



Sistema de vídeo distribuido para
Centros Infantiles



Índice de contenido

[1. Presentación](#)

[2. Motivación](#)

[3. Descripción de la idea](#)

[3.1. Localización de individuos](#)

[3.1.1. Tecnologías de localización](#)

[3.1.2. Dispositivos de localización](#)

[3.1.3. Determinación de la posición del individuo](#)

[3.2. Captura y envío de la información](#)

[3.2.1. Selección de cámara](#)

[3.2.2. Conexión de clientes](#)

[3.3. Arquitectura interna](#)

[4. Plan de negocio](#)

[4.1. Servicios ofrecidos](#)

[4.2. Nicho de mercado](#)

[4.3. Competencia](#)

[4.4. Ventas](#)

[4.5. Marketing](#)

[4.6. Inversión](#)

[4.7. Amortización](#)

1. Presentación

El grupo de desarrollo *Prometheus* se forma a partir de la propuesta por parte de la ETSIT del *IV Desafío Tecnológico* y gracias al reto planteado por la empresa *Real-Time Infrastructure (RTI)*, de realizar un sistema de vídeo distribuido multiagente en tiempo real.

Los promotores del mismo son:

- Israel Blancas Álvarez (estudiante de Grado de Ingeniería Informática).
- Ignacio Cara Martín (estudiante de Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación).
- Nicolás Guerrero García (estudiante de Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación).
- Benito Palacios Sánchez (estudiante de Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación).

El grupo se forja con la ilusión de obtener experiencia cercana al mundo laboral, trabajo en equipo y mejorar los conocimientos en sistemas distribuidos en tiempo real.



2. Motivación

Actualmente, y debido en gran parte a la incorporación de la mujer al mundo laboral, se ha incrementado el número de familias que se ven obligadas a dejar a sus hijos en Centros Infantiles mientras trabajan. Los padres sienten gran preocupación mientras sus hijos están en el centro ya que no saben cómo están, si comen bien, si duermen la siesta y en general quisieran conocer su estado. Por este motivo le plantean a las educadoras preguntas que en ocasiones no quedan bien resueltas, ya sea porque no lo sepan con certeza o en muchos de los casos, porque los padres no tienen contacto directo con ellas. Por esta razón, hemos propuesto un sistema que permite a los familiares de los alumnos obtener en tiempo real la imagen de sus hijos en concreto mientras permanecen en el Centro Infantil. Podrán observar por ejemplo la asamblea, las actividades individuales y grupales, la hora del patio, del comedor, de la siesta, las sesiones de psicomotricidad, etc.



3. Descripción de la idea

Teniendo en cuenta el problema anteriormente planteado, hemos propuesto una solución que pasa por la utilización de un sistema de vídeo distribuido multiagente con el cual, localizando a los alumnos, permitimos la visualización a sus familiares de lo que están haciendo en tiempo real en un *smartphone* u ordenador personal.

Para ello utilizaremos el producto *RTI Connex*, implementación del protocolo DDS, junto con el uso de cámaras, localizadores y pequeños sistemas de cómputo para llevar a cabo el diseño, desarrollo y construcción del sistema *Locaviewer*, nuestro producto.

A continuación describiremos en detalle la localización de individuos, captura y envío de vídeo y finalmente la arquitectura de la red interna.

3.1. Localización de individuos

Está claro que para poder transmitir a los familiares imágenes sobre lo que está realizando el alumno en ese momento, es necesario localizarlo dentro del Centro Infantil. Para ello hemos realizado un trabajo de campo valorando qué tecnología sería la más adecuada.

3.1.1. Tecnologías de localización

Las distintas tecnologías que hemos estudiado se ofrecen a continuación junto con las ventajas e inconvenientes encontrados.

- *RFID*: como ventaja, nos permite llevar a cabo la localización teniendo un bajo coste las etiquetas utilizadas para ello. Por contra, los lectores de estas etiquetas tienen un coste elevado. El uso de etiquetas pasivas no es viable debido al poco alcance que tienen las mismas.
- *Wi-Fi*: es una tecnología barata, pero por contra, hay un elevado consumo energético.



- *ZigBee*: es una tecnología barata y de bajo consumo, cuyo inconveniente es el tamaño de los módulos comercializados que llevarían los alumnos, que serían demasiado grandes.
- *Bluetooth*: presenta grandes ventajas ya que es ampliamente conocido, existe una gran comunidad que aporta mucha documentación, su consumo es bajo y los módulos tienen un tamaño pequeño.

Después de analizar las diferentes ventajas e inconvenientes de dichas tecnologías, se ha decidido que la más adecuada es *Bluetooth*. Utilizando esta tecnología y mediante módulos que tendrán cada uno de los alumnos en una pulsera, se enviará una señal que se recibirá en sensores con diferente potencia según se encuentre el alumno. A partir de estos sensores de recepción de la señal, podremos realizar triangulación para obtener la localización del individuo.

3.1.2. Dispositivos de localización

Para obtener la localización de cada alumno necesitaremos utilizar una serie de dispositivos que nos permitan conseguir resultados numéricos con los que posteriormente poder encontrar la posición de cada alumno. Estos dispositivos que utilizaremos para obtener la localización de dichos individuos son: pulseras *Locaviewer* y sensores *Bluetooth* conectados a *Raspberry Pi* donde se realizarán los cálculos de triangulación.

Pulseras *Bluetooth Locaviewer*: Son pulseras en las que introducimos un módulo *Bluetooth* que al recibir una petición de *inquiry (discovery)* por parte del sensor, responderá enviando un pequeño paquete que se diferenciará del resto mediante la MAC del módulo que contiene. Este proceso está implementado en el protocolo *Bluetooth* y no requiere de programación adicional. De esta forma, al no realizar un emparejamiento ni transmisión de datos, el consumo será mínimo. Los módulos usados trabajarán con el protocolo *v4.0 Bluetooth Low Energy* para minimizar aún más el consumo.

El diseño cumplimentará las normativas necesarias respecto a objetos con componentes pequeñas para niños menores de 4 años. En la figura 1 mostramos cómo se implementa el módulo *Bluetooth* en cada una de las pulseras:

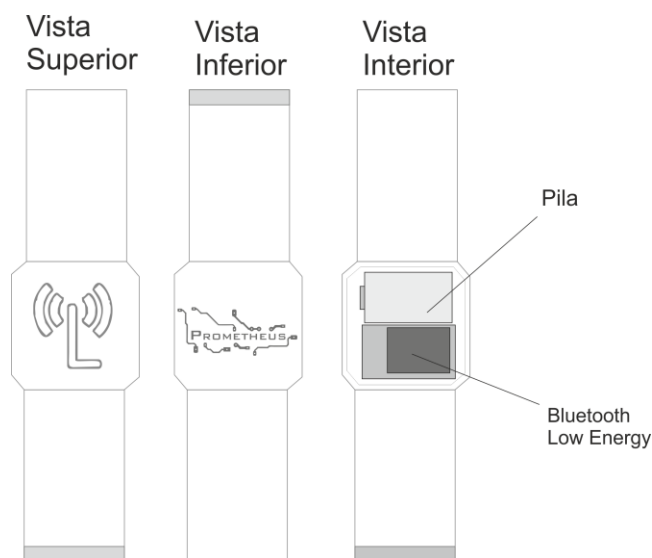


Figura 1 - Pulseras con módulos Bluetooth.

El modelo de módulo *Bluetooth Low-Energy* incorporado será *TiWi-uB2* de *LS Research*. Se ha elegido este modelo ya que presenta un pequeño tamaño (SMD de 7 mm x 7 mm x 1.5 mm), tiene un consumo eléctrico muy pequeño de en torno a $104 \mu A$ ¹ y su coste es bajo (7.19 € por unidad)²

Este módulo se alimentará mediante una batería de litio de 3.6 V con una capacidad 1200 mAh³, por lo que esta debería de cambiarse cada 480 días, es decir cada 16 meses.

$$\frac{1200 \text{ mAh}}{0.104 \text{ mA}} = 11538,46 \text{ h} = 480,77 \text{ días} = 16 \text{ meses}$$

El diseño permite cambiar fácilmente la pila de botón mediante tornillos. De esta forma se asegura que los alumnos no accedan a las partes más pequeñas de la pulsera.

¹ [Hoja característica de módulo Bluetooth - TiWi-uB2](#)

² [Módulo Bluetooth - TiWi-uB2 en Mouser](#)

³ [Batería de litio - BATT LITH 1/2AA 3.6V HC CYLINDER](#)

Sensores receptores Bluetooth: son pequeños sensores *Bluetooth*. Para obtener las diferentes señales *Bluetooth*, estos sensores envían una señal de *discovery* a las pulseras que llevan puestas los alumnos. A dicha señal responden las mismas con otra señal que recibirán los sensores receptores con una potencia determinada, relacionada con la distancia a la que se encuentran las pulseras de cada uno de dichos sensores. Este resultado se transmitirá a una *Raspberry Pi* a la que estén conectados mediante USB.

El modelo que se usará es el CSR4.0⁴.

3.1.3. Determinación de la posición del individuo

Para determinar qué cámara es la que va a mandar la información sobre un alumno deberemos conocer cuál es la más indicada para hacerlo, por lo que realizamos triangulación con las diferentes señales que recibimos en cada *Raspberry Pi* para conocer su posición. Para poder realizar este proceso de recepción de la información de las señales procedemos como se describe a continuación:

Los sensores receptores *Bluetooth* que reciben la señal de las pulseras junto con el valor del RSSI (*Received Signal Strength Indication*) y su MAC, envían la información mediante USB a la *Raspberry Pi* a la que están conectados. Una vez han recibido dicha señal, todas las *Raspberry Pi* que se encuentren en la misma habitación se comunicaran entre sí para obtener en cada una de ellas todos los datos de señal recibida de cada uno de los sensores. Esta comunicación se llevará a cabo mediante una aplicación soportada por TCP. De esta forma en cada *Raspberry Pi* se podrá hacer triangulación para poder determinar de forma exacta la posición del individuo en dicha habitación.

⁴ [Módulo Bluetooth USB con soporte BLE CSR4.0](#)

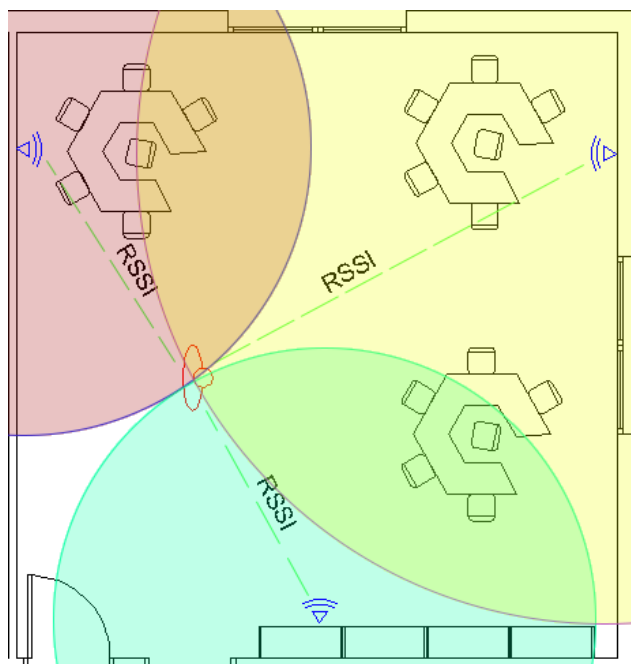


Figura 2. Localización del individuo en una habitación mediante triangulación.

Para realizar la triangulación, basta con obtener al menos información de tres receptores diferentes sobre la misma señal, saber la posición de dichos receptores y así calcular la posición exacta del individuo en la habitación.

En caso de que alguna de las *Raspberry Pi* fallara, podría darse la situación de que la triangulación se haga correctamente en otra de las *Raspberry Pi* de dicha habitación siempre y cuando le lleguen los datos mínimos necesarios.

3.2. Captura y envío de la información

Una vez conocida la posición exacta del individuo, procedemos a determinar qué cámara será la encargada de capturar a dicho alumno y cómo se enviará la información hasta la visualización de la misma por los clientes del servicio.

3.2.1. Selección de cámara

Para determinar qué cámara será la encargada de tomar la imagen del alumno, conoceremos primero la posición en la que se encuentra instalada la cámara y la posición exacta del individuo que hemos calculado mediante triangulación. Con dicha información le asignaremos el mayor valor en el parámetro *OWNERSHIP_STRENGTH* (perteneciente a la implementación de *RTI Connex DDS* antes citada), a la cámara que tenga al alumno más cerca y que esté dentro de su área de visión. De esta forma quedará configurada como la encargada de transmitir la información del usuario por la red hasta los clientes de nuestro servicio.

Para poder comprobar si se encuentra o no dentro de la zona de visión, al instalar la cámara y conocer su posición, conoceremos también la zona de la habitación en la cual podemos obtener imagen (ángulo de visión) y la distancia máxima a la que podría capturar dicha imagen, por tanto todos aquellos alumnos que estén fuera de dicha zona tomarán un valor nulo (que definiremos de forma premeditada) del parámetro comentado anteriormente y no será asignada como encargada de tomar imagen de dicho individuo.

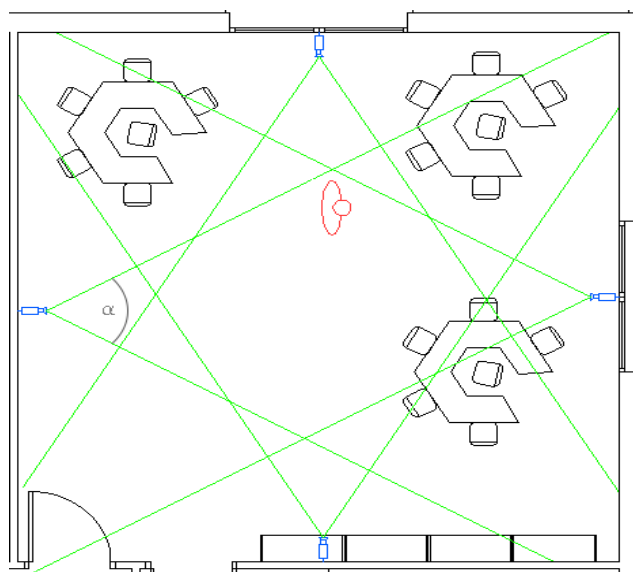


Figura 3. Ejemplo de situación de las cámaras de Locaviewer con su ángulo de visión.

En la figura 3 hemos representado como quedarían distribuidas las cámaras en una habitación, y podemos observar la selección de qué cámara utilizar en función de la posición del alumno. Por ejemplo, si queremos visualizar al alumno que se encuentra señalado de color rojo en la imagen, tendríamos que

hacerlo mediante la cámara más cercana y que contenga al mismo dentro del ángulo de visión (que en este caso, se corresponde con la superior).

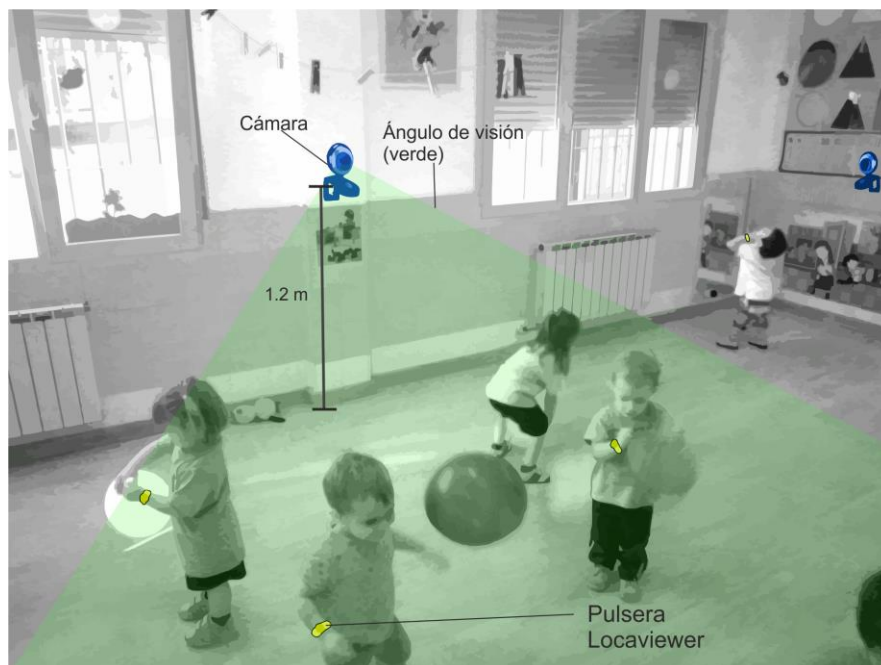


Figura 4. Ejemplo de selección de cámara en una habitación de un Centro Infantil.

En el ejemplo de la figura 4, vemos cómo los alumnos tienen una pulsera que identifica un tópico y se comunican a la *Raspberry Pi* con un sensor mediante *Bluetooth*. Tras realizar la triangulación y establecer su posición, se asigna la cámara del centro de la imagen como la que les va a grabar, salvo para el alumno localizado más a la derecha que se encuentra más lejos de dicha cámara y fuera del rango de visión de la misma, por lo que se le asignará la cámara de su derecha.

En la instalación de las cámaras, se utilizará una altura suficiente para que los alumnos no puedan tocar la cámara pero la adecuada para obtener un buen ángulo de visión de ellos. Además estas cámaras estarán protegidas para evitar que los alumnos accedan a ellas.

3.2.2. Conexión de clientes

Una vez estamos tomando imágenes con las cámaras (publicadores) y tenemos el alumno (tópico) localizado, debemos enviarlas hasta los padres (suscriptores). Para ello vamos a utilizar la

implementación *RTI Connex* del protocolo DDS. Además, se necesitará un servidor (*RTI WAN SERVER*) externo que ejecutará el *script rtiwanserver* con el que permitiremos la comunicación entre los suscriptores y los publicadores de distintas redes (Internet con red privada del Centro Infantil).

Los suscriptores accederán desde sus dispositivos móviles y/o ordenadores personales mediante una aplicación. Esta aplicación incorporará el *plug-in* necesario para la comunicación con *rtiwanserver*.

3.3. Arquitectura interna

Para poder ejecutar el protocolo DDS, será preciso el uso de *Raspberry Pi*. Estas tendrán conectadas a sí mismas una o dos cámaras. Además, podrán tener asociado alguno de los sensores que servirán para triangular la posición. En la figura 4 se puede observar un resumen de la arquitectura global de red.

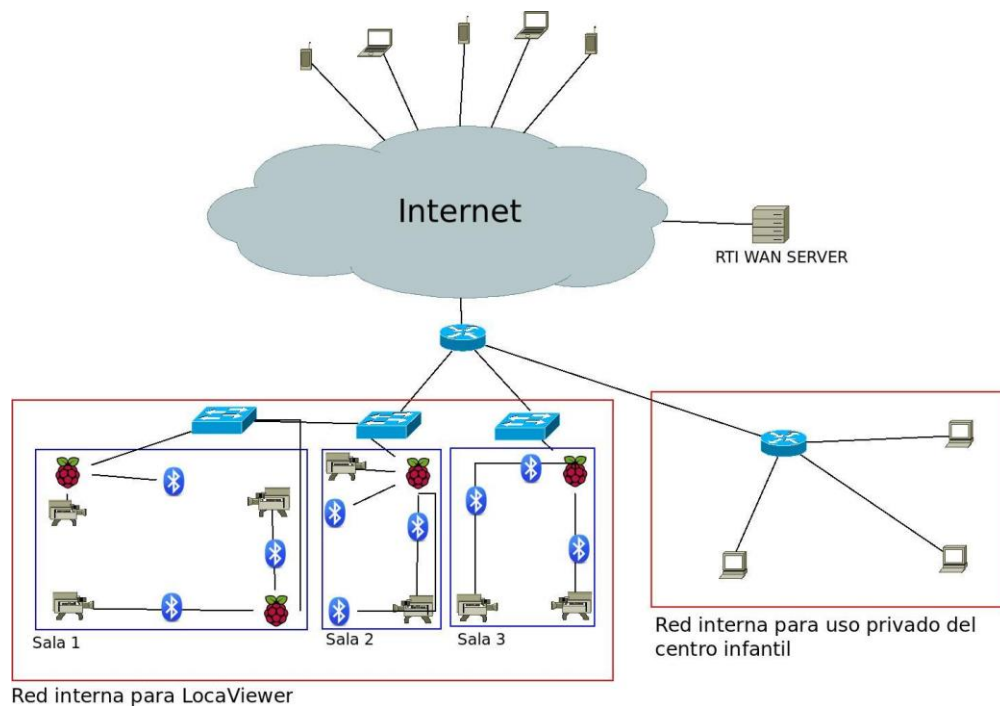


Figura 4. Arquitectura de red

Dependiendo de la extensión existente en cada planta/habitación, utilizaremos un número diferente de conmutadores para realizar la interconexión de las *Raspberry Pi* con el router principal.

La existencia de dos subredes en el Centro Infantil permitirá la implantación del sistema *Locaviewer* y la posibilidad de utilizar Internet por parte de los usuarios del recinto. Esta separación también propicia un aumento de la seguridad que evitará que usuarios no autorizados accedan a la red de *Locaviewer*.

Un ejemplo de la instalación que tendría un Centro Infantil ficticio con nuestro sistema *Locaviewer* sería el mostrado en la siguiente figura:

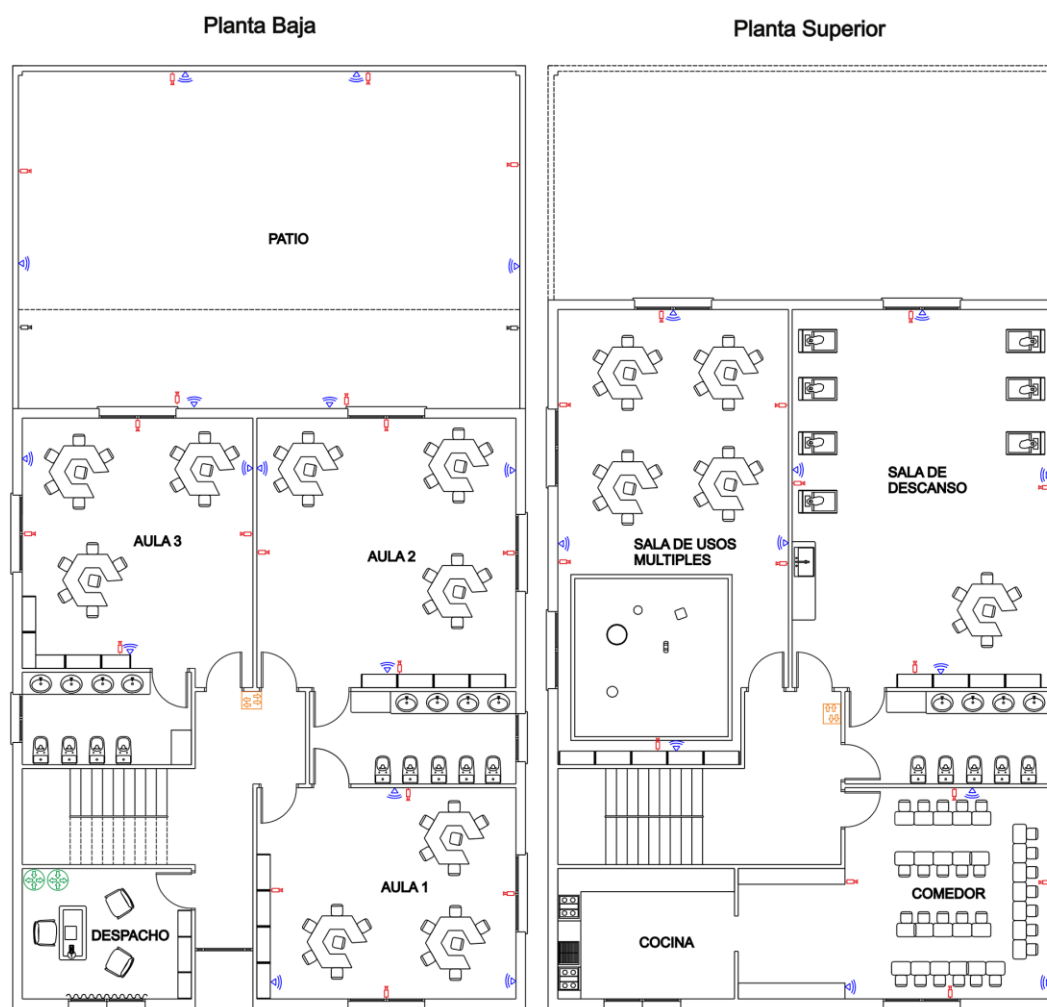


Figura 5. Plano de Centro Infantil ficticio con la instalación de *Locaviewer*

Como se puede ver, dependiendo del tamaño de las aulas, se instalarían un número mayor o menor de cámaras (representadas en el plano de color rojo) para abarcar en la medida de lo posible todo el área de la habitación, en el caso de los sensores *Bluetooth* (representados en el plano de color azul) mínimo 3 por

habitación para poder realizar bien la triangulación y en caso de ser una habitación relativamente grande, usar sensores adicionales. En este ejemplo serían necesarios un conmutador por cada planta (todos interconectados entre sí) donde estarían conectadas las *Raspberry Pi*. Los routers estarían situados en el despacho tanto el principal como el de la red interna para el uso privado.

Adicionalmente en caso de que el usuario del producto crea conveniente la instalación de un sistema SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpido) debido a obtener mayor fiabilidad o que sea bastante usual la situación de cortes de corriente eléctrica en el recinto, se le instalará únicamente con el coste de la adquisición del mismo.



4. Plan de negocio

Debido principalmente a la incorporación de la mujer al mundo laboral, se está notando un gran incremento del número de Centros Infantiles en nuestro país, que posibilitan por lo tanto un aumento de la demanda de nuestro producto.

4.1. Servicios ofrecidos

El uso de *Locaviewer* permitirá a los padres ver lo que están haciendo sus hijos en tiempo real desde cualquier sitio, mediante su dispositivo móvil o computadora personal y sin tener que seleccionar cámara por cámara hasta encontrar a su hijo y encontrar la cámara con mejor perspectiva. También aportará un mayor nivel de seguridad, confianza y privacidad en estos Centros Infantiles. *Locaviewer* cumple con la LOPD (Ley Orgánica de Protección de Datos).

Los Centros Infantiles que utilicen nuestro sistema contarán con un mayor grado de diferenciación con las demás empresas del sector.

4.2. Nicho de mercado

Nuestro producto se ofrece principalmente a todos los Centros Infantiles de Andalucía con proyección a nuevos mercados nacionales e internacionales. Se puede observar el gran aumento del mercado en el que nos encontramos, ya que hemos pasado de los 15.871 Centros Infantiles en España entre 2001 y 2002, a unos 21.462 centros entre 2011 y 2012.⁵

Por supuesto, en un futuro se estudiará la aplicación de nuestro producto a otro tipo de actividades, como por ejemplo la vigilancia de animales domésticos.

⁵ [Datos y cifras. Curso escolar 2012/2013 - Ministerio de Educación, Cultura y Deporte](#)

4.3. Competencia

La gran diferencia respecto a otros sistemas similares es que, mientras el resto simplemente transmiten imágenes de todo el centro, nuestro sistema localiza al alumno y emite solamente aquella cámara desde la que se obtendrá una mejor visión de él. Se elimina así la pesada tarea de tener que buscar de forma manual la posición del alumno.

Algunas empresas competidoras con un sistema de vídeo similar al ofrecido con *Locaviewer* son:

- [Misegundacasa](#)
- [Guardinet](#)
- [E-Guarderías](#)
- [Security Online Alicante](#)

Los precios en los que ronda la competencia están entre unos 1.300 € y 1.800 € la instalación inicial, añadiendo un coste adicional de 250 € por cada cámara lo que supondría un gasto en una instalación media de unos 10.000 € a 15.000 €. Teniendo en cuenta estos precios, procedemos a analizar los costes de nuestro producto para poder ser competitivos en el mercado no solamente con las ventajas tecnológicas, sino también en el aspecto económico.

4.4. Ventas

Nuestra empresa también se encargará del montaje y puesta en marcha del sistema en el Centro Infantil, por lo que podemos considerar que nuestro canal es de tipo directo.

A continuación se ha hecho una estimación de los precios para los componentes que utilizaremos en las instalaciones de nuestro producto en Centros Infantiles:

Objeto	Precio por unidad (aprox.)
Cámara de videovigilancia ⁶	67 €

⁶ [Cámara de videovigilancia de ejemplo](#)

Sensores Bluetooth	6 €
Pulsera <i>Locaviewer</i>	20 €
Raspberry Pi ⁷	35 €
Conmutador ⁸	15 €
Router ⁹	80 €
Cable Ethernet ¹⁰	0.3 € / m
Servidor ¹¹	30 € / mes

Los precios que tendría nuestro producto de cara al público serían:

- Coste inicial: 2.000 € (neto 940 €). Incluye 1 router, 2 unidades de vigilancia, 10 alumnos e instalación.
- Coste por alumno: 20 € (neto 20 €). Incluye pulsera *Locaviewer*.
- Coste por unidad de vigilancia adicional: 350 € (neto 180 €). Incluye 1 Raspberry Pi, 2 cámaras, 3 sensores y conmutador y cable Ethernet en caso de ser necesario (instalación incluida)
- Coste mensual: 200 € (neto 50 €). Incluye el coste del servidor y de mantenimiento.

Para el Centro Infantil ficticio representado en la figura 5, se ha estimado el siguiente presupuesto:

- 2 unidades de vigilancia por habitación (6 habitaciones).
- 4 unidades de vigilancia en el patio.
- Número de alumnos: 80.

⁷ [Raspberry Pi con tarjeta SD](#)

⁸ [Conmutador de ejemplo](#)

⁹ [Router de ejemplo](#)

¹⁰ [Cable Ethernet](#)

¹¹ [Hosting](#)



El precio total por tanto incluyendo el coste inicial es de 8.500 € (3.440 € de beneficio) más un coste mensual de 200 € (150 € de beneficio mensuales).

4.5. Marketing

Para dar a conocer nuestro producto vamos a hacer uso de las redes sociales, sistemas de anuncios y revistas dedicadas a Centros Infantiles. Los servicios de publicidad que contrataremos son los siguientes:

- Anuncios de publicidad en *Facebook*
- *Google AdSense*
- Revista: Aula de Infantil

Además, estaremos presentes en redes sociales como *Twitter*, *Google Plus* y *Facebook*.

Nuestro producto permitirá a los Centros Infantiles que lo utilicen, generar beneficios por ellos mismos una vez que hayan recuperado su inversión por la instalación de *Locaviewer*. Para el ejemplo del Centro Infantil ficticio, con un cobro a cada cliente inicial de 50 € más una cuota mensual de 5 €, en un tiempo de unos dos años escolares habrían amortizado la inversión y comenzarían a reportar grandes beneficios, en torno a 200 € al mes.

4.6. Inversión

La financiación necesaria la tomaremos a través de préstamos bancarios. La inversión inicial conllevaría una serie de costes:

- Coste por publicitar nuestro producto: 3.000 €.
- Coste de la licencia de *RTI Connex*
- Otros costes:
 - Coste de desarrollo: 4 ingenieros x 1.500 € / mes x 3 meses = 18.000 €.
 - Costes de la realización del prototipo: 500 €.



El total de la versión inicial ascendería a unos 22.500 €.

4.7. Amortización

La empresa se funda en la comunidad autónoma de Andalucía con en torno a 1500 Centros Infantiles¹². Si suponemos un escenario con instalaciones de Centros Infantiles como el simulado anteriormente (3.440 € de beneficio), con el siguiente número de nuevas instalaciones por año:

- Primer año: 5 Centros Infantiles nuevos
 - Pérdidas: 22.500 € + 36.000 €
 - Beneficios: 26.200 €
 - Balance: -32.300 €

- Segundo año: 7 Centros Infantiles nuevos + 5 Centros Infantiles en mantenimiento
 - Pérdidas: 32.300 € + 36.000 €
 - Beneficios: 45.680 €
 - Balance: -22.620 €

- Tercer año: 8 Centros Infantiles nuevos + 12 Centros Infantiles en mantenimiento
 - Pérdidas: 22.620 € + 36.000 €
 - Beneficios: 63.520 €
 - Balance: 4.900 €

Donde los 36.000 € de pérdidas de cada año se corresponden con los salarios de los 3 trabajadores de la empresa que cobrarían 1.000 € al mes.

Por tanto, a partir del tercer año se habrá amortizado la inversión inicial junto con el salario de los trabajadores hasta dicho año y se comenzará a reportar beneficios netos.

¹² Datos tomados de [Libertad Digital](#)