
Documentación de una arquitectura

Luis Mata Aguilar, María Gallego Martín, Daniel

Rodriguez Manzanero, Yeray Granada Layos, Carlos

Gómez Robles, Alejandro de la Fuente Perdiguero



02-04-2019

Documentando la Arquitectura

1. Introducción

1.1 Descripción general del problema

En Madrid, desde el 1 de febrero de 2016, se han implantado protocolos de actuación debido a la contaminación atmosférica, situándose ésta como un problema de salud pública en el que se invierten una cantidad desmesurada de recursos.

Se propone la construcción de un sistema eHealth en el contexto de Madrid entendida como una ciudad inteligente, teniendo en cuenta el Plan de acción sobre la salud electrónica 2012-2020: atención sanitaria innovadora para el siglo XXI (Comisión europea).

Para conciliar las ideas propuestas en dicho plan, el sistema pretende facilitar el trato con pacientes permitiendo consultas mediante vía telemática; diagnóstico remoto de enfermedades con perfil establecido; tratamiento de enfermedades terminales o crónicas así como monitoreo de las mismas mediante el uso de tecnologías IoT; avisos de riesgos de salud pública con un sistema de alertas personalizables (alérgenos, nivel de contaminación); categorización y estudio de enfermedades a nivel de población, de forma que la investigación se vea explícitamente favorecida.

En cuanto a las comunicaciones telemáticas, el sistema contará con aplicaciones cliente a las que los ciudadanos podrán conectarse y ligar a su centro médico. En caso de tratarse de un paciente que requiera de un seguimiento personalizado, obtendrá una extensión del cliente, que le permitirá, junto con un pequeño equipo de sensores IoT, ser susceptible de monitoreo y seguimiento por los especialistas médicos que le estén tratando. Mejorando de esta forma la calidad de vida tanto del paciente terminal o crónico como la del doctor especialista, elevando la sostenibilidad de recursos públicos de Madrid en sanidad, así como de recursos humanos en centros médicos y hospitales.

En caso de haber parámetros en el seguimiento de estos pacientes fuera del rango esperado, se categoriza la urgencia de la anomalía y en caso de ser urgente, una ambulancia (ahora equipada con dispositivos IoT que las conecten al sistema) se dirigirá a la ubicación del sensor. Los datos, anomalías e incidencias serán comprobados a varios niveles de redundancia para resolver cualquier tipo de inconsistencia.

1.2 Business Goals

- **1.** Resolver las dudas sanitarias de cualquier ciudadano de Madrid vía telemática, lo cual incluye:
 - **1.1** Respuestas automáticas de dudas puntuales con características específicas.

- **1.2** Consultas personales con un doctor por medios telemáticos en su jornada laboral y dentro de ciertos horarios.
- **2.** Monitoreo y seguimiento para pacientes que tengan establecida una extensión del sistema para el control de enfermedades crónicas o de tratamiento continuado mediante dispositivos IoT, incluye:
 - Para datos que salgan del rango permitido en el monitoreo:
 - * **2.1** Urgentes: Sistema sincronizado de ambulancias para atender la emergencia.
 - * **2.2** No urgentes: Derivan en alertas a médico especialista y al usuario para que concerte la cita (telemática o no).
- **3.** Como doctor se podrá acceder a los datos de seguimiento de los pacientes crónicos para observaciones periódicas sin necesidad de verles personalmente(a no ser que vea algo extraño, en ese caso envía una notificación al usuario para que concerte cita), siendo necesario sin embargo una consulta personal cada cierto tiempo según convenga.
- **4.** Alertas informativas a todos los usuarios sobre el entorno saludable de Madrid, incluye:
 - Niveles de contaminación atmosférica por zonas.
 - Niveles de contaminación auditiva por zonas.
 - Niveles de alérgenos **personalizados** en la ciudad.
- **5.** Información y estadísticas derivadas del uso del servicio por todos los usuarios del sistema (respetando la LOPD, serán datos no personales). Se pretende ayudar a la investigación de enfermedades y tratamientos así como respuesta al entorno por parte de la ciudad para analizar situaciones de salud pública. De forma que los médicos especialistas así como instituciones pertinentes que dispongan de autorización, puedan ver estos resultados para realizar I+D+i sobre salud pública.
- **6.** Para probar y lanzar el sistema se considera una user base de 50.000 usuarios lo cual corresponde con aproximadamente 1/60 de la población de Madrid. A partir de la cual el sistema irá optimizando y escalando a su uso real. Por ello tenemos la necesidad también de monitorizar el sistema.

1.3 Business Drivers

1. Para cualquier usuario autenticado como paciente con su tarjeta de sanidad nacional, podrá realizar consultas sanitarias de dos tipos. Unas personales y otras no personales.
 - a. Las personales se procesarán en una cola con prioridades en función de la urgencia (derivada a partir de los síntomas expuestos por el paciente). Si la consulta revisada, es aceptada, se procede a enlazar una comunicación en tiempo real con un medico

especialista y dicho paciente. Una vez terminada, se archiva el historial de consulta así como otros parámetros afectados y terminan las comunicaciones.

- b. Las no personales se activan mediante un formulario con parámetros a rellenar como la temperatura corporal, tensión arterial, ... Añadiendo un campo para que los pacientes puedan expresar libremente sus síntomas. Este formulario se procesa automáticamente para buscar valores fuera de rango y así establecer una prioridad. Más tarde, un equipo de médicos especializados en este tipo de consultas, la revisarán y decidirán su tratamiento así como sí es necesario, dependiendo de la prioridad y el tipo de síntomas, una atención médica presencial.
2. Para el monitoreo y seguimiento de pacientes crónicos o terminales, se les otorgará los dispositivos IoT de seguimiento. Estos pacientes deben autenticarse en el sistema (el cual los tiene previamente a su uso clasificados) y además de las funcionalidades de los pacientes comunes, tienen un apartado de monitorización en el que figura su historial de seguimiento hecho con el dispositivo IoT y que se actualiza en tiempo real. Para la actualización de dicho historial se pueden dar estos casos:
- 2.1 Los datos recibidos del dispositivo IoT son normales (con lo cual el sistema no tiene que reaccionar de ninguna forma aparte de actualizar el historial).
 - 2.2 Los datos recibidos del dispositivo IoT son anómalos. En este caso dependerá de la urgencia de las anomalías observadas:
 - 2.2.1 Urgentes: estos generarán una alerta en el sistema que hará que el CEP (Complex Event Processing) lo procese inmediatamente (ya que es prioritario, en tiempo real y dirigido por eventos) y genere un evento que haga mandar una ambulancia al domicilio del paciente.
 - 2.2.2 No urgentes: estos datos no generarán una alerta urgente en el sistema, si no que simplemente debe informar al paciente de la anomalía encontrada, para que pueda concertar su cita, y al médico especialista.
 - 2.3 No se han recibido datos del dispositivo IoT. En este caso se enviará una notificación al usuario informando de que no se ha realizado la monitorización. Si en un periodo de tiempo definido no se han recibido aún los datos se generará una alerta en el sistema que hará que el CEP la procese y cree un evento que indicará la urgencia de contactar con el usuario a través del número de contacto. En el caso de no obtener respuesta, se generaría otra alerta que el CEP tendría que procesar para contactar con la persona de contacto de dicho paciente.
3. El médico accederá al historial de seguimiento del paciente crónico a través de la base de datos del Big Data, seleccionando el mismo. Si este ve algún dato extraño puede generar una alerta para que se notifique al usuario la necesidad de una consulta.

4. El sistema podrá suministrar a los pacientes información relativa a los niveles de contaminación y los niveles de alérgenos de la ciudad. Con la colaboración del Ayuntamiento de Madrid (que será nuestro servidor) y, gracias a los sensores IoT implantados en la ciudad, proporcionados por el anterior, podremos recoger toda la información relevante para nuestro servicio. Una vez obtenidos dichos datos y almacenados en la base de datos de nuestro sistema, podremos mostrarlos en la aplicación de forma que todos los pacientes tengan acceso a los niveles de contaminación atmosférica y auditiva y, en el caso de que el usuario padezca alguna alergia, dicho usuario podrá personalizar la información para obtener, además de la información general proporcionada, datos de interés para su alergia. El sistema también enviará notificaciones a los pacientes en caso de niveles que superen los límites permitidos establecidos por la Agencia Europea del Medio Ambiente.
5. Para esto el sistema procesará los datos no personales en el servidor Big Data y los desplegará sobre la plataforma Open-Data donde los usuarios podrán usarlos en investigación. Para ello se ha considerado CKAN.
6. Para probar y lanzar el sistema se considera una user base de 50.000 usuarios lo cual corresponde con aproximadamente 1/60 de la población de Madrid. A partir de la cual el sistema irá optimizando y escalando a su uso real. Para ello dispone en el servidor Big Data de un componente que se encarga de monitorizar el desempeño del sistema y detectar puntos críticos.

2. Stakeholders

Gurpos de prioridad	Stakeholder	Descripción
Grupo de prioridad 1	Paciente crónico (paciente con seguimiento de enfermedad crónica), especialistas sanitarios y emergencias (sistema automatizado de ambulancias)	Usuarios críticos y más importantes del sistema.
Grupo de prioridad 2	Paciente común (pacientes sin seguimiento de enfermedad crónica) y médicos de consulta	Usuarios importantes pero sin necesidad de urgencia ni total disponibilidad.
Grupo de prioridad 3	Instituciones sanitarias (públicos y/o privados) y Comunidad de Madrid	Aprueban el uso del sistema.

Gurpos de prioridad	Stakeholder	Descripción
Grupo de prioridad 4	Equipo desarrollo y mantenimiento Software	Encargados del mantenimiento y correcto funcionamiento del sistema.
Grupo de prioridad 5	Empresa encargada de la recogida de información relativa a los índices de calidad de vida en la ciudad	Añaden información al sistema para mejorar la vida de los usuarios.
Grupo de prioridad 6	Equipo de marketing y ventas	Distribuyen información para fomentar la implantación del sistema y su uso.

3. Atributos de calidad

Para el orden de prioridad se ha usado la técnica de **dote-voting**.

1. **Disponibilidad:** Nuestro sistema necesita estar operativo para ofrecer un buen servicio a nuestros usuarios, disponemos de 2 tipos de disponibilidad:
 - Disponibilidad siempre operativa: para pacientes con seguimiento de enfermedad crónica en tiempo real, necesitaremos que el sistema esté operativo 24/7/365
 - Disponibilidad limitada: para el resto de pacientes que son gestionados por el sistema, tendremos una franja horaria para el uso de la aplicación.
2. **Usabilidad:** Como nuestro sistema está diseñado para cualquier tipo de usuario (edad, discapacidad...) deberá ser lo más simple y fácil de usar.
3. **Seguridad:** Los datos de todos los usuarios de la aplicación deben estar cifrados y la información debe estar protegida cumpliendo la LOPD.
4. **Interoperabilidad:** Las distintas partes de la aplicación deberán estar integradas entre ellas correctamente y compartir datos de unas a otras.
5. **Rendimiento:** Nuestro sistema tiene que funcionar con tiempos de respuestas cortos consiguiendo una eficiencia excelente.
6. **Escalabilidad:** Se necesita que nuestro sistema soporte una gran carga de usuarios y datos.
7. **Portabilidad:** La aplicación sea usable en cualquier dispositivo y sistema.
8. **Mantenibilidad:** El sistema debe mantenerse en el tiempo sin reducir su rendimiento y sus funciones.
9. **Modificabilidad:** El sistema debe soportar modificaciones manteniendo su integridad..

3.1 Descripción de los atributos de calidad más importantes y su priorización justificada

3.2 Árbol de utilidad

Atributo de calidad	Atributo refinado	ASR
Disponibilidad	Aplicación siempre operativa	Los pacientes tipo 1 necesitan que la aplicación esté siempre operativa para el seguimiento de la enfermedad crónica de forma que en todo momento se conozca el estado de los pacientes (H,H)
	-	Aplicacion Limitada
	-	Sistema crítico
	-	Datos de los pacientes
		Los pacientes tipo 2 tendrán limitados a un horario el uso de la aplicación para consultas con los médicos. (H,H)
		Como de la aplicación dependen vidas humanas, debemos mantener un plan alternativo en caso de un fallo crítico del sistema. (H,H)
		Como la aplicación toma decisiones usando los parámetros de los pacientes, los dispositivos de los pacientes deben estar actualizando sus parámetros en la base datos y a su vez la base de datos debe estar disponible para que los especialistas sanitarios puedan leer esta información. (H,H)

Atributo de calidad	Atributo refinado	ASR
Usabilidad	Facilidad de uso	Necesidad de que la aplicación sea fácilmente entendible e intuitiva para todo tipo de usuarios. (H,M)
Seguridad	Integridad de los datos	Como cliente necesito que la seguridad de los datos (tanto de los pacientes como de los especialistas) sea íntegra para evitar problemas con los usuarios. (H,H)
-	Restricción al acceso de los datos	Como cliente necesito que exista una restricción al acceso de los datos para aumentar la seguridad de la aplicación y de los usuarios. (H,M)
Interoperabilidad	Comunicacion e integracion de las partes del sistema	las diferentes partes del sistema deben comunicarse entre sí para funcionar correctamente y compartir datos (H,M)
Portabilidad	Disponibilidad en distintos sistemas operativos y dispositivos	Como cliente necesito que la aplicación sea usable en cualquier dispositivo independientemente del sistema operativo utilizado. (M,M)
Mantenibilidad	Cambios en el sistema	Como cliente necesito que se puedan realizar cambios para poder mejorar la aplicación. (M,M)
Rendimiento	Funcionalidad correcta en tiempos de respuesta y de ejecución cortos	La aplicación deberá funcionar con una respuesta rápida entre sus módulos. (H,M)

Atributo de calidad	Atributo refinado	ASR
Escalabilidad	Soporte de varios usuarios simultaneamente	El sistema deberá soportar que grandes cantidades de usuarios accedan simultáneamente sin problema y con alto rendimiento. (M,L)
Modificabilidad	Actualización de los parámetros recogidos de los pacientes	Como cliente necesito que el sistema pueda actualizar los datos de los pacientes. (M,M)
-	Actualización de los parámetros que establecen los especialistas sanitarios	Se actualizará la información relativa a tratamientos, medicamentos, fármacos... (M,M)
-	Actualización de los niveles de contaminación y alérgenos	El sistema tiene que ser capaz de actualizar la información referente a los niveles de contaminación y alérgenos de la ciudad. (M,M)

4. Vistas arquitectónicas

Ahora vamos a mostrar cada vista correspondiente al modelo de vistas arquitectónicas 4+1 de Philippe Krunchten. Hemos obtenido cada vista del modelo Krunchten de un modelo conceptual a mayor nivel de abstracción para poder integrar cada parte. En él se puede reconocer el uso de patrones arquitectónicos que más adelante se plasmarán en todas las vistas según corresponda. En concreto podemos hablar del Brooker de contexto, que será cuello de botella de nuestro sistema ya que se encargará de la orquestación de servicios y datos; o de la arquitectura dirigida por eventos del sistema de procesamiento de eventos complejo que se encargará de capturar eventos de emergencia detectados en el Brooker.

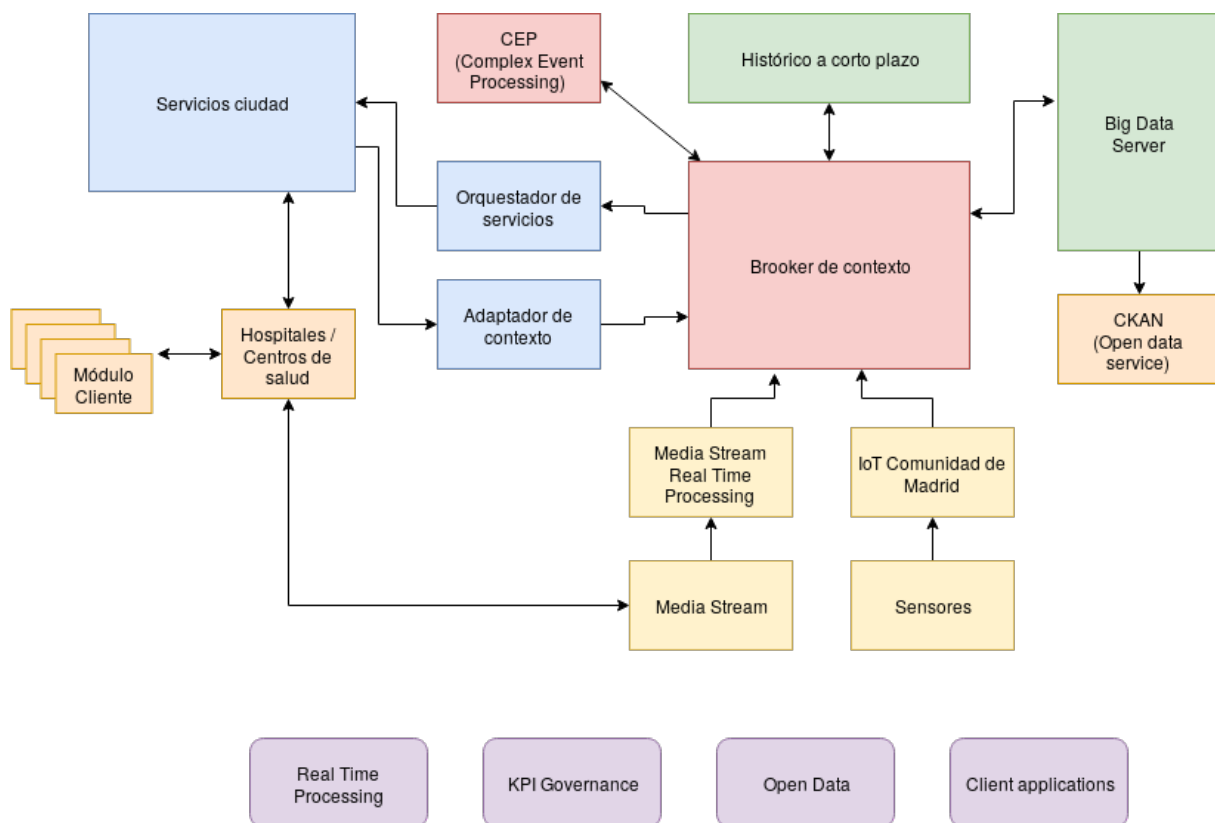


Figure 1: Diagrama de contexto de alto nivel

4.1 Vista lógica

4.1.1 Descripción

La vista lógica proporciona la base para comprender la estructura y la organización del diseño del sistema. Muestra las clases existentes y la forma de interactuar entre ellas, implementando así los requisitos funcionales del sistema. Cabe destacar que esta vista es mejorable en las distintas iteraciones.

4.1.2 Notación

Hemos representado la vista lógica mediante un diagrama de clases (especificando solo los nombres de las clases y las interacciones entre sí), en la que los símbolos representan:

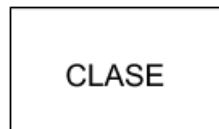


Figure 2: Clase: Representa las distintas clases del sistema.

asociación

Figure 3: Asociación: Representa acciones entre clases.



Figure 4: Herencia: Esta relación entre clases indica que las clases hijas heredan los mismos atributos y procedimientos que tiene la clase padre a la que señalan.

- Multiplicidad entre clases:
 - 1,1 : Uno y solo uno
 - 0,1 : Cero o uno
 - 0,n : Cero o varios
 - 1,n : Uno o varios (al menos uno)

4.1.3 Vista

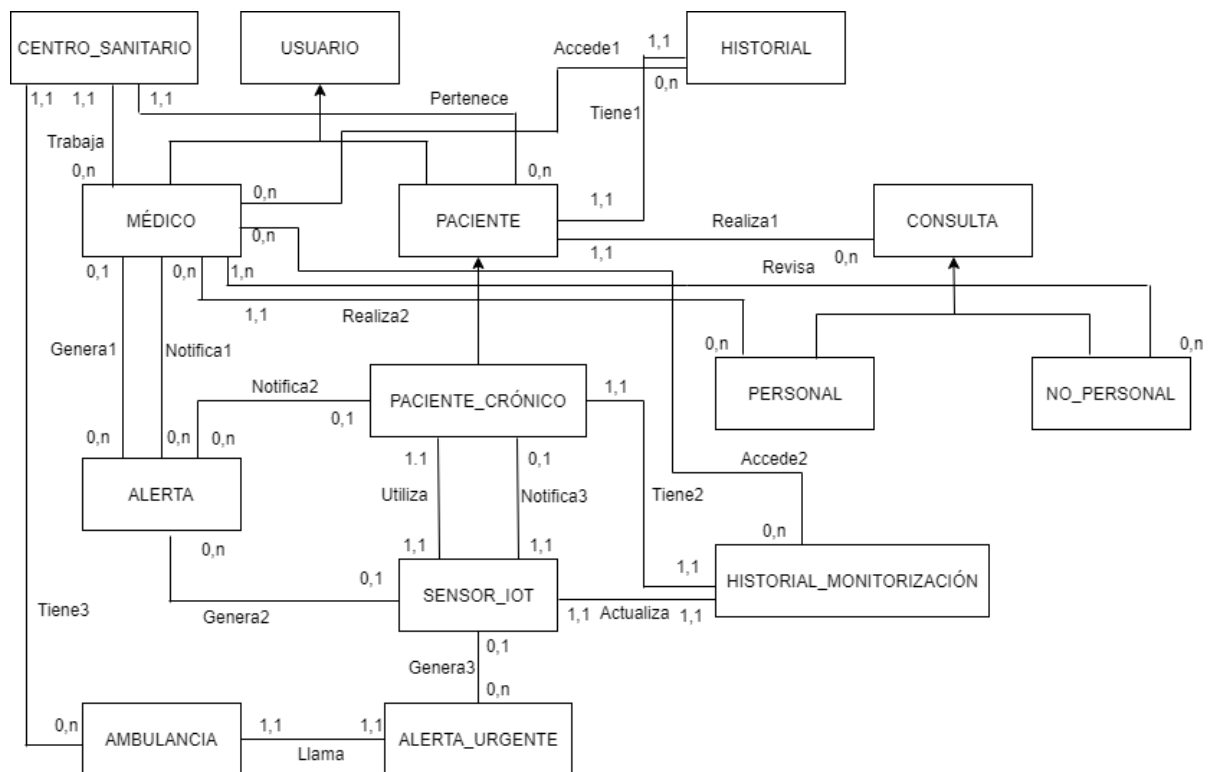


Figure 5: Vista lógica

4.1.4 Catálogo

En el diagrama se pueden observar 14 clases distintas:

- **USUARIO:** representa todo el conjunto de usuarios que van a utilizar el sistema.
- **MEDICO:** representa el tipo de usuario médico, que van a ser los médicos que trabajen en cada centro de salud que utilice el sistema.
- **PACIENTE:** representa el tipo de usuario paciente, que van a ser todos los tipos de paciente que tenga cada centro sanitario que implante el sistema.
- **PACIENTE_CRÓNICO:** representa el tipo de paciente paciente crónico, que serán todos aquellos pacientes de cada centro de salud que utilice el sistema que por motivos de salud requieran un seguimiento periódico.
- **HISTORIAL:** esta clase contiene el historial médico de cada paciente de la base de datos.
- **CENTRO_SANITARIO:** esta clase contiene los distintos centros médicos que figuran en la base de datos.
- **CONSULTA:** esta clase está formada por los dos tipos de consulta que pueden realizar los pacientes.
- **PERSONAL:** esta clase está formada por las consultas de tipo personal que realicen los pacientes

que usen la aplicación.

- **NO_PERSONAL:** esta clase está formada las consultas de tipo no personal que realicen los pacientes a través del sistema.
- **SENSOR_IOT:** esta clase está compuesta por todos los dispositivos IoT asignados a cada paciente crónico para su monitorización.
- **HISTORIAL_MONITORIZACION:** esta clase la forman los historiales de monitorización de todos los pacientes crónicos que utilizan el sistema.
- **ALERTA:** esta clase engloba todas las alertas “no urgentes” que se generan en el sistema y que interactúan de alguna forma con otras clases.
- **ALERTA_URGENTE:** esta clase está formada por todas las alertas urgentes que generan los dispositivos IoT de seguimiento de pacientes crónicos.
- **AMBULANCIA:** en esta clase se guardan los datos de las ambulancias de cada centro médico (que al estar conectadas a la red se utilizarán como dispositivos IoT en beneficio del sistema).

4.1.5 Rationale

- **Disponibilidad:** este QA ha afectado a nuestra vista haciendo del todo necesaria una diferenciación entre pacientes comunes y pacientes crónicos, ya que estos últimos van a necesitar una total disponibilidad del sistema en caso de urgencia.
- **Usabilidad:** para mejorar la usabilidad hemos reducido todo lo posible el número de funciones que pueden realizar los pacientes.
- **Rendimiento:** hemos creado un sistema de alertas para agilizar el procesamiento de tareas urgentes y la simplificación de las tablas otorga una mayor eficiencia a la hora de consultarlas.

4.2 Vista de procesos

4.2.1 Descripción

La vista de procesos representa los flujos de trabajo paso a paso de sistema, mostrando como las abstracciones principales de la vista lógica interactúan entre sí. Aborda aspectos de concurrencia en tiempo de ejecución, distribución, integridad del sistema y tolerancia a fallos.

Puede ser descrita como un conjunto de redes lógicas de procesos que son ejecutados de forma independiente, y distribuidos a lo largo de varios recursos de hardware conectados mediante un bus o a una red de datos.

4.2.2 Notación

Seguimos la notación UML, para hacer este tipo de diagrama son necesarios los siguiente elementos



Figure 6: Nodo inicial: Muestra el punto de partida del fujo de acciones

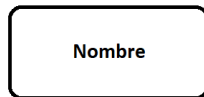


Figure 7: Acción: Representa una actividad o acción.

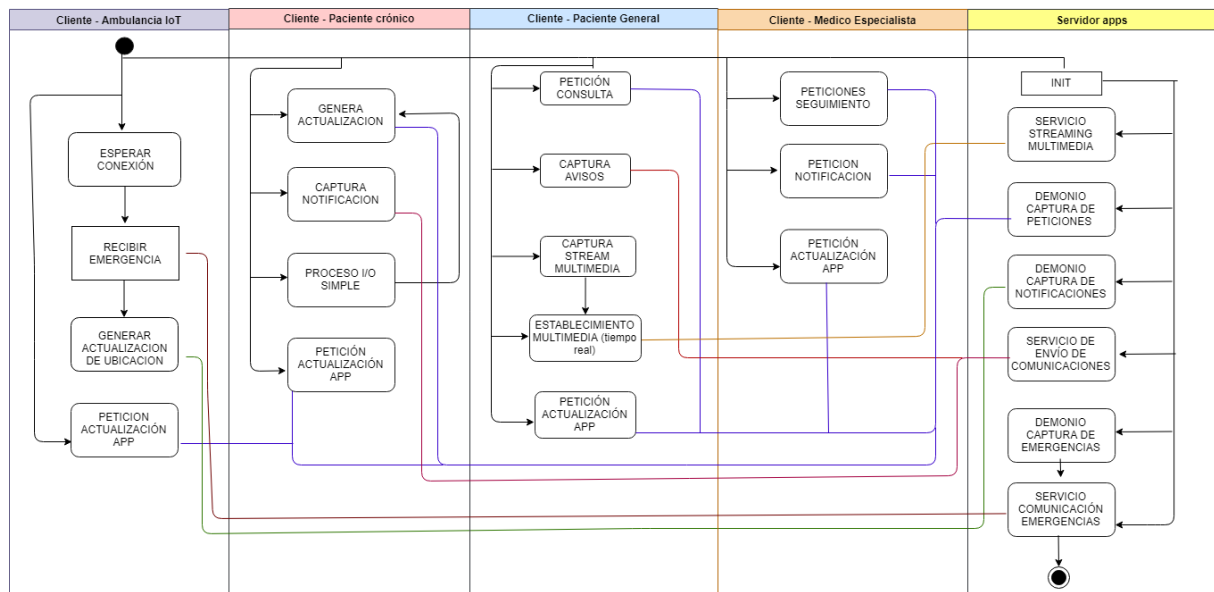


Figure 8: Fujo o transición: Indica el orden de ejecución



Figure 9: Nodo final: Final de todos los flujos de acciones en el diagrama

4.2.3 Vista

**Figure 10:** Vista de procesos 1

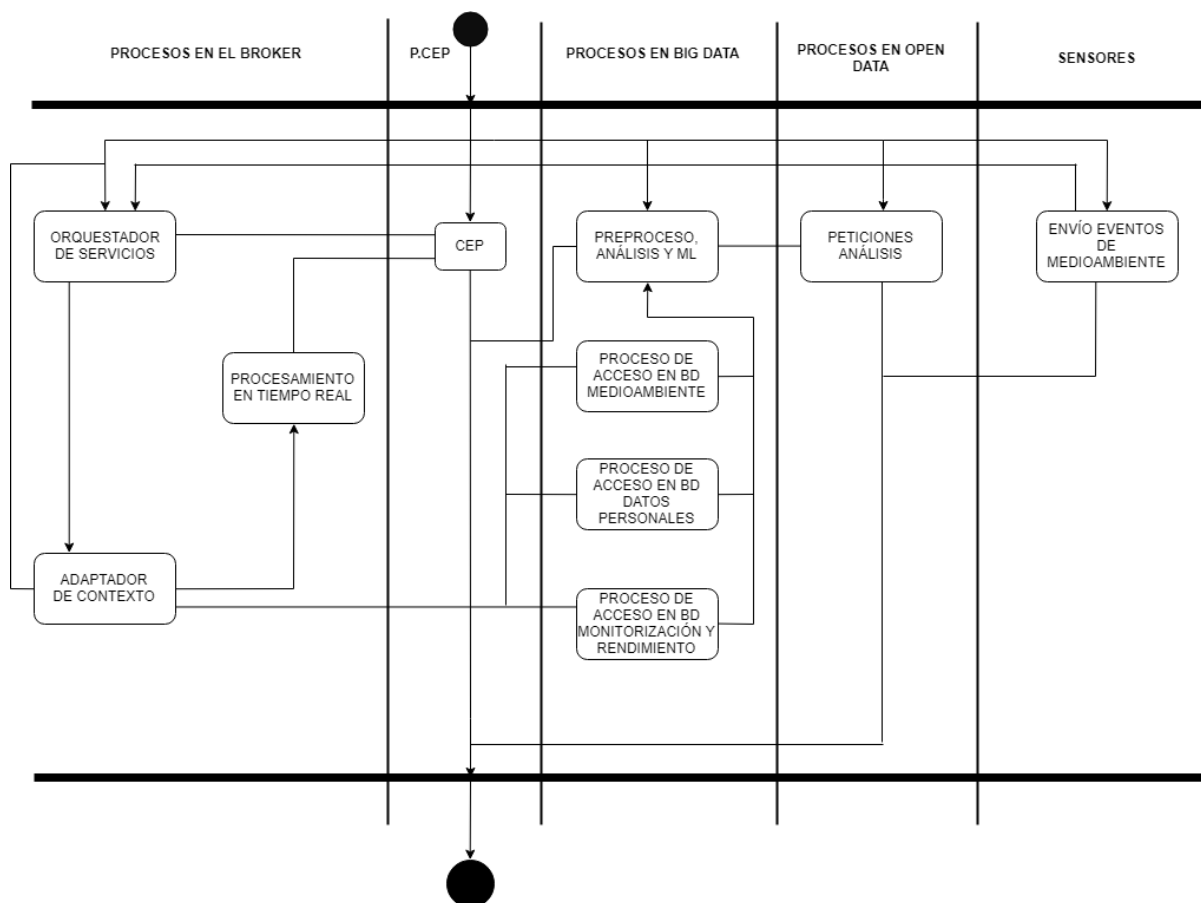


Figure 11: Vista de procesos 2

4.2.4 Catálogo

En el primer diagrama se pueden observar cinco columnas, las primeras cuatro se corresponden con los procesos de los clientes al servidor de aplicaciones. En el segundo diagrama se muestran los procesos del servidor de aplicaciones al resto del sistema, ya que este hace las veces de input de datos para la sincronización global con la base de datos Big Data.

A continuación se va a describir del desarrollo de los procesos de cada columna.

- **Cliente - Ambulancia IoT:**

- Esperar conexión: El cliente esperará la conexión al servidor para empezar a recibir mensajes.
- Recibir emergencia: El dispositivo IoT de la ambulancia dispone de un demonio activo de escucha de eventos de emergencia que vengan del servidor de aplicaciones.

- Generar actualización de ubicación: La ambulancia realiza peticiones de actualización en otro proceso para que se lleve la cuenta de su ubicación. Se usan eventos.

- **Cliente - Paciente crónico:**

- Genera actualización: Envía al servidor un evento de actualización de datos recogidos por el dispositivo IoT.
- Captura notificación: El cliente mantiene un demonio de captura de notificaciones de cualquier tipo, como fallo en la medición y reenvío de datos, u otro tipo de avisos.
- Proceso I/O: El dispositivo IOT procesa los datos que debe recoger del paciente con varios niveles de redundancia y los envía al proceso de generación de actualizaciones.

- **Cliente - Paciente general:**

- Petición consulta: Se envían al servidor de aplicaciones peticiones continuas que gestionará éste para cada tipo de servicio disponible.
- Captura avisos: El cliente mantiene activo un demonio de captura de notificaciones, esto incluye tanto notificaciones del doctor, como actualización de citas y otros avisos.
- Captura stream multimedia: Este cliente tiene un servicio de sincronización multimedia en tiempo real para las consultas personales con el doctor en tiempo real. No debe tener especial resolución sino más bien permitir comunicaciones con el médico que atienda dicha consulta.

- **Cliente - Médico especialista:**

- Petición seguimiento: Se envían al servidor de aplicaciones peticiones de forma continuada que éste gestionará para cada tipo de servicio. El doctor tiene acceso a diferentes consultas como son las de ver el historial del paciente o atender consultas.
- Petición notificación: El cliente del médico podrá enviar mediante este servicio notificaciones a sus pacientes de forma asíncrona.

- **Servidor Apps:**

- Servicio streaming multimedia: Corresponde con el servicio de sincronización multimedia en tiempo real para encauzar las llamadas de este tipo.
- Demonio captura de peticiones: Servicio de captura para la recepción de peticiones por parte de clientes para realizar actualizaciones, inserciones o descarga a la base de datos (para lo que se debe conectar previamente al broker, el evento de petición se propaga por la infraestructura). Además se encargará de identificar anomalías en los datos de dispositivos IoT de llegada de los pacientes para poder desencadenar alertas y emergencias.

- Demonio captura de notificaciones: El servidor de aplicaciones dispone de otro servicio para la recepción de peticiones por parte de clientes que relaciona notificaciones de forma asíncrona.
- Servicio de envío de comunicaciones: El servidor envía diferentes tipos de eventos de notificaciones a las aplicaciones cliente. Se realiza de forma asíncrona y es otro servicio diferente del de captura.
- Servicio de envío de emergencias: El servidor dispone de un demonio crítico que redirige las alertas de emergencia con prioridad máxima al broker.

En el segundo diagrama se pueden observar de nuevo cinco columnas, a continuación se van a describir los siguientes estados desplegados por cada columna.

- **Procesos Broker:**

- Orquestador de servicios: Lleva el control de todos los procesos implicados en realizar una tarea y coordina la dirección de destino de las diferentes operaciones para llevarlas a la máquina que corresponda. Se encapsulan las direcciones y se llevan al adaptador de contexto que ya redirige a cada base de datos. Si la comunicación es de vuelta al servidor de aplicaciones también se encarga de encauzarla. Etiqueta de prioridad los eventos de emergencia para procesarlos cuanto antes y encaminarlos al CEP.
- Adaptador de contexto: Filtra del orquestador de servicios aquellas direcciones que deben ir a bases de datos, así como las de emergencia que van a la máquina de CEP pasando por el procesamiento en tiempo real.
- Procesamiento en tiempo real: Es el que se encargará de tener un protocolo de comunicaciones especial con el CEP para procesar emergencias. Este proceso es crítico y tiene que estar activo 24h.

- **Procesos CEP:**

- Proceso CEP: Es el proceso principal del CEP, además de encargarse de las comunicaciones con el broker, es un proceso crítico que debe estar activo 24h ya que se encarga de calcular las direcciones de los eventos de emergencia de forma que todos los actores de una emergencia reciban cuanto antes la notificación. Con los paquetes de datos que lleguen calculará la geolocalización de las ambulancias así como el tiempo estimado de llegada a la emergencia.

- **Procesos Big Data:**

- Preproceso de Análisis de Datos y Machine Learning: Análisis de los datos de forma masiva en el servidor Big Data, extracción de características inteligentes de patrones de datos y

filtrado de datos para resultados no personales para dejarlos preparados para el servidor de Open Data y que cumpla las regulaciones judiciales al respecto de la privacidad.

- Proceso de Acceso a las distintas BBDD: Cada base de datos tiene un proceso que se encarga de gestionar a bajo nivel la inserción, actualización y descarga de datos. Tanto entra como salida.
- **Procesos Open Data:** En la máquina del servidor de Open Data deben estar levantados los procesos del servidor web para tanto mostrar los datos como el de actualización de dichos datos, por lo que debe estar actualizado con la base de datos Big Data. En concreto recibe de la máquina Big Data los datos procesados y no personales de las interacciones con el sistema para ofrecer a investigadores datos cruzados relativos a emergencias, enfermedades, tratamientos y contaminación, entre otros.
- **Procesos Sensores Madrid:** Este proceso corresponde a la máquina del ayuntamiento de Madrid que se encargará de subir los datos a nuestro servicio Big Data, se comunica con el Broker. Una alternativa a esta opción era incluir un web scrapper que fuese recogiendo de forma automática cada indicador de contaminante o usar una API para ello. De cualquier forma al estar conectado con el broker, el servicio se hace escalable o sustituible por una alternativa fácilmente.

4.2.5 Rationale

En la vista de procesos que hemos realizado, se ven reflejados casi todos los atributos de calidad del sistema considerados:

1. La disponibilidad tanto crítica como no crítica se ve reflejada en los procesos de capturas de emergencias y captura de peticiones sin prioridad.
2. Se presuponen todas las comunicaciones cifradas de forma que el atributo de calidad de seguridad está incluido en esta vista.
3. El rendimiento no es especialmente importante en el broker pero sí para las peticiones de emergencia, por ello se filtran y expanden por el sistema con prioridad máxima.
4. La escalabilidad queda reflejada también porque el desarrollo del sistema es modular y cada máquina contempla diferentes módulos que pueden crecer. Además en caso de ser el broker cuello de botella, siempre se podrán dedicar más recursos a esta parte y ganar en rendimiento.

4.3 Vista de desarrollo

4.3.1 Descripción

El punto de vista de la implementación se centra en la organización de los módulos de software reales en el entorno de desarrollo de software

El software está empaquetado en trozos pequeños (bibliotecas de programas o subsistemas) que pueden ser desarrollados por uno o más desarrolladores.

4.3.2 Notación

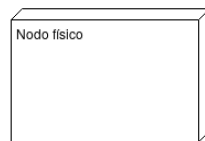


Figure 12: Componente

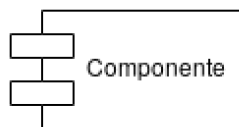


Figure 13: Nodo físico



Figure 14: Comunicación entre nodos

4.3.3 Vista

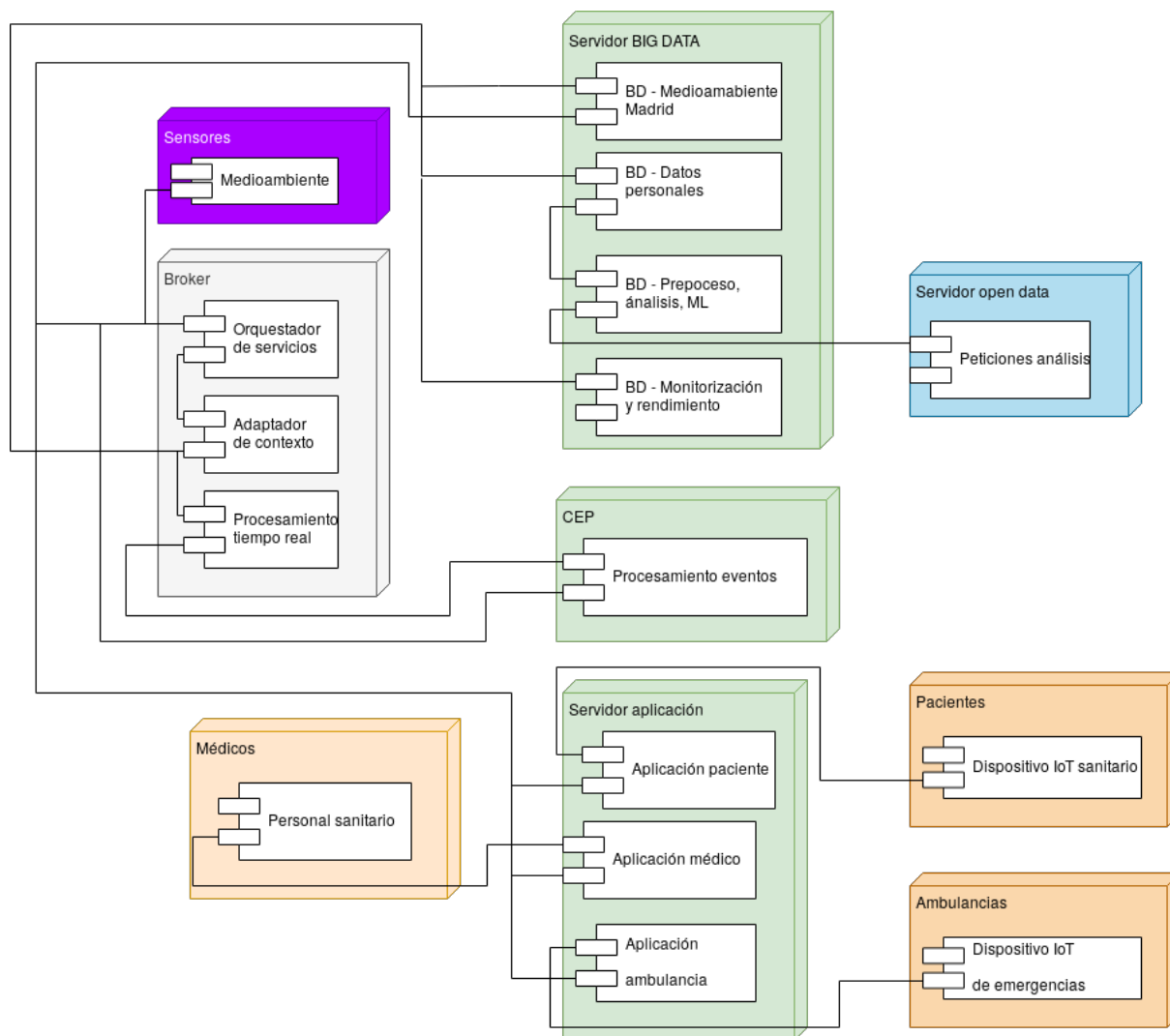


Figure 15: Vista implementación

4.3.4 Catálogo

En dicha vista reflejamos los nodos de Servidor BIG DATA, CEP, Servidor aplicación, Sensores, Broker, Médicos, Servidor open data y Pacientes.

- **Nodo Servidor BIG DATA:** Se guardan los diferentes datos y bases de datos con tecnología clustering y data warehouse. Se pretende que el mainframe sea capaz de procesar los datos sin necesidad de migrarlos a otros nodos de forma que otros servicios puedan acceder con menor carga de procesamiento a datos más específicos y no personales, como es el caso de la plataforma open-data. Se les aplicará algoritmos de machine learning para analizar los datos y evaluar el sistema.

- **Nodo CEP:** Los dispositivos IoT envían eventos al context Brooker, el cual procesa las comunicaciones del sistema. Allí los eventos catalogados como de emergencia se encauzarán con prioridad al nodo CEP. Éste procesará las diferencias y tratará las direcciones para las comunicaciones con las ambulancias. Se mantendrá operativo 24h al tratarse de un servicio de emergencia, por que se trata de procesamiento crítico basado en eventos. Supone una carga de peso menos para el brooker y permite que el sistema sea más seguro, íntegro, desacoplado y eficiente con las peticiones de datos.
- **Nodo Servidor aplicación:** Se encarga de mostrar el servicio oportuno para cada tipo de cliente. En primer lugar encauza las comunicaciones urgentes de ambulancia, muestra las vistas de médico especialista para el seguimiento de datos, y las de pacientes de cada tipo de forma que puedan recibir notificaciones y hacer peticiones a la base de datos principal.
- **Nodo Sensores:** El nodos sensores corresponde con los servidores medioambientales de Madrid donde accedemos para descargarnos los indicadores de contaminación. Corresponde con el grupo de prioridad 5.
- **Nodo Broker:** Posee la orquestación de las peticiones de datos al servidor de Big Data, gestiona la actualización de datos de las aplicaciones cliente, encamina las comunicaciones de emergencia al CEP. Orquesta datos IoT de los servidores de Madrid.
- **Nodo Médicos:** Nodo final del sistema donde se conectan los médicos. Corresponde con el grupo de prioridad 3.
- **Nodo Servidor Open Data:** Nodo final del sistema que corresponde a un servicio web Open Data basad en CKAN.
- **Nodo Pacientes:** Nodo final del sistema donde se conectan los pacientes, tanto los correspondientes al grupo de prioridad 1 como el grupo de prioridad 2.
- **Nodo Ambulancia:** Nodo final del sistema donde se conectan las ambulancias.

4.3.5 Rationale

Esta vista se ve afectada por diferentes atributos de calidad que hemos definido antes:

1. La disponibilidad en tiempo real en esta vista se ve representada en la implementación del CEP ya que con un patrón de eventos, tratará los eventos de emergencia con prioridad sobre las otras peticiones del sistema. Esto satisface a este atributo de calidad.
2. La disponibilidad general será limitada a una franja horaria de forma que al ser una arquitectura distribuida y de eventos, solo habrá que no tratar ciertas peticiones que no sean de emergencia dentro del rango horario, lo cual también es contemplado al haber desacoplado el procesamiento

de eventos de emergencia del broker principal que es donde se encuentra el cuello de botella del sistema.

3. Las comunicaciones del sistema están cifradas y solo el Broker sabe a donde dirigir los datos. Esto permite tratar con integridad y consistencia todos los datos personales que maneja el sistema.
4. El rendimiento no es especialmente importante en cuanto a peticiones de histórico de datos solo en las de emergencia y en el establecimiento de conexiones multimedia de cada usuario. Para lo cual se contemplan módulos de procesamiento en tiempo real dentro del paquete software del broker.
5. Escalabilidad: El sistema contempla la escalabilidad desde su centro de procesos principales que es el broker. Al pasar todas las comunicaciones por este medio, para incluir otras nuevas solo habría que permitir al broker otro tipo de peticiones e incluir una nueva aplicación cliente en el servidor de aplicaciones.

4.4 Vista de despliegue

4.4.1 Descripción

Un diagrama de implementación en Unified Modeling Language modela la implementación física de artefactos en nodos.

4.4.2 Notación



Figure 16: Base de datos

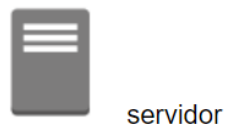


Figure 17: Servidor



Figure 18: Cliente



Figure 19: Internet



Figure 20: Servidor CEP

4.4.3 Vista

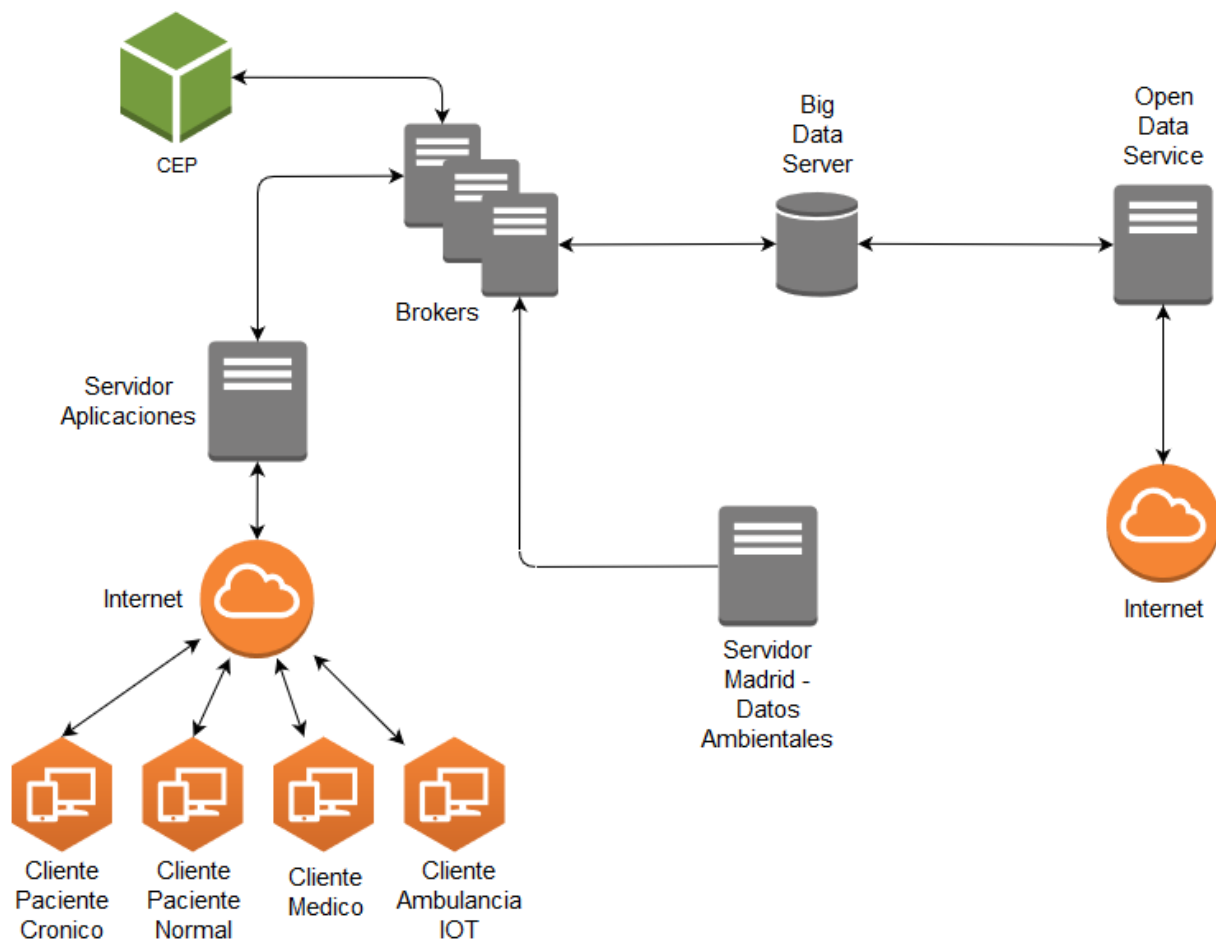


Figure 21: Vista de despliegue

4.4.4 Catálogo

- **Internet:** Representa la conexión de los dispositivos a internet. Cliente paciente crónico: Cliente que usa la aplicación con el sistema de alertas para enfermedades crónicas.
- **Cliente paciente normal:** Cliente que usa la aplicación para el uso normal de consultas con su médico.
- **Cliente médico:** Médicos o especialistas sanitarios que usan el sistema para pasar consultas, ver estadísticas...
- **Cliente ambulancia IOT:** Especialistas sanitarios en el área de ambulancias y alertas, para atender una alerta creado por el sistema para un paciente crónico.
- **CEP:** Este servidor es el encargado de atender los eventos para los pacientes críticos.
- **Brokers:** Encargado de comunicar las diferentes partes del sistema entre sí.- **Servidor Madrid - Datos ambientales:** Servidor externo a nuestro sistema pero con el que nos comunicamos para obtener datos (temperatura, humedad, niveles de polución, niveles de alergenios...) que usamos

en nuestro sistema.

- **Big Data server:** base de datos global que almacena la información de toda la aplicación.
- **Open data service:** servidor encargado de la analítica de los datos y estadísticas referente a la aplicación.
- **Servidor Aplicaciones:** Servidor encargado de otorgar servicio a los clientes así como de comunicar con el Broker las peticiones de todos los servicios a las bases de datos y las emergencias.

4.4.5 Rationale

Los distintos tipos de clientes se conectan al sistema usando distintos dispositivos (móvil, tablet, pc...) mediante internet al servidor de aplicaciones, este a su vez se conecta al servidor de brokers que se comunicara con el resto de componentes del sistema.

El CEP es un servidor que gestiona los eventos de los pacientes críticos para los avisos de las ambulancias en casos de emergencia.

El servidor de datos ambientales de la comunidad de madrid, nos da la información de las variables ambientales que usaremos en la aplicación como (temperatura, humedad, niveles de polución, niveles de alérgenos...)

Todo el sistema está conectado con el big data server, que gestiona la información que se guarda en la aplicación, menos los datos ambientales que están guardados en el servidor externo de la comunidad de madrid.

En el servidor Open data Service se gestiona al analítica de datos y estadísticas referentes a la aplicación que se publican en internet.

4.5 Escenarios

4.5.1 Descripción

Esta vista pretende describir las actividades o funcionalidades del sistema. Se utiliza para identificar y validar el diseño de la arquitectura y está formada por los Casos de Uso que describen el comportamiento del sistema como lo verían los usuarios finales, los analistas

4.5.2 Notación

Para realizar esta vista hemos utilizado los siguientes elementos de la notación UML:



Figure 22: Actor

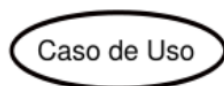


Figure 23: Caso de uso



Figure 24: Asociación de comunicación



Figure 25: Extensión



Figure 26: Límite del sistema

4.5.3 Vista

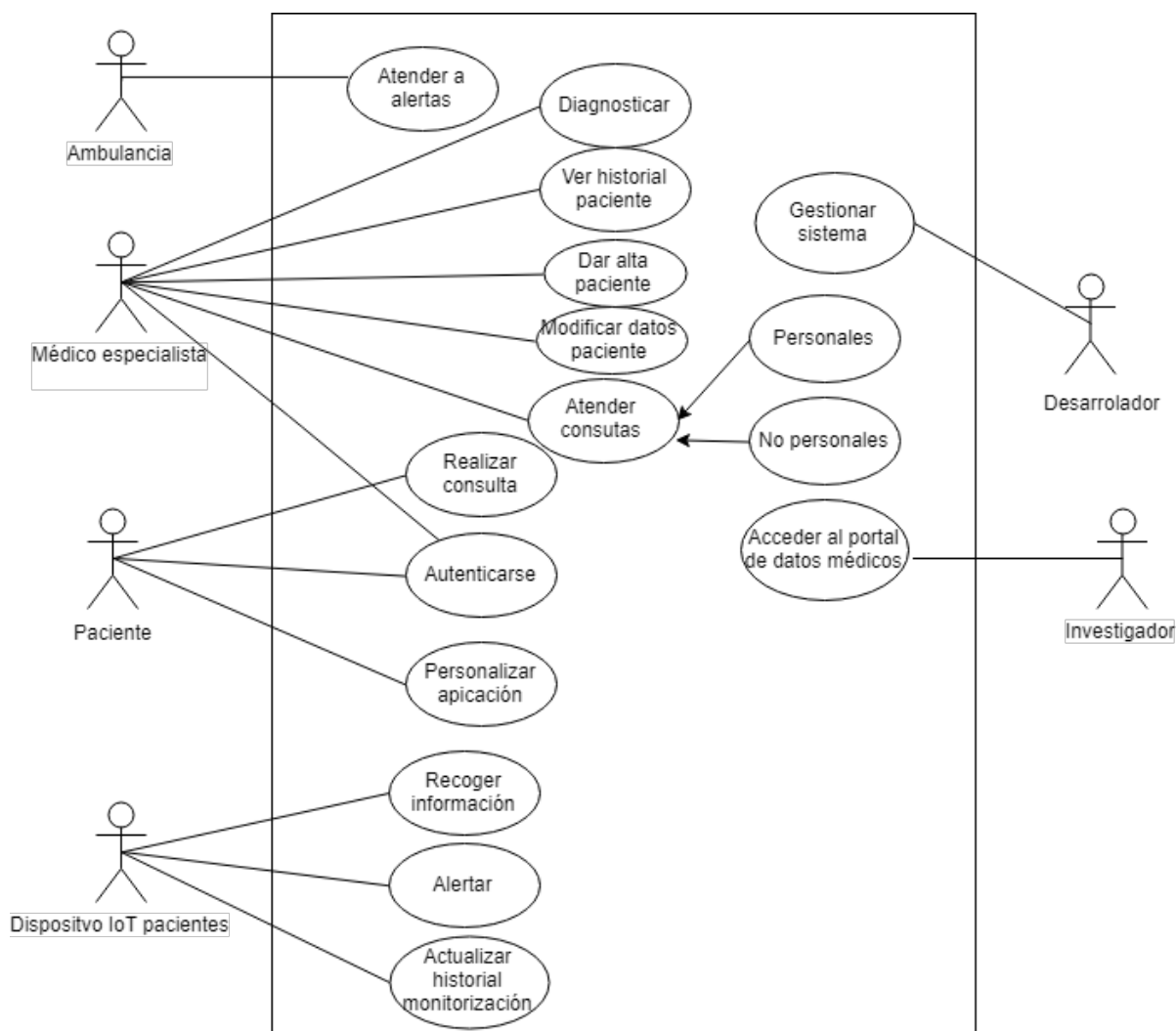


Figure 27: Vista de escenarios

4.5.4 Catálogo

En la vista aparecen 6 actores:

- **Ambulancia**

- **Atender alertas:** cuando se produce una alerta de un paciente, las ambulancias recibirán una notificación procedente del CEP para acudir a la ayuda lo más rápido posible.

- **Médico especialista**

- **Diagnosticar:** los médicos se encargan de entre otras cosas de realizar un diagnóstico a pacientes ya sea vía telemática o presencial. Ver historial paciente: los médicos podrán consultar el historial de cualquier paciente en cualquier momento.

- **Atender consultas:** los médicos atienden consultas, tanto personales como no personales, solicitadas por los pacientes. Dar de alta paciente: los médicos se encargan de dar de alta a nuevos pacientes de los que no se tiene registrado ningún dato.
- **Modificar paciente:** los médicos pueden modificar los datos de un determinado paciente.
- **Autenticarse:** para acceder al sistema y a toda la información relacionada a sus pacientes, los médicos necesitan introducir un usuario y una contraseña asociados a su cuenta.

- **Paciente**

En este actor se engloban tanto los pacientes crónicos como los que no lo son.

- **Realizar consulta:** los pacientes podrán realizar consultas para resolver cualquier duda relativa a síntomas, enfermedad...
- **Personalizar aplicación:** cada paciente podrá elegir la información relativa a las condiciones medioambientales que quiera visualizar en su aplicación. Autenticarse: para acceder al sistema y poder realizar cualquier tipo de operación, los pacientes necesitan introducir un usuario y una contraseña asociados a su cuenta .

- **Dispositivo IoT pacientes**

- **Recoger información:** los sensores se ocupan de recoger información relativa a la salud de los pacientes en tiempo real.
- **Alertar:** en caso de que los datos recogidos por los dispositivos estén fuera de un rango preestablecido, mandará una alerta que puede ser urgente o no en función de la anomalía de los valores de los datos.
- **Actualizar historial monitorización:** una vez recogida la información de los pacientes, los dispositivos actualizarán el historial de monitorización enviando los datos a la base de datos que se utiliza para ello.

- **Desarrollador**

- **Gestionar sistema:** los desarrolladores se encargan de realizar todas las gestiones pertinentes del sistema, incluyendo entre ellas operaciones de mantenibilidad, escalabilidad del sistema...

- **Investigador**

- **Acceder al portal de datos médicos:** los investigadores accederán al servidor open data dónde se encontrarán los datos de los pacientes tratados para su estudio.

4.5.5 Rationale

- **Usabilidad:** en esta vista reflejamos cada una de las acciones que pueden realizar los actores en el sistema, de forma que se puede apreciar claramente el impacto de este QA en la vista.
- **Seguridad:** este QA impacta de una forma muy importante en la vista. En primer lugar, reflejamos que los médicos son los únicos que pueden realizar el alta y modificación de nuevos pacientes o pacientes ya existentes. En segundo lugar se ve reflejado que para que los médicos puedan acceder a datos de pacientes, realizar consultas..., los médicos necesitan aportar las credenciales oportunas. En tercer y último lugar, reflejamos que para que los pacientes puedan realizar las gestiones oportunas, es necesario su autenticación.

5. Trazabilidad

5.1 Entrevistas

Para cada par de vistas, se detalla en una tabla la correspondencia entre elementos en las vistas.

5.1.1 Lógica / Procesos

LÓGICA/PROCESOS	CLIENTE-AMBULANCIA IOT	CLIENTE-PACIENTE CRÓNICO	CLIENTE-PACIENTE GENERAL	CLIENTE-MÉDICO ESPECIALISTA	SERVIDOR APPS	PROCESOS BROKER	PROCESOS CEP	PROCESOS BIG DATA	PROCESOS OPEN DATA	PROCESOS SENSORES MADRID
USUARIO		X	X	X	X	X		X		
MÉDICO				X	X	X		X		
PACIENTE		X	X		X	X		X		
PACIENTE CRÓNICO	X	X			X	X		X		
HISTORIAL		X	X	X	X	X		X	X	
CENTRO SANITARIO	X	X	X	X	X	X		X		
CONSULTA		X	X	X	X	X		X		
PERSONAL		X	X	X	X	X		X		
NO PERSONAL		X	X	X	X	X		X		
SENSOR IOT		X			X	X	X	X		
HISTORIAL MONITORIZACION		X		X	X	X		X	X	
ALERTA		X	X	X	X	X		X		X
ALERTA URGENTE	X				X	X	X	X		
AMBULANCIA	X				X	X	X	X		

Figure 28: Lógica / Procesos

5.1.2 Lógica / Desarrollo

Lógica/Desarrollo	Servidor BIG DATA	CEP	Servidor Aplicación	Sensores	Broker	Médicos	Servidor Open Data	Pacientes
Usuario	X		X		X	X		X
Médico	X		X		X	X		X
Paciente	X		X		X	X		X
Paciente crónico	X	X	X		X	X		X
Historial	X		X		X	X	X	X
Centro sanitario	X	X	X		X	X		X
Consulta	X		X		X	X		X
Personal	X		X		X	X		X
No personal	X		X		X	X		X
Sensor IoT	X		X	X	X	X		X
Historial Monitorización	X		X		X	X	X	X
Alerta	X		X		X	X		
Alerta Urgente	X	X	X		X	X		X
Ambulancia	X		X		X			

Figure 29: Logica / Desarrollo

5.1.3 Lógica / Despliegue

LÓGICA/DESPLIEGUE	INTERNET	CLIENTE PACIENTE CRÓNICO	CLIENTE PACIENTE NORMAL	CLIENTE MÉDICO	CLIENTE AMBULANCIA IOT	CEP	BROKERS	SERVIDOR MADRID	BIG DATA SERVER	OPEN DATA SERVER	SERVIDOR APLICACIONES
USUARIO	X	X	X	X		X	X	X	X		X
MEDICO	X			X			X		X		X
PACIENTE	X	X	X	X			X	X	X		X
PACIENTE_CRONICO	X	X		X		X	X	X	X		X
HISTORIAL		X	X	X			X	X	X	X	X
CENTRO_SANITARIO	X	X	X	X		X	X		X		X
CONSULTA	X	X	X	X			X		X		X
PERSONAL	X	X	X	X			X		X		X
NO_PERSONAL	X	X	X	X			X		X		X
SENSOR_IOT	X	X				X	X		X		X
HISTORIAL_MONITORIZACION		X					X		X	X	X
ALERTA							X		X		X
ALERTA_URGENTE					X	X	X		X		X
AMBULANCIA	X				X	X	X		X		X

Figure 30: Lógica / Despliegue

5.1.4 Lógica / Escenarios

LÓGICA/ESCENARIOS	AMBULANCIA	MEDICO ESPECIALISTA	PACIENTE	DISPOSITIVO IOT PACIENTES	DESARROLLADOR	INVESTIGADOR
USUARIO		X	X			
MEDICO		X				
PACIENTE		X	X			
PACIENTE_CRONICO		X	X	X		
HISTORIAL		X				
CENTRO_SANITARIO	X					
CONSULTA		X	X			
PERSONAL		X	X			
NO_PERSONAL		X	X			
SENSOR_IOT				X		
HISTORIAL_MONITORIZACION		X		X		
ALERTA						
ALERTA_URGENTE	X					
AMBULANCIA	X					

Figure 31: Lógica / Escenarios

5.1.5 Desarrollo / Procesos

Desarrollos/Procesos	CLIENTE-AMBULANCIA IOT	CLIENTE-PACIENTE CRÓNICO	CLIENTE-PACIENTE GENERAL	CLIENTE-MEDICO ESPECIALISTA	SERVIDOR APPS	BROKER	CEP	BIG DATA	OPEN DATA	SENSORES
SERVIDOR BIG DATA	X	X	X	X	X	X		X	X	X
CEP	X	X			X	X		X		
SERVIDOR APLICACION	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SENSORES						X		X	X	X
BROKER	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MEDICOS		X	X	X	X	X		X	X	
SERVIDOR OPEN DATA								X	X	X
PACIENTES	X	X	X	X	X	X		X	X	X
AMBULANCIA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figure 32: Desarrollo / Procesos

5.1.6 Desarrollo / Despliegue

DESARROLLO/DESPLIEGUE	INTERNET	CLIENTE PACIENTE CRÓNICO	CLIENTE PACIENTE NORMAL	CLIENTE MÉDICO	CLIENTE AMBULANCIA IOT	CEP	BROKERS	SERVIDOR MADRID	BIG DATA SERVER	OPEN DATA SERVER	SERVIDOR APLICACIONES
SERVIDOR BIG DATA	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
CEP		X			X	X	X		X		X
SERVIDOR APLICACIÓN	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
SENSORES	X	X				X	X	X			
BROKER		X	X	X	X		X	X	X		
MÉDICOS	X			X		X	X		X		X
SERVIDOR OPEN DATA	X						X		X	X	
PACIENTES	X	X	X			X	X	X	X		X
AMBULANCIA	X				X	X	X		X		X

Figure 33: Desarrollo / Despliegue

5.1.7 Desarrollo / Escenarios

DESARROLLO/ESCENARIOS	AMBULANCIA	MEDICO ESPECIALISTA	PACIENTE	DISPOSITIVO IOT PACIENTES	DESARROLLADOR	INVESTIGADOR
SERVIDOR BIG DATA	X	X	X	X	X	
CEP				X	X	
SERVIDOR APLICACIÓN		X	X	X	X	
SENSORES			X		X	
BROKER	X	X	X	X	X	
MÉDICOS		X		X	X	
SERVIDOR OPEN DATA					X	X
PACIENTES		X	X	X	X	
AMBULANCIA	X			X	X	

Figure 34: Desarrollo / Escenarios

5.1.8 Procesos / Despliegue

Despliegue/Procesos	CLIENTE AMBULANCIA IOT	CLIENTE PACIENTE CRÓNICO	CLIENTE PACIENTE GENERAL	CLIENTE MÉDICO ESPECIALISTA	SERVIDOR APPS	PROCESOS BROKER	PROCESOS CEP	PROCESOS BIG DATA	PROCESOS OPEN DATA	PROCESOS SENSORES MADRID
INTERNET	X	X	X	X	X	X		X	X	X
CLIENTE PACIENTE CRÓNICO		X		X		X		X		
CLIENTE PACIENTE NORMAL			X			X		X		
CLIENTE MÉDICO				X		X		X		
CLIENTE AMBULANCIA IOT	X				X	X		X		
APP	X	X			X	X		X		
BROKERS	X	X	X	X	X	X		X		X
SERVIDOR MADRID										
BIG DATA SERVER	X	X	X	X				X		
OPEN DATA SERVER	X	X	X	X				X	X	
SERVIDOR APLICACIONES	X		X	X	X	X				

Figure 35: Despliegue / Procesos

5.1.9 Procesos / Escenarios

Escenario/Procesos	CLIENTE AMBULANCIA IOT	CLIENTE PACIENTE CRÓNICO	CLIENTE PACIENTE GENERAL	CLIENTE MÉDICO ESPECIALISTA	SERVIDOR APPS	PROCESOS BROKER	PROCESOS CEP	PROCESOS BIG DATA	PROCESOS OPEN DATA	PROCESOS SENSORES MADRID
AMBULANCIA	X				X	X	X	X	X	
MÉDICO ESPECIALISTA		X		X	X	X		X	X	
PACIENTE		X	X	X	X	X		X	X	
DISPOSITIVO IOT PACIENTES		X		X	X	X	X	X	X	
DESARROLLADOR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
INVESTIGADOR								X	X	

Figure 36: Procesos / Escenarios

5.1.10 Despliegue / Escenarios

DESPLIEGUE/ESCENARIOS	AMBULANCIA	MEDICO ESPECIALISTA	PACIENTE	DISPOSITIVO IOT PACIENTES	DESARROLLADOR	INVESTIGADOR
INTERNET	X	X	X	X		
CLIENTE PACIENTE CRÓNICO				X		
CLIENTE PACIENTE NORMAL			X			
CLIENTE MÉDICO		X				
CLIENTE AMBULANCIA IOT	X					
CEP	X			X		
BROKERS		X	X	X		
SERVIDOR MADRID			X			
BIG DATA SERVER	X	X	X	X	X	
OPEN DATA SERVER				X	X	X
SERVIDOR APLICACIONES	X	X	X	X	X	

Figure 37: Despliegue / Escenario

5.2 Entre Business Goals y vistas

Business goal	Vista lógica	Vista de procesos	Vista de desarrollo	Vista de despliegue	Vista de escenarios
BG1	X	X			X
BG1.1	X	X			X
BG1.2	X	X			X
BG2	X	X	X		X
BG2.1	X	X	X		
BG2.2	X	X	X		
BG3	X	X			X
BG4		X	X	X	
BG5		X	X	X	X
BG6		X	X	X	

5.3 Entre atributos de calidad y vistas

Atributos de calidad	Vista lógica	Vista de procesos	Vista de desarrollo	Vista de despliegue	Vista de escenarios
Disponibilidad	X		X	X	
Usabilidad	X				X
Seguridad		X	X	X	X

Atributos de calidad	Vista lógica	Vista de procesos	Vista de desarrollo	Vista de despliegue	Vista de escenarios
Interoperabilidad				x	
Rendimiento	x	x	x	x	
Escalabilidad		x	x		
Portabilidad				x	
Mantenibilidad		x	x	x	
Modificabilidad		x	x		

6. Conclusiones

6.1 Relativas a la arquitectura

6.2 Personales