar la situación (Boston Dynamics, 2023; FlyMotion, 2023).

Por otro lado, BauResQ se diferencia por su enfoque integral en la gestión de desastres, abarcando acciones antes, durante y después de un evento. A diferencia de Spot, BauResQ está diseñado para un monitoreo continuo que permite la identificación temprana de riesgos y la implementación de medidas preventivas para reducir el impacto de los desastres. Esto incluye la capacidad de tomar decisiones autónomas en situaciones de emergencia, como desconectar sistemas eléctricos en caso de inundación, lo cual puede prevenir daños mayores y mejorar la seguridad antes de que los desastres se intensifiquen. Este enfoque proactivo hace de BauResQ una herramienta más versátil para la gestión integral de desastres, comparado con la mayoría de los robots de intervención disponibles actualmente.

Construcción mecánica de la solución.

La construcción metálica del prototipo incluye tres partes esenciales, una siendo la carcasa que protege la unidad de procesamiento central este siendo un Jetson Nano de 4GB de Ram, este fué escogido principalmente debido a su capacidad para desarrollar aplicaciones con implementaciones de inteligencia artificial, esto gracias a sus núcleos CUDA.

Proceso de ensamblaje:



El segundo segmento principal de BauResQ es su plataforma de desplazamiento, esta cuenta con 4 motores DG01D los cuales son controlados mediante un controlador de chipset L298N lo cual hace que se evite una sobrecarga de energía

en el Jetson Nano para mantener su rendimiento constante, estos van asegurados mediante dos brackets los cuales aseguran la estabilidad y una reducción de posibles accidentes, dicha construcción de piezas está hecha mediante la impresión 3D de un compuesto de fibra de carbono y Nylon, esto produce una estructura resistente al ambiente mientras mantiene un peso mínimo, lo cual evita un sobre cargo en el consumo energético.

El tercer segmento se caracteriza por tener la función de ser la visión del proyecto, con un módulo de cámara usb.



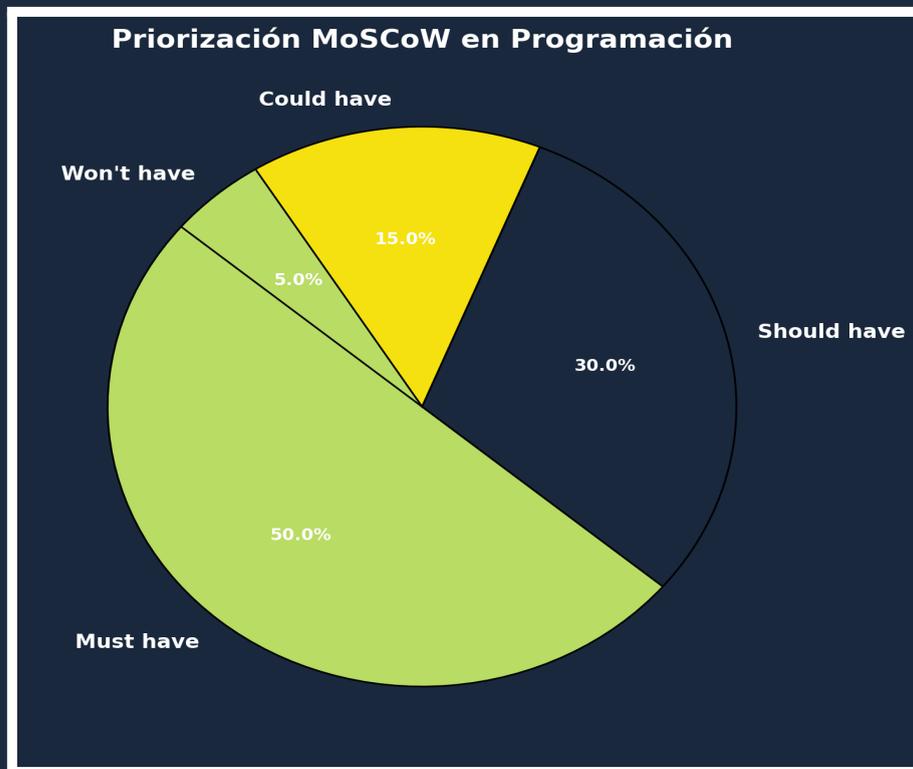
Describe la programación de la solución.

Durante la programación de la solución se llevó a cabo una planificación exhaustiva para desarrollar código de calidad, siempre aplicando patrones de diseño y haciendo uso de librerías en busca de una mejor experiencia de desarrollo(DX).

Durante el período del desarrollo se adaptó una metodología SCRUM donde se buscaron dar iteraciones cortas y visualizar resultados.

Se desarrollaron 7 fases:

1. **Recolección de requisitos.** Durante este proceso se conoció el mercado para entender que funcionalidades eran necesarias y cuáles no, basado en la técnica MoSCoW.



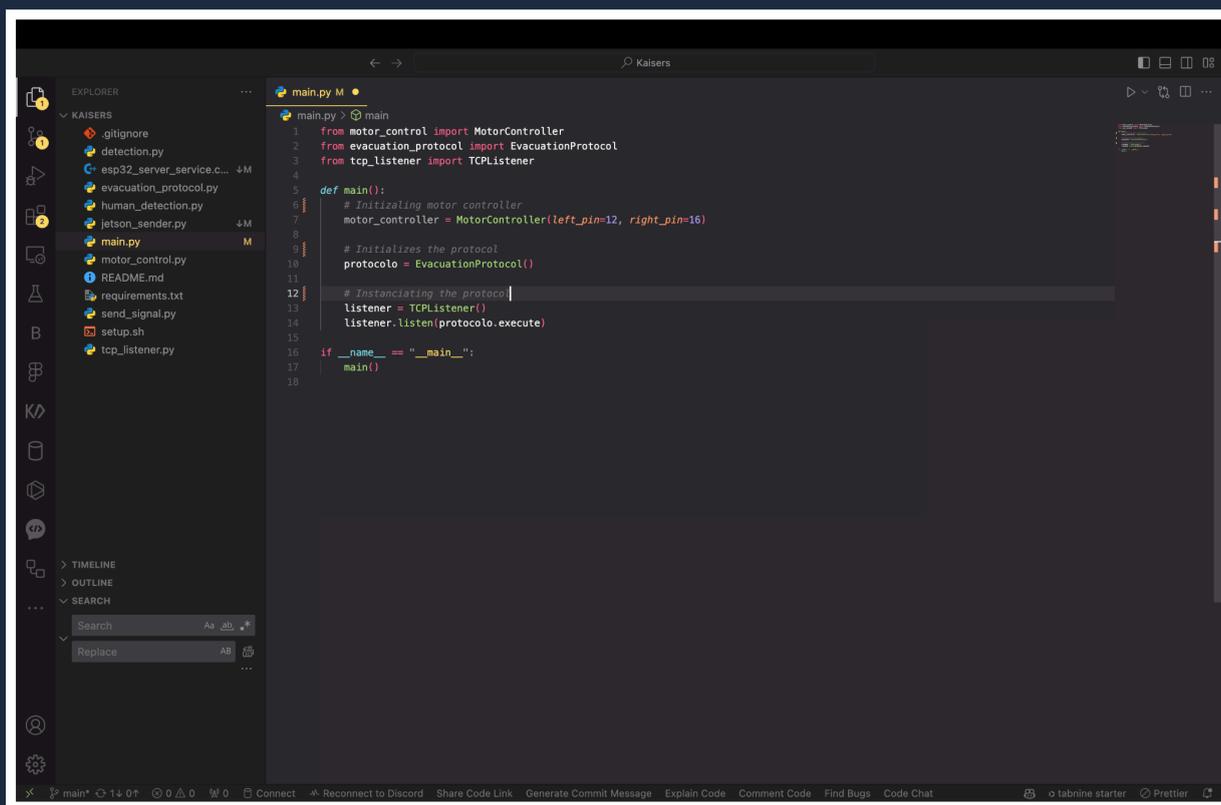
2. **Desarrollo de un Prototipo Rápido.** Se desarrolló una idea de lo que se buscaba implementar, y se sometió a retroalimentación de los coaches entre otros.
3. **Elección de herramientas.** Teniendo en cuenta las necesidades del proyecto se eligieron las herramientas necesarias para realizar el proyecto. Las cuales son:
 - **Git.** Herramienta de control versiones del proyecto para poder crear un código ordenado y correctamente versionado.
 - **GitHub.** Almacenamiento del repositorio creado de Git en la nube para así poder acceder desde cualquier lado sin necesidad de discos físicos.
 - **Python.** Lenguaje de programación muy robusto en el desarrollo de software, con gran cantidad de librerías y un crecimiento exponencial debido a su afinidad con modelos de inteligencia artificial.

- **C++**. El lenguaje ofrece una combinación de eficiencia y control de bajo nivel, lo que es esencial para dispositivos embebidos como el ESP 32, donde el manejo directo de memoria y la capacidad de optimizar el rendimiento son cruciales.
- 4. Planificación de Iteraciones**. Antes de iniciar a desarrollar el código se planificó todo el proceso necesario para desarrollar el proyecto.
- 5. Desarrollo de Funcionalidades**. Teniendo todo planificado es posible iniciar con el desarrollo del código, siempre buscando desarrollar el código limpio y basados en técnicas de código limpio
- 6. Revisión y Adaptación**. Una vez una funcionalidad está desarrollada se realizan las pruebas y manejo de problemas necesario para la implementación de la funcionalidad.
- 7. Retroalimentación**. Después de implementar una funcionalidad comentar sobre el código desarrollado y ver posibles puntos de mejora en caso de que existan.

Paradigma de programación

Un paradigma de programación es la forma de resolver un programa en la programación. Para todo proyecto que incluya programación es necesario decidir una manera de realizar el código(Paradigma). En este caso la electa fue la Programación Orientada a Objetos(POO).

- 1. Modularidad**: Cada componente del sistema, como sensores, motores, y protocolos de comunicación, está encapsulado en clases específicas. Esto permite que el código sea modular y que cada componente pueda desarrollarse y mantenerse de manera independiente, facilitando la actualización y depuración.



```
1 from motor_control import MotorController
2 from evacuation_protocol import EvacuationProtocol
3 from tcp_listener import TCPListener
4
5 def main():
6     # Initializing motor controller
7     motor_controller = MotorController(left_pin=12, right_pin=16)
8
9     # Initializes the protocol
10    protocolo = EvacuationProtocol()
11
12    # Instantiating the protocol
13    listener = TCPListener()
14    listener.listen(protocolo.execute)
15
16 if __name__ == "__main__":
17     main()
18
```

Gracias a este principio es posible dividir las responsabilidades por archivos y funciones para que a la hora de debuggear o añadir funcionalidades sea posible hacer cambios fácilmente.

2. **Reusabilidad:** Las clases en POO permiten reutilizar código común en diferentes partes del proyecto, lo que es esencial para mantener un desarrollo eficiente y evitar duplicaciones innecesarias.
3. **Abstracción y Encapsulamiento:** POO permite ocultar la complejidad del hardware detrás de interfaces simples. Esto hace que la interacción con componentes críticos sea más segura y menos propensa a errores, exponiendo solo los métodos necesarios.
4. **Escalabilidad y Mantenimiento:** A medida que BauResQ evoluciona, POO facilita la incorporación de nuevas funcionalidades y la modificación de las existentes sin necesidad de reescribir el código desde cero.

Enlace al GitHub del proyecto:



¿Enfrentaste algún desafío durante el proceso de desarrollo?

A la hora de desarrollar el proyecto se presentaron muchos desafíos en distintas áreas del proyecto, algunos de ellos relacionados con la parte creativa, ya pueden ser diferencias en gustos de diseño cómo bloqueos creativos con visuales y prototipos de la solución tecnológica, los cuales se pudieron superar mediante el habla y la conversación de ideas.

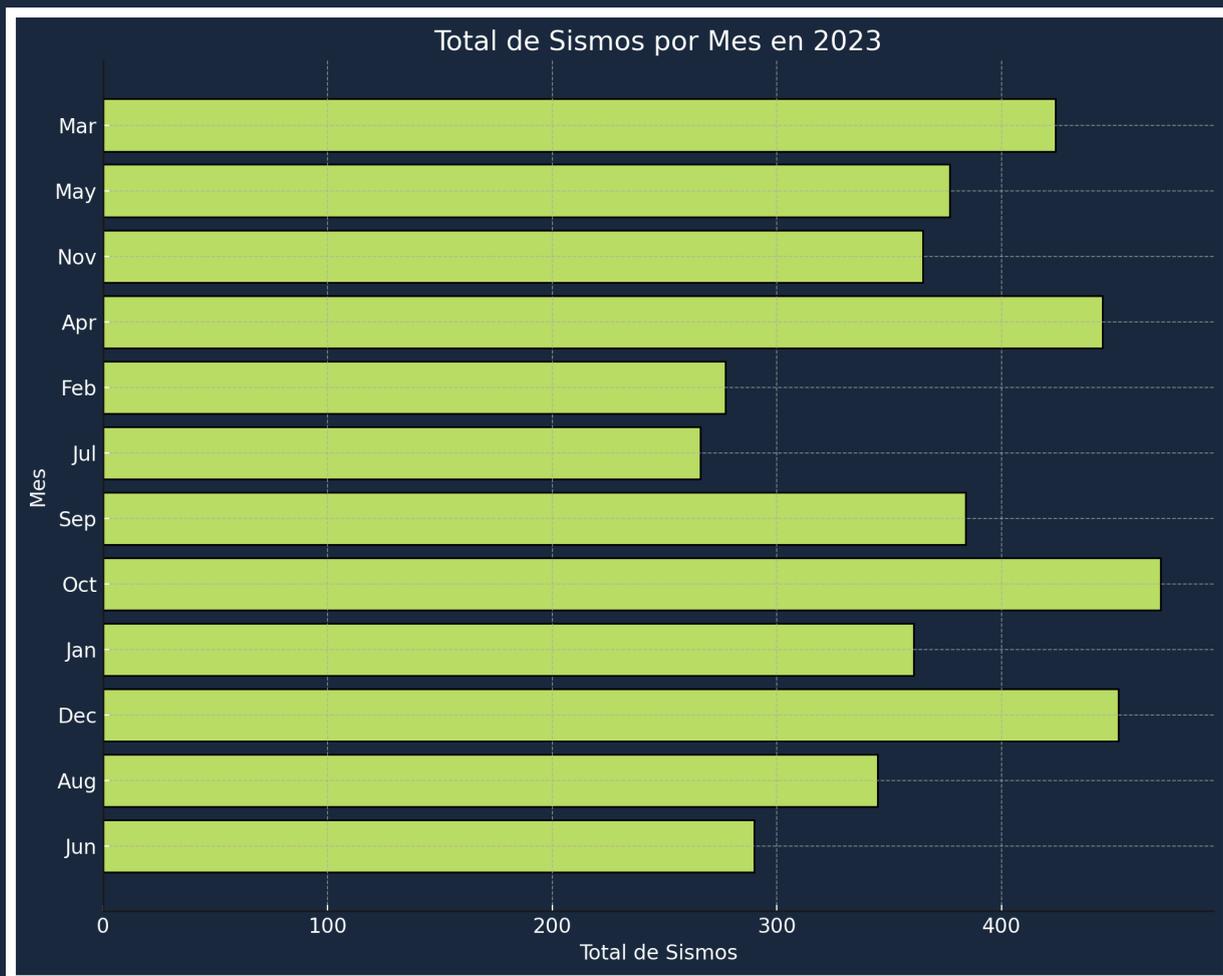
Durante el proceso gran parte de los desafíos fueron los relacionados a un diseño escalable y mejorable, entendiendo el entorno en el que el robot iba a estar en un ambiente que podría experimentar muchos peligros. Desarrollar un modelo idóneo y funcional, tomando en cuenta todos los parámetros posibles, no solo en el modelo, también en la programación tomó tiempo.

Impacto Social e Innovación

BauResQ ayudará a miles de personas en el caso de experimentar un desastre natural en el trabajo, los desastres naturales a los cuales ataca BauResQ son: Inundaciones, sismos e incendios, estos son los desastres naturales que afectan primordialmente edificios o áreas de trabajo como oficinas.

Su importancia recae en el tener un dispositivo autónomo el cual es capaz de tomar decisiones de manera inmediata a la hora de enfrentarse con uno de estos desastres naturales, un ejemplo de su importancia puesta en práctica es en el caso de una inundación: el sistema eléctrico debe de ser desconectado en caso de una inundación, esto puede llegar a ser pasado por alto o debido a lo peligroso de la situación llega a ser imposible acceder de forma segura a estos controles por lo cual BauResQ que está conectado a la red del edificio/lugar de trabajo para que de esta forma pueda desconectar el servicio no esencial eléctrico en el caso de una emergencia.

La actividad sísmica es un peligro que sufren muchos países, en el caso de Costa Rica, es un país ampliamente sísmico, según el RSN en 2023 hubo la cantidad de 4457 temblores en el país, con 153 de ellos sientos percibidos por la población nacional lo que significó un promedio de 12 sismos al día más la repartición de estos alrededor del año es irregular. Existen varios registros y sucesos en los cuales la nación se ha visto azotada por distintos sismos y terremotos los cuales han evidenciado las posibles repercusiones negativas que pueden llegar tener en infraestructuras y en personas en caso de que estas no cuenten con un plan de emergencias establecido previo al sismo.



Fuentes: RSN 2023

Modelo de Negocios

Recursos Clave

Los recursos claves de BauResQ son los siguientes:

- Conocimiento sobre inteligencia artificial.
- Conocimiento sobre impresión en 3D.
- Conocimiento del funcionamiento de las Redes y IoT.
- Conocimiento sobre soldadura electrónica.
- Manejo de entornos de desarrollo Linux.
- La microcomputadora Jetson Nano.
- El Sensor SlamTech Rplidar A1.
- Un buen manejo del tiempo.

Estos son los recursos claves para el éxito de BauResQ, estos recursos son tanto habilidades duras cómo blandas, lo que denota la complejidad y calidad de BauResQ

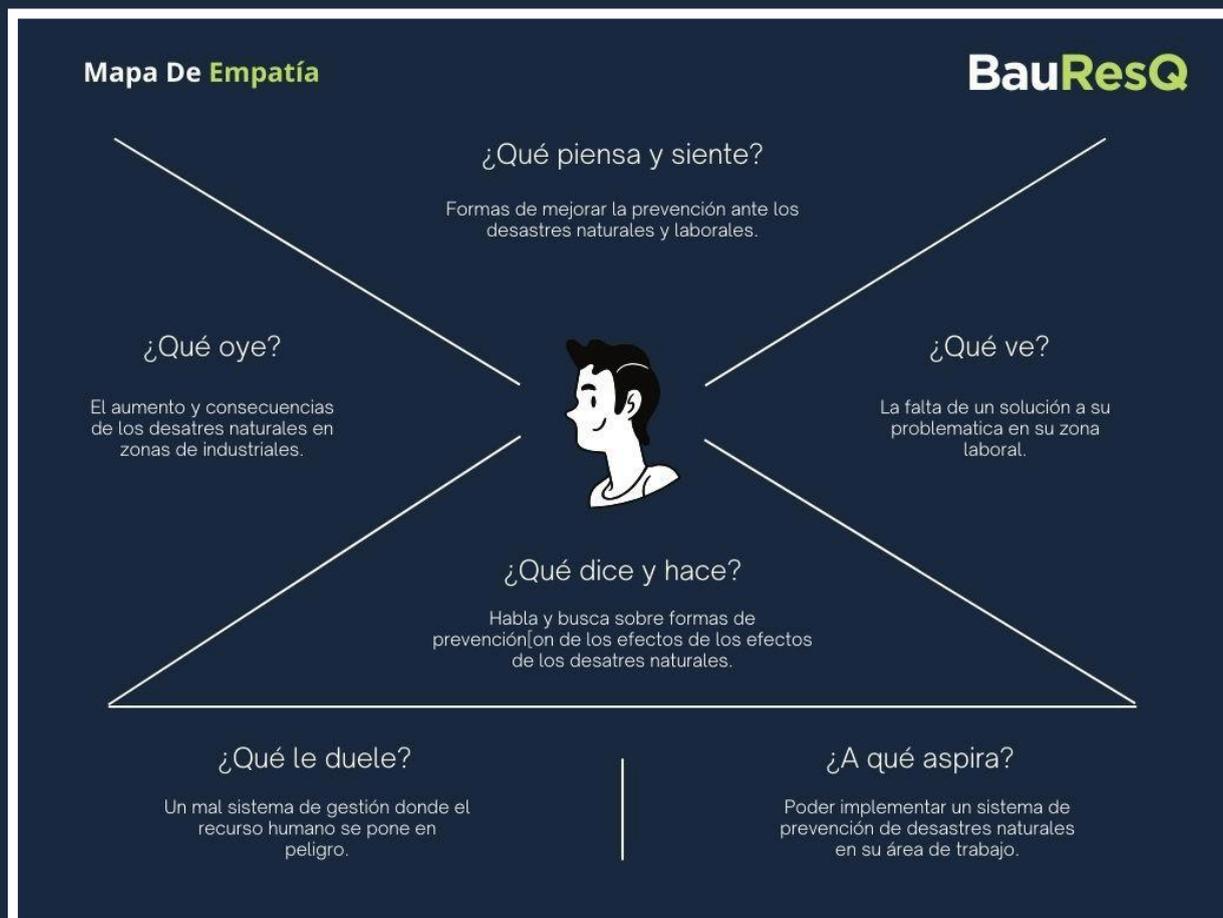
Partes Interesadas (Socios)

Las partes interesadas en BauResQ oscilan de muchos puntos de interés, tanto de un punto de vista técnico cómo de aprendizaje, un ejemplo de estos es el Colegio Técnico Profesional Don Bosco, ya que han brindado su apoyo y se han visto comprometidos en el desarrollo y fabricación del prototipo, a su vez BauResQ cuenta con inversión fuera de la zona educativa como lo es la empresa SKEL, una empresa la cual apostó en BauResQ propiciando el Sensor RpLidar A1 y más componentes del prototipo, las cuales son partes esenciales del proyecto.

Modelo Canvas



Mapa de Empatía



Lista de Recursos

Recurso	Cantidad
Jetson Nano	1 Unidad
Cámara de Visión Nocturna Fisheye para Raspberry Pi	1 Unidad
Motor de Engranaje DG01D (Conector Macho)	4 Unidades
Controlador de Motor L298N	2 Unidades
Fuente de Alimentación 5V 4A 20W	1 Unidad
Sensor LIDAR RPLIDAR A1M8	1 Unidad
TpLink	1 Unidad

Documentos y sitios web

- Boston Dynamics. (2023). Spot to the rescue. Recuperado de [bostondynamics.com](https://www.bostondynamics.com)
- FlyMotion. (2023). Spot Robot Dog's Role in Emergency Response. Recuperado de [flymotionus.com](https://www.flymotionus.com)
- SimplyBots. (2023). Boston Dynamics Announces Major Spot Enhancements. Recuperado de [simplybots.com](https://www.simplybots.com)
- Delfino.cr. (2024). *Empresas de Zonas Francas generan 247 mil empleos en el país*. Recuperado de <https://delfino.cr>
- ITDO. (s.f.). *MoSCoW: ¿Qué es y cómo priorizar en el desarrollo de tu aplicación?* Recuperado de <https://www.itdo.com/blog/moscow-que-es-y-como-priorizar-en-el-desarrollo-d-e-tu-aplicacion/>
- Atlassian. (s.f.). *Scrum en el desarrollo ágil de software*. Recuperado de <https://www.atlassian.com/es/agile/scrum>
- El Observador. (2023). *2023 superó los 4.400 temblores: ¿cuál fue el día récord y cuáles las zonas más sísmicas de Costa Rica?* Recuperado de <https://observador.cr/2023-supero-los-4-400-temblores-cual-fue-el-dia-record-y-cuales-las-zonas-mas-sismicas-de-costa-rica/>