



**DINYCON**  
DISEÑO, INGENIERÍA Y CONTROL

**“MEDICIÓN DE AFLUENCIAS Y  
GESTIÓN DE RUTAS  
PATRIMONIALES Y TURÍSTICAS”**

Ultreia\_sudoe

# QUIÉNES SOMOS



- Ingeniería integradora de sistemas creada en el año 2000.
- Desarrollo de soluciones de movilidad inteligente.
- Con sede en San Sebastián, centro de trabajo en Madrid y socios a nivel local en toda España.
- Presencia internacional en México, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Oriente Medio.
- Contamos con un departamento de I+D+i que trabaja muy ligado a las nuevas tecnologías y al concepto de ciudad inteligente “smart city”.
- Hemos desarrollado nuestra propia plataforma de software con integración a sistemas de 3ros.

# SOLUCIONES



**DINYCONT** 

Conteo y control de aforo

**DINYTRACK** 

Tracking de personas y vehículos

**DINYPARK** 

Smart parking

**DINYSMART** 

Aplicaciones con Inteligencia Artificial

**ATPOINTS** 

WEB APP Datos en Tiempo-Real



- Tradicionalmente, el estudio de la movilidad ha estado enfocada a los **vehículos motorizados**.
- La **movilidad de las personas**, está cobrando mayor relevancia.
- **Conocer los flujos y ocupación** de espacios públicos
- **Predicción de la movilidad peatonal**.
- **Tecnología:** Soporte para la captura de datos



# CONTEXTO

- España: **49 Caminos**, con **16.000 km**
- Portugal: **9 Caminos**, con **2.900 km**
- Se estima que hay **más de 1.000 albergues** entre todos los caminos
- Solamente el **Camino Francés** (el más tradicional) cuenta con más de **500 albergues**
- Es importante **conocer los flujos de personas y ocupación de albergues** para mejorar la gestión.
- **La tecnología** nos facilita esta información

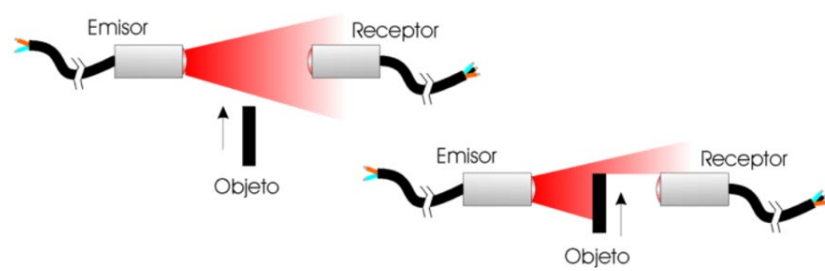




## Tecnologías existentes convencionales

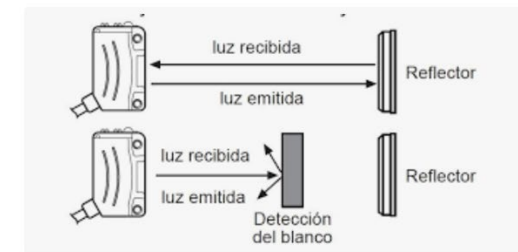
- **Fotocélulas:** solución sencilla, simple de instalar, eficiente en entornos controlados (pasos estrechos) y de bajo coste

### Emisor receptor

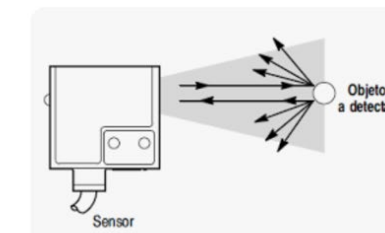
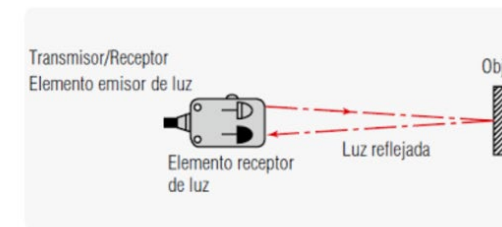


CARLO GAVAZZI

### Reflexivas



### Difusas



SICK

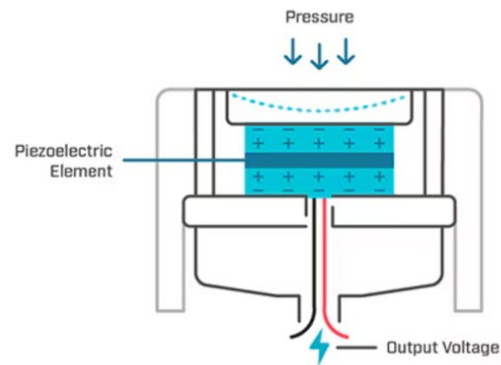


## Tecnologías existentes convencionales

***Sensores de presión y piezoeléctricos:***  
detectan la fuerza de la pisada,  
generando una señal eléctrica

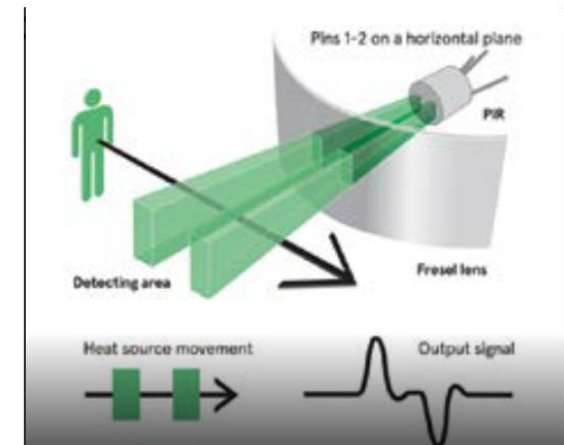


DIGIKEY



## Tecnologías existentes convencionales

***Sensores Tecnología PIR (Infrarrojo pasivo):***  
detectan la radiación infrarroja emitida por  
seres vivos.



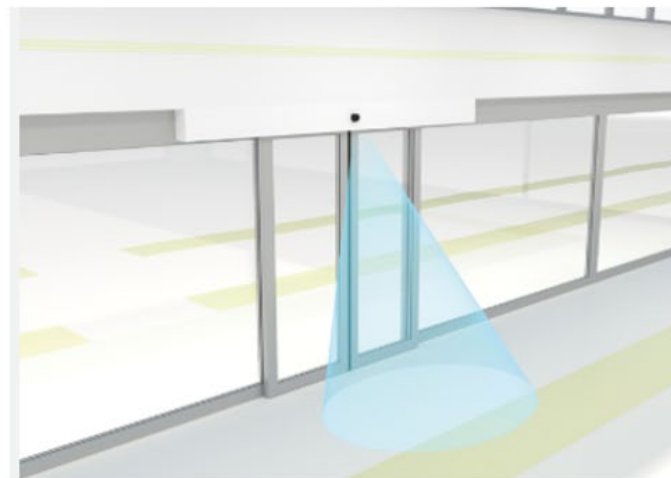
Fabricante: ZILOG



## Tecnologías existentes convencionales

**Sensores Tecnología Radar:** utiliza ondas de radio para detectar presencia, posición y movimiento. Inmune a condiciones medioambientales adversas.

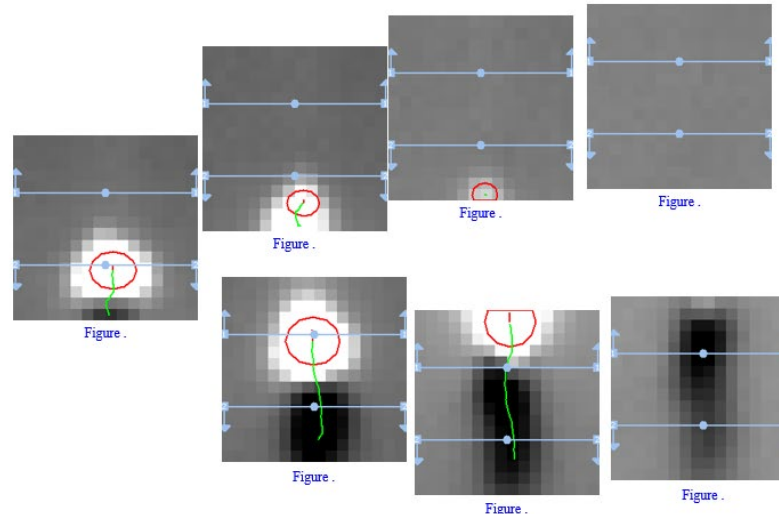
- **Radar Doppler:** Se enfoca en detectar movimiento y velocidad de objetos.





## Sensores térmicos

Basado en un conjunto de **celdas termográficas**, sensibles a las emisiones de radiación infrarroja (radiación térmica) que emiten los objetos debido a su temperatura; los humanos emiten calor a través de su piel, y estos sensores pueden detectar estas emisiones, incluso a distancias relativamente largas. El sensor mide **la temperatura ambiente y las variaciones térmicas** causadas por las personas que entran o salen de su zona de detección, haciendo el conteo al atravesar la línea



Fabricante: IRISYS



## Cámaras con analítica de imágenes

Son dispositivos diseñados para analizar flujos de personas, vehículos u objetos en tiempo real utilizando algoritmos avanzados de visión por computadora.

**Detección de personas:** Las cámaras recogen imágenes o videos en tiempo real desde el lugar donde están instaladas de la zona de interés para el conteo; normalmente usan lentes de alta calidad y sensores adecuados para garantizar una captura precisa incluso en condiciones de baja luz o iluminación cambiante.

**Procesamiento:** El software de analítica integrado en la cámara (o en un servidor externo) procesa las imágenes mediante **algoritmos de visión artificial (IA)** y genera los datos de conteo en su campo de visión

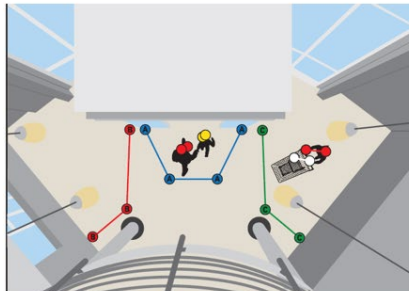




## Sensor estereoscópico

Es una tecnología avanzada que utiliza cámaras para obtener una **representación tridimensional del entorno**, lo que permite detectar y contar personas de manera precisa. A través del uso de una doble cámara en el sensor, se procesa la imagen de la misma forma en que los humanos perciben la profundidad, lo que proporciona una visión en 3D

**Procesamiento:** El software de procesamiento de imágenes analiza las disparidades (diferencias) entre las imágenes capturadas por las cámaras y crea un mapa de profundidad. Con esta información de profundidad, el sistema puede identificar la posición de las personas en el espacio tridimensional y distinguir entre objetos que están en diferentes planos de profundidad, diferenciación por ejemplo de niños y adultos



Fabricante: Hella Aglaia

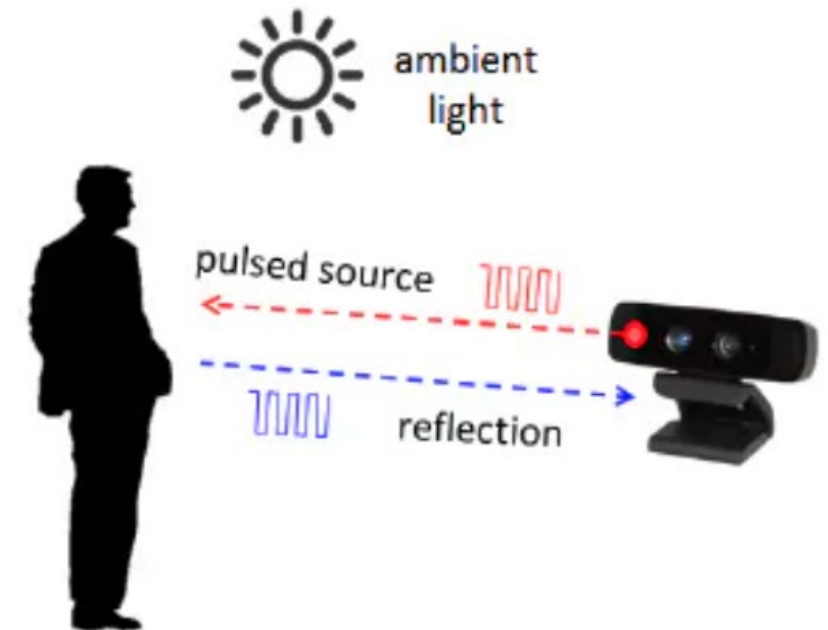




## Cámaras 'Time of Flight' (ToF)

**Captura de imágenes:** La cámara emite pulsos de luz infrarroja (invisible para el ojo humano) hacia el área que se desea monitorear; la luz infrarroja interactúa con los objetos en la escena y regresa a la cámara tras reflejarse. El sistema mide el tiempo que tarda la luz en ir desde la fuente emisora hasta el objeto y regresar. la cámara genera un mapa tridimensional (3D) en tiempo real que permite identificar la forma, tamaño y posición de los objetos en la escena.

**Limitaciones del conteo con sensores ToF:** El procesamiento de imágenes 3D requiere una considerable potencia de cálculo, lo que puede generar altos costos y una mayor complejidad en el diseño del sistema





## Tendencias avanzadas en el conteo de personas

- ***Visión por computadora e IA***
- Redes neuronales profundas: **Se están utilizando algoritmos de aprendizaje profundo para mejorar la precisión del reconocimiento de personas en entornos complejos.**
- ***Tecnología LIDAR:***
- Utiliza **pulsos de luz láser para medir distancias y crear un modelo tridimensional del entorno.** Su funcionamiento para el conteo de personas es particularmente efectivo en entornos donde es importante capturar datos precisos y en tiempo real. Es una solución muy costosa



En el caso de que no se disponga de acometida de fuerza en el punto de instalación de los sensores, se pueden plantear sistemas autónomos con batería y también alimentación con paneles solares



Dependiendo de las necesidades y requisitos de cada uno de los puntos de conteo, para la captura y registro de datos se pueden plantear 2 estrategias:

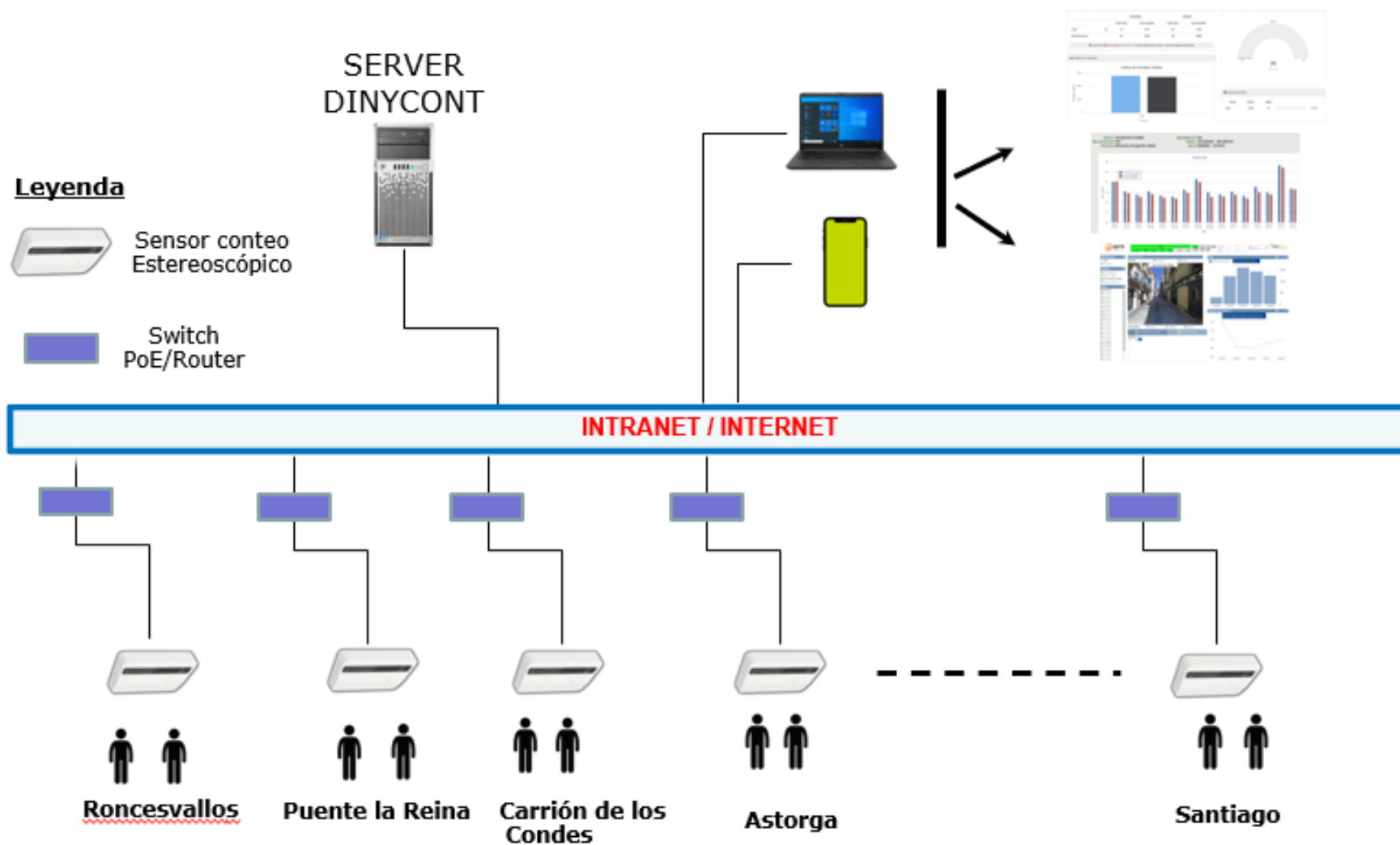
- Registro local y cada cierto tiempo se hace un volcado de datos, bien local o de forma remota; esta solución pierde la información en tiempo real
- Comunicaciones remotas a través de routers 3G/4G/5G. Permite la visualización de datos en tiempo real y activar los modelos predictivos a corto y largo plazo



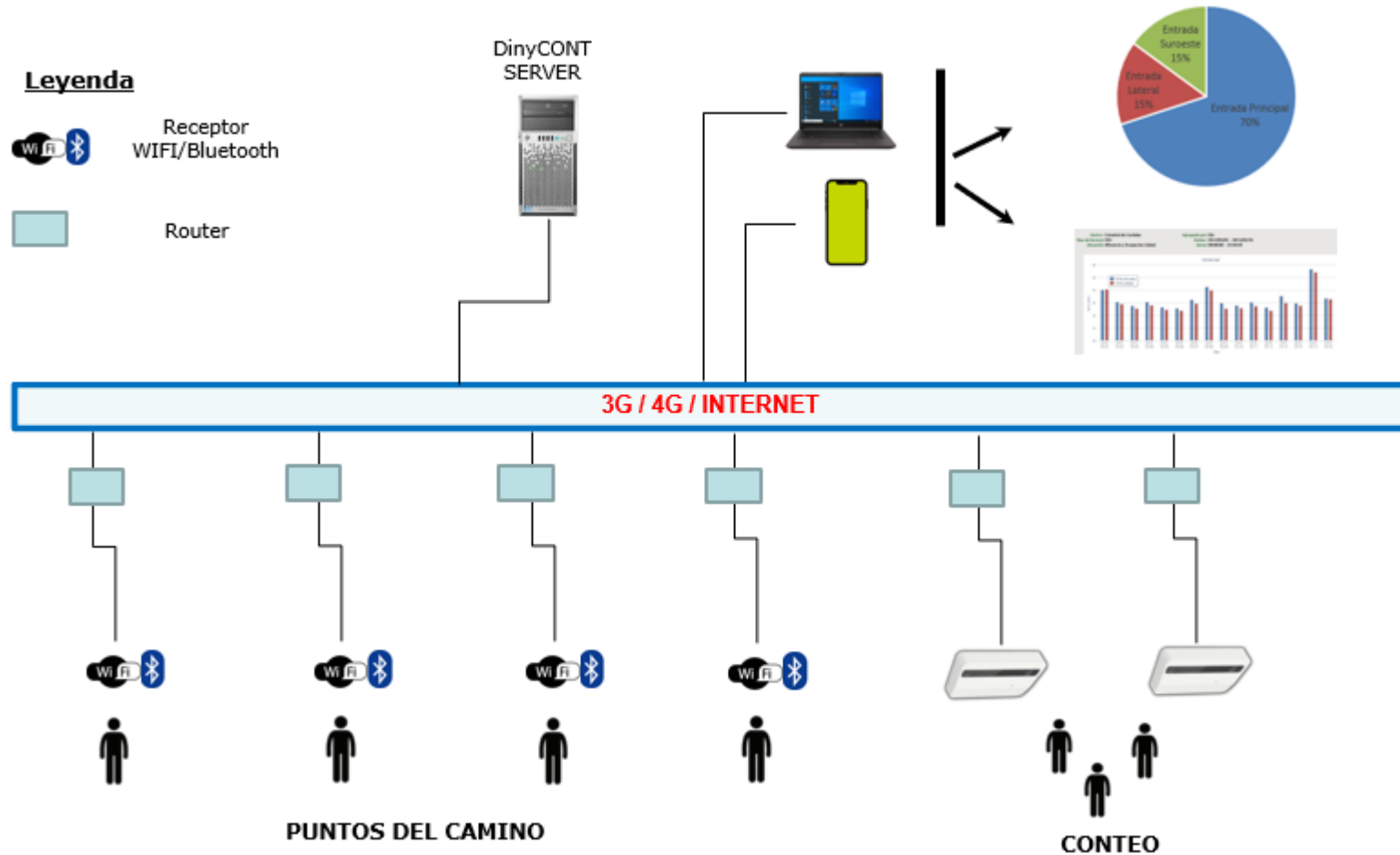
## Otras fuentes de datos

- **Información complementaria:**
  - *Encuestas y cuestionarios*
  - *Entrevistas cualitativas*
  - *Análisis de registros y estadísticas existentes*
- **Otras tecnologías de apoyo:**
  - *Aplicaciones móviles*
  - *Geolocalización y sistemas de Información geográfica (GIS)*
  - *Redes sociales y análisis Big Data*
  - *Tecnologías RFID o NFC con pulseras inteligentes para los peregrinos*
- **Factores externos:**
  - *Meteorología*
  - *Calendario y estación del año*
  - *Eventos*

# COMUNICACIONES. CONTEO



# COMUNICACIONES. TRACKING





## **Comparativa entre diferentes tecnologías**

**Para hacer una selección de la tecnología más adecuada, consideramos los siguientes aspectos**

- Precisión en el conteo
- Robustez del dispositivo
- Grado de protección para instalaciones en exteriores
- Capacidad de registro de datos
- Comunicaciones con el exterior
- Estética e integración en el entorno
- Precios de adquisición
- Precios de implantación
- Procedencia del fabricante
- Garantías

TECNOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS											Ventajas	Desventajas
	Precisión en el conteo	Robustez del dispositivo	Capacidad de registro de datos	Comunicaciones con el exterior	Estética e integración en el entorno	Precios de adquisición	Precios de implantación	Procedencia del fabricante	Garantías	Alimentación			
Fotocélulas	Baja en pasos anchos con grupos de personas	Media, depende del encapsulamiento o	que el controlador disponga de memoria	No	Baja	200 l + controlador (600 l)	500 l	Nacional y en muchos países	2 años	24 Vdc	Económico y útil en pasos estrechos	Alta tasa de error en pasos anchos. Para diferenciar el sentido de paso, se requieren 2 sensores	
Sensores de presión y piezoeléctricos	Precisión variable según el tipo de sensor	Alta	Sí, en caso de que el controlador disponga de memoria o, en caso de que el controlador disponga de memoria	No	Muy alta	800 l	900 l	Nacional y en muchos países	2 años	Autónomo, baterías	eficiente en entornos controlados de pasos estrechos; funcionan en tiempo real y no dependen de la iluminación exterior	solo funciona con precisión en pasos estrechos donde forzosamente tienen que pasar las personas. Para diferenciar el sentido de paso, se requieren 2 sensores	
Tecnología PIR	Precisión variable según el tipo de sensor	Alta	que el controlador disponga de memoria	Ethernet	Alta	500 l	600 l	Inglaterra, Francia, Nueva Zelanda	2 años	Autónomo, baterías	consumen poca energía, económicos y fáciles de instalar; son inmunes a interferencias de luz	alta dependencia de las condiciones de temperatura medioambiental. Para diferenciar el sentido de paso, se requieren 2 sensores	
Radar	Precisión variable según el tipo de sensor	Alta	Sí	Ethernet	Alta	1.300 l	500 l	Nacional	2 años	POE, 12 Vdc	no se ven afectados por la iluminación, el clima (lluvia, niebla) o el polvo del ambiente; pueden identificar dirección, velocidad y distancia con alta precisión	pueden tener dificultades para diferenciar objetos muy cercanos entre sí (varias personas que vayan juntas); también con algunos materiales, como telas gruesas o ciertos tipos de superficies	
Seguimiento con dispositivos móviles	Dependiente de la adopción por parte de los usuarios	N/A	Sí	Ethernet	Alta	1.200 l	400 l	Nacional	2 años	POE, 12 Vdc	no se ven afectados por la iluminación, el clima (lluvia, niebla) o el polvo del ambiente; tienen una función bien en condiciones de baja o nula luz y temperaturas extremas, lo que hace que puedan funcionar	Existe una dependencia de dispositivos móviles, ya que solo cuenta personas que llevan dispositivos con señales activadas	
Cámaras térmicas	Media, depende de las condiciones térmicas del entorno	Diseñados para uso en interiores; su desempeño en exteriores puede ser limitado	Sí	Ethernet	No, son equipos visibles que es difícil integrar con el entorno	800 l	400 l	Inglaterra y Alemania	2 años	POE, 24 Vdc	Capacidad de diferenciación entre personas y objetos; integración con sistemas de seguridad	dificultades para distinguir entre individuos juntos. Si la temperatura ambiente es muy similar a la de las personas, la capacidad del sensor para distinguir personas puede verse afectada	
Cámaras con analítica de imágenes	Alta precisión en entornos controlados; sensibles a cambios de	Construcción robusta, adecuada para exteriores	Sí, incluyendo una tarjeta SD de diferentes almacenamientos	Ethernet, opciones inalámbricas	No, son equipos visibles que es difícil integrar con el entorno	900 l, Varía según el modelo y proveedor; generalmente	750 l	Alemania, Corea, China y otros países	2 años	POE, 24 Vdc	proceso de procesamiento interno de imágenes garantizando privacidad; diseño discreto	Sensibles a variaciones lumínicas; preocupaciones de privacidad	
Sensores de visión estereoscópica	Hasta un 98% de precisión, incluso en áreas con alta densidad de personas	Construcción en aluminio (ADC12); modelos con protección IP65 para exteriores	Sí	Ethernet, pulsos	No, son equipos visibles que es difícil integrar con el entorno	1.200 l	600 l	Alemania y otros países	2 años	POE, 24 Vdc	Mediciones precisas y rápidas; mayor alcance; seguridad en el uso	Costo de adquisición e instalación puede ser elevado; integración estética en entornos históricos	
Tecnología ToF (Time of Flight)	Alta precisión en entornos dinámicos y con flujos densos	Diseño compacto y robusto para exteriores e interiores	Sí	Ethernet	No, son equipos visibles que es difícil integrar con el entorno	1.500 l	700 l	Fabricantes en varios países	2 años	POE, 24 Vdc		Precisión afectada por factores ambientales como iluminación; limitaciones en la diferenciación de objetos	



## Tracking

El tracking proporciona una información relevante del comportamiento de los peregrinos:

- Rutas más transitadas
- Tiempo de permanencia en diferentes zonas y albergues
- Extracción de patrones de comportamiento
- Mapas de calor

Esta información permite una mejor gestión de las diferentes partes del Camino e informar predictivamente a los peregrinos de la situación de su zona en las próximas horas



## Históricos de datos

*El registro histórico de datos (puede ser conteo o tracking) nos permite identificar patrones y trabajar sobre modelos predictivos a corto, medio y largo plazo, lo que nos permitirá entre otras cosas:*

- Realizar una mejor gestión de los albergues y rutas*
- Promocionar el Camino en épocas en las que la previsión de afluencia es menor para evitar aglomeraciones*
- Informar en tiempo real a los peregrinos de la situación de las diferentes partes del Camino*

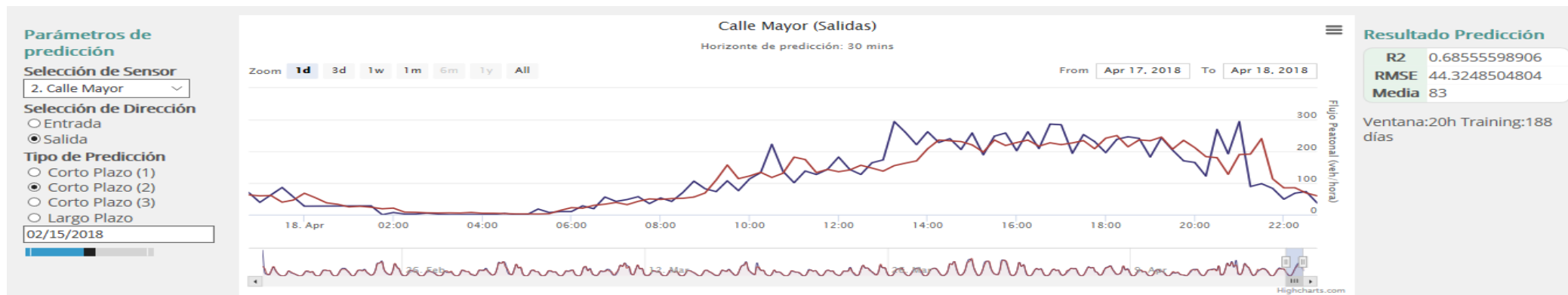
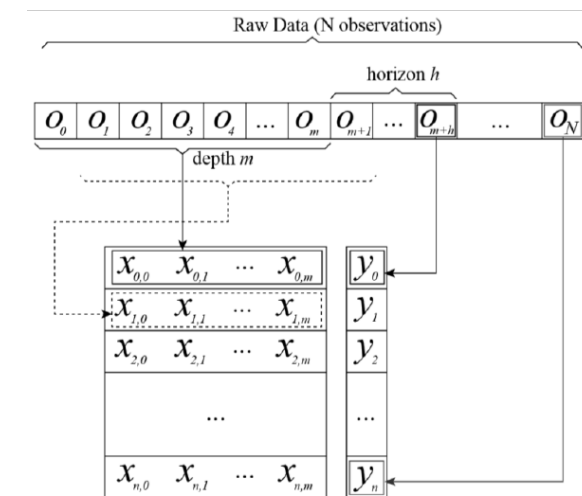
# PREDICCIÓN A CORTO PLAZO



## METODO

- Se construye un modelo predictivo que tiene **como entradas una ventana de lecturas anteriores al dato a predecir**, y como salida el dato predicho
- Se definen 2 variables:
  - **Profundidad**
  - **Horizonte de predicción**

## GRÁFICO





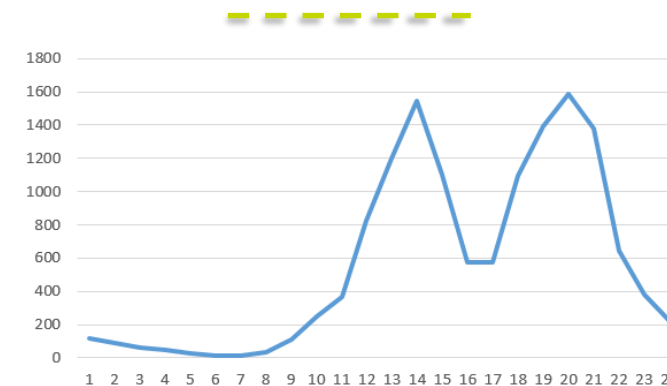
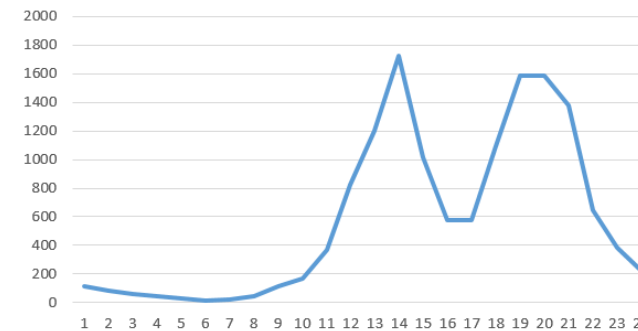
## METODO

- **Detección de patrones** sobre los datos conocidos
- Los datos se agrupan por días, y éstos se **agrupan por similitud**, formando patrones. Cualquier día del año queda dentro de un patrón
- Combinamos cada día (96 lecturas de flujo), **con otras características**, como días festivos, eventos, etc.

## ESQUEMA

Diferentes patrones.

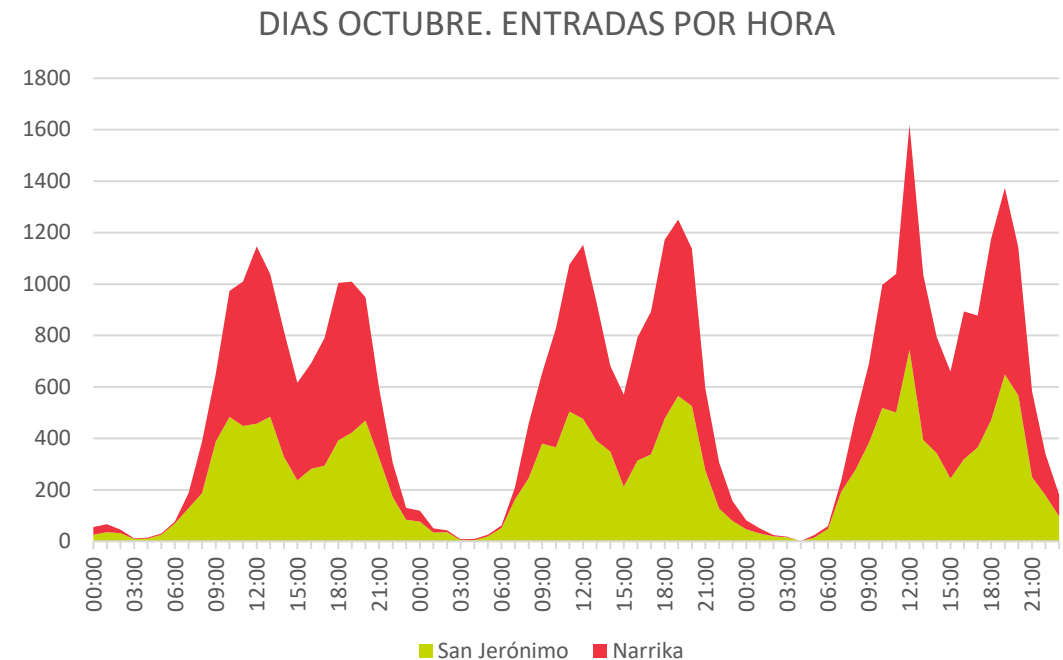
Ejemplo, lunes soleados de invierno





## Modelos predictivos. Correlaciones

- Análogo al de predicción a corto plazo.
- La **predicción contextual, establece correlaciones con sensores** de otras partes del Camino, cuyo tráfico peatonal inicialmente no está relacionado.
- **Validación** con mediciones puntuales de los sensores 'virtuales'.





## Ejemplos de instalaciones. Sensor estereoscópico y cámara

Puente la Reina. Sensor estereoscópico



Fitero. Instalación con panel solar



# CONCLUSIONES



Los datos recogidos en el Camino de Santiago, nos permiten:

- **Mejor gestión del flujo de peregrinos**, con el fin de redistribuir rutas menos transitadas y con ello reducir la congestión.
- **Conservación del patrimonio y medio ambiente**, nos permite identificar puntos con mayor impacto ambiental y actuar en consecuencia.
- **Optimización de infraestructura**, mejorar albergues, señalización y servicios en función de las necesidades detectadas.
- **Promoción turística**: para diseñar estrategias personalizadas según los intereses de los peregrinos
- **Investigación y desarrollo**: a partir de los datos recopilados, podemos analizar patrones para proponer políticas públicas y proyectos de mejora sostenible.





**¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!**

**Roberto García Lafuente**

**robertogl@dinycon.com**