

## A.1 DESCRIPCIÓN GLOBAL: PLATAFORMA DIGITAL COMPLETA, DE EXPERIENCIA CONTRASTADA, ABIERTA Y COLABORATIVA

### A.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLATAFORMA

La PDPH (Plataforma de Digitalización del Puerto de Huelva) ofrece una óptima integración de los componentes que conforman las dos categorías de servicios identificadas en la gestión portuaria como lo son, en primer lugar; los servicios de infraestructura, siendo la infraestructura física aquella que, mediante una capa de gestión se convierte en servicios necesarios para que la faena portuaria se desarrolle en condiciones óptimas y seguras. Inicialmente se considera como infraestructura a gestionar el alumbrado compuesto por faros, sensores y actuadores, el aparcamiento compuesto por paneles señalizados, los residuos compuesto por sensores de nivel, GPS y cámaras de video vigilancia, y por último el medio ambiente conformado por sensores y sistemas externos. En segundo lugar se encuentran los servicios portuarios que son los responsables de la gestión relacionada a las actividades propias para la explotación del puerto, los elementos que consideran la PDPH como aquellos que hacen posible esta gestión son la escala, mercancía, dominio público, servicios portuarios, vehículos, i-rail, pesca, deportiva, planificación portuaria. Todos ellos interactúan con sistemas externos para poder realizar las operaciones asociadas a la gestión portuaria.

Al estar la plataforma diseñada e implementada en el marco de la normativa **UNE 178104:2017** de plataformas inteligentes posee características técnicas que hacen que sea robusta y eficiente. Las características principales son las siguientes:

- Escalabilidad horizontal y vertical en hardware y software.
- Multiservicio en la gestión de todos los componentes y la explotación de los mismos.
- Interoperabilidad y compatibilidad, lo que permite la integración de diferentes tipos de proveedores de dispositivos y de tecnologías de software.
- Flexibilidad, resiliencia y alta disponibilidad.
- Código abierto y colaborativo.
- Seguridad integral en todas las capas.
- Modularizable lo que facilita su gestión, operatividad y sostenibilidad.

La integración sinérgica de todas las capacidades provistas por la plataforma, que está completamente alineada con las normas **UNE 178104:2017** de Ciudades Inteligentes definida por AENOR, basadas en estándares abiertos, no propietarios y estandarizadas por organismos y consorcios internacionales:

- Adquisición de información: reutilización de los **conectores** ya existentes en la plataforma para habilitar la ingesta de información de cualquier tipo de dispositivo o sistema de manera sencilla y fiable, tanto en tiempo real, como en modo secundario.
- Análítica de información: la plataforma provee de mecanismos de **analítica** de información, tanto en tiempo real, como en modo histórico. También dispone de mecanismos de construcción de algoritmos de analítica avanzada (ej. Aprendizaje automático), en la que cualquier componente vertical se puede apoyar para aprovecharse de capacidades avanzadas de manera sencilla.
- Almacenamiento de información: la información intercambiada por los componentes entre sí a través de la plataforma queda persistida en un **repositorio único** de información aun constituido por diferentes

almacenes, capaz de aunar toda la información relevante sobre prestaciones Big Data. Esto habilita que la analítica anteriormente explicada sea capaz de usar las tablas multidimensionales al completo para la extracción de valor, sin requerir procesos costosos (tanto en tiempo, con su respectivo desfase, como en esfuerzo) de transferencia de datos de un vertical a otro.

- Exposición de información: la información consolidada en la plataforma es publicada de manera fiable y segura a verticales a los que se les haya dado permiso de acceso. Los componentes verticales serán así capaces de consultar la información de otros verticales de la misma manera que si los datos fueran suyos propios. Este flujo transparente de información entre verticales es clave para cruzar variables, incluso en tiempo real, con la de los demás verticales (*data-crossing*) a través del **paradigma de producción y consumo** de datos.
- Soporte de información: la plataforma PDPH incluye una serie de mecanismos para facilitar el **desarrollo, extensión y mantenimiento de elementos** construidos sobre la plataforma (vg. APIs), además de mecanismos robustos de control de permisos, control de accesos, auditoría, trazabilidad, etc. que aseguran hacer seguimiento exhaustivo del uso de la información, que es uno de los activos más relevantes de un puerto.

## A.1.2 DESCRIPCIÓN TECNOLÓGICA. ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN

### A.2.1.1 Descomposición funcional y Diagrama en bloques

Se ha preferido emplear un diagrama de flujo de datos de la plataforma para la representación de su descomposición funcional (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), así como los enlaces más importantes entre estos, sobre los que se constituyen los flujos de información para un determinado proceso. El diagrama en bloques se expresa con el objeto de mantener alineamiento con la descomposición en capas de la plataforma, según UNE 178104 y la extrapolación del “Modelo Conceptual de la Plataforma Digital” que propone el pliego en el apartado “3.2.2.1 Diseño conceptual”, mediante un código de colores se representan las unidades funcionales de las capas de **Captación**, **Adquisición**, **Conocimiento**, **Interoperabilidad** y **Soporte**.

Describimos brevemente esta descomposición funcional, capa por capa:

La capa de **Captación** es externa a la plataforma, y la conforman: (1) Los IoT / dispositivos (Boyas, Contador de energía eléctrica, Faros, Estación meteorológica, Cámaras, Contenedores, Contador de agua, Paneles informativos, Video Wall y Riego); para estos, de manera general, en el sentido norte-sur, circulan las solicitudes de monitorización de estado y los comandos de control (vg. apagado, restauración, reconfiguración); en sentido sur-norte, alarmas, eventos y captación de las variables inherentes a los dispositivos; (2) La integración de sistemas externos (AIS, CRM APH, INTEGRA2, PRIMAS4, GMAO, SIGM, SASEMAR SIGO, LSW, EDIFACT, Rain Bird, Redes sociales, GeoTab, Master Asp, y VTrack) para estos se garantiza la comunicación bidireccional permitiendo el flujo de datos operativos entre los distintos elementos que la componen con autenticación, gestión de micro servicios y de comandos. (2) Las fuentes exógenas (BBDD de RRHH APH, lloyds y AEMET) haciendo el volcado periódico y configurable de los datos proporcionados por estas fuentes

El objetivo de la capa de **Adquisición** es suministrar la información a la capa de conocimiento con independencia de lo definido en la capa de captación, dando una vista semántica uniforme de los datos adquiridos, y desacoplada de los protocolos de adquisición. El núcleo de la capa es el Adaptador que gestiona la recolección de datos, así como el envío norte-sur que capas superiores de la PDPH ordenen hacia los dispositivos

y la interacción con los sistemas externos, haciendo uso de un Conector (que son diversos según el mecanismo / protocolo de interacción con la capa de captación y flexibles para construir conexiones a nuevos tipos de fuentes), y de un proceso de adecuación Semántica (de los principales protocolos utilizados en Ciudades inteligentes - M2M, HTTP REST, XMPP, MQTT, MQTT-S, CoAP, WebSockets, Streaming - a protocolo NGSI, así como a la ontología previamente definida para puertos).

La capa de **Conocimiento** aglutina las funciones de acceso, almacenamiento y tratamiento (gradual y diverso) de los datos provenientes de la capa de adquisición, con independencia de los dispositivos, sistemas externos y fuentes exógenas, con semántica uniforme y desacoplada de los protocolos de adquisición, así como de los mecanismos y estructura de persistencia de la información (histórica, en tiempo real y georreferenciada), redundancia de datos y estructura Big Data; estructura empleada para prestaciones de baja latencia de acceso, distribución y escalabilidad en el almacenamiento de grandes cantidades de datos. Todo ello se descompone en más de 10 unidades funcionales, entre las que destacamos las siguientes:

- El **Context Broker** es un administrador de información de contexto que a parte de desacoplar, estandariza los protocolos. Con relación al desacoplamiento, proporciona el paradigma publicación/suscripción a través de tópicos, lo cual es una forma eficaz para mejorar la escalabilidad, reduciendo la complejidad de manejar un aumento de conexiones entre consumidores y productores de datos; y esto es porque un productor (vg. el adaptador que interactúa con los dispositivos) publicará datos (vg. una actualización de medición de humedad) sin saber qué, dónde y cuándo los consumidores (vg. Sistemas de riego) consumirán los datos publicados – por lo tanto, no necesitan estar conectados a ellos. Con relación a la homogeneización de protocolos, esta unidad implementa los interfaces NGSI-9 y NGSI-10 de la *Open Mobile Alliance*; esto es, adecúa los datos a una estructura genérica entendida por las unidades de procesamiento, análisis, extracción y representación de las capas superiores. Este componente es indispensable para la escalabilidad de la capa de adquisición, en cuanto a la integración de nuevas fuentes de datos, elementos de infraestructura IoT y procesos relacionados con la recolección y homogeneización de los datos (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).
- El conjunto de unidades funcionales relacionadas con el almacenamiento, la persistencia de datos y la adecuación Big Data, lo conforman principalmente el **Historificador** que se encarga de almacenar la información generada en los diferentes orígenes con característica de permanencia indefinida y alta disponibilidad en un ambiente Big Data (además de ser el puente único para el movimiento de datos entre las distintas capas), y los diferentes almacenes de datos adecuados para cada momento del ciclo de vida de la información: de tiempo real (BBDD Tiempo Real), optimizado para un acceso ágil y en tiempo real a la información, y de datos históricos (BBDD Históricos, o Data Lake). Además, dispone de repositorios para almacenar datos georreferenciados (BBDD GIS) y objetos estructurados, semi o des-estructurados para procesos de transformación o carga (**Almacenamiento**); por otra parte se definen dos bases de datos fundamentales para el soporte de la plataforma que son la BBDD Directorio indispensable para el manejo de la gestión de identidad y la BBDD de repositorio. Estos almacenes conforman la Base de Datos de la plataforma PDPH constituyendo la información necesaria para todos los procesos. BBDD Tiempo Real almacena la información recibida en tiempo real a través de la suscripción (del historificador) a determinados tópicos en el Context Broker (vg. data streaming desde vTrack, GeoTab, Redes sociales, etc.); esta información, a su vez, la pone a disposición del procesamiento de datos en tiempo real (vía historificador),

realizados por la unidad de tratamiento en tiempo real (TR) y el motor de reglas complejo (CEP). Estas dos unidades funcionales TR y CEP también orquestan la información necesaria para que el Motor de procesos de negocios (BPM) y/o el Motor de automatización de procesos puedan tener como ingesta los datos provenientes de campo. Es importante indicar que existe un proceso de migración automática de la información de BBDD Tiempo Real a BBDD Históricas, que depende del parámetro de ventana de tiempo a partir de la cual la información se considera histórica. BBDD Históricas es el repositorio de la información histórica que se pone, a través del historificador, primero, y del motor de reglas complejo, segundo, a disposición de las diferentes unidades de procesamiento de datos. En resumen, es el Data Lake de la plataforma, que almacena información heterogénea para procesamientos retrospectivos, machine learning y análisis prospectivos.

- La unidad de Almacenamiento desempeña las funciones de *Staging*, es decir, de repositorio para almacenar información estructurada, semiestructurada o desestructurada (heterogénea, en general), de manera temporal, para su uso en procesos de transformación o carga de datos, o para soporte de procesos analíticos complejos que requieran persistencia temporal. Este repositorio proporciona la flexibilidad y escalado horizontales necesarios. El procesamiento de datos se realiza a varios niveles: mediante **(1)** la aplicación de reglas sencillas sobre eventos en tiempo real – unidad funcional TR –; **(2)** una gestión de reglas complejas de eventos – unidad funcional CEP –; **(3)** un motor de Tratamiento Analítico a alta escala; **(4)** módulos de Inteligencia Artificial – AI / Machine Learning –; **(5)** el Tratamiento GIS; **(6)** el Tratamiento en modo Batch; **(7)** un motor de procesos de negocio; **(9)** el Motor de open data; **(10)** Motor de gestión de contenido; **(11)** Motor de automatización de procesos y finalmente, **(12)** los procesadores de Semántica:
  - El gestor de reglas básicas en tiempo real, o **TR**, permite generar una respuesta inmediata ante la detección de ciertos patrones en el proceso de ingesta de datos en tiempo real, basadas en reglas simples sobre los datos recibidos de la capa de adquisición (notificados desde el Context Broker). Identifica, analiza y reacciona de forma inmediata a patrones de eventos, y genera eventos derivados e invoca a procesos con mínima latencia.
  - El gestor de reglas complejas, o **CEP**, captura eventos de múltiples fuentes de eventos y de diversos formatos de datos; procesa (mediante técnicas de tratamiento masivo) estos flujos de eventos en tiempo real, los agrupa, filtra, correlaciona, y opera sobre ellos (vg. detectando valores fuera de rango y patrones de datos conocidos), para finalmente cursar eventos de interés o alertas y llamadas a servicios. Reúne, por tanto, funciones de análisis y acción. De manera general, CEP recibirá los datos en bruto a través de suscripciones a determinados tópicos provistos por el Context Broker, y aplica reglas para decidir sobre eventos y llamadas a servicios; a su vez, intermedia entre unidades funcionales de procesamiento, almacenamiento y con las capas superiores, con el tratamiento de eventos, como si de una gestión de procesos independientes pero disparados por eventos se tratase.
  - El foco principal del motor de **Tratamiento Analítico** es la ejecución de algoritmos de análisis y modelado del conjunto de datos en el contexto de Big Data.
  - **AI / Machine Learning** amplía las capacidades de procesamiento de datos con analítica avanzada mediante algoritmos de Inteligencia Artificial y aprendizaje automático. Estos algoritmos serán capaces de

extraer información relevante de los datos, de tal modo que faciliten la realización de predicciones fiables y la toma de decisiones

- El **Tratamiento GIS** gestiona el almacenamiento y la consulta de datos geoespaciales; esto es para que los datos cartográficos residan en la propia plataforma y no sea necesario el acceso a servidores externos.
- El tratamiento en modo **Batch** se refiere a las operativas ETLs / ELTs, consistes en mover los datos a gran escala de una fuente a un destino, efectuando las transformaciones necesarias en el proceso. Funcionalmente, el proceso de extracción soportará información estructurada, semiestructurada y desestructurada con diferentes mecanismos de extracción de fuentes (vg. total/incremental) y orígenes de datos (vg. archivos Excel, servicios Web, etc.). En cuanto al proceso de transformación, las tareas van desde la evaluación de expresiones y acciones sobre campos, hasta, y especialmente, la adecuación en la ontología correspondiente. Finalmente, la carga se hace contra los almacenes a través, primero, del CEP, y, segundo, del historificador.
- El **Motor de procesos de negocio (BPM)** permite mediante métodos definidos modelar, ejecutar, supervisar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales que con el posterior análisis ofrece la posibilidad de corrección y optimización de procesos
- El **Motor open data (OD)** se encarga del proceso de validación de la calidad del dato, sanitación, conversión a datos de exportación y disposición de servicios para su reutilización. Siendo el historificador + el almacenamiento los encargados de proveer los datos que serán expuestos según las acciones que el CEP proponga el motor open data pondrá a disposición de la capa de interoperabilidad los datos que negociará por medio de micro servicios
- El **Motor de gestión de contenido (GENCON)** se encarga de estructuración, almacenaje, identificación y gestión de publicación de los diferentes tipos de contenidos, interactúa directa y principalmente con el historificador y el almacenamiento por órdenes concretas del CEP y proporciona e interactúa con la capa de interoperabilidad negociando micro servicios administrados por la gestión de usuarios
- El **Motor de automatización robótica de procesos (RPA)** se encargará de ejecutar tareas repetitivas, que no son susceptibles a cambios y donde no es necesario tomar decisiones complejas. Estas serán definidas por el gestor de usuario integrando los procesos de back y front office de transferencia, carga generación y representación de archivos y reportes. Así como con los motores antes mencionados, el almacenamiento y el historificador, que se encargan de proveer o almacenar información según las órdenes concretas del CEP negociadas con el RPA
- También residen en esta capa unidades de procesamiento de **Semántica**: uno en el sentido sur-norte, de cara a la normalización a la semántica propuesta para Ciudades Inteligentes, Destinos turísticos inteligentes, objetos internos de ciudad (como Edificios Inteligentes), etc., pero especialmente la definida en la norma UNE 178503; y otro en el sentido norte-sur para la normalización de la información de cara a la interoperabilidad entre unidades funcionales.
- Por último, es reseñable la unidad de **Dispatcher** de eventos, que gestiona el envío de alarmas fuera y dentro de la plataforma. Esta unidad, haciendo uso de pasarelas a sistemas de notificación externos, permitirá el envío de alertas o avisos en respuesta a eventos y reglas predefinidas gestionadas por Los diferentes motores, el CEP y TR.

La capa de **Interoperabilidad** permite la construcción y consumo seguro de servicios que emplean los datos procesados por la capa de conocimiento. Expone la funcionalidad de la plataforma a través de interfaces estándares y abiertos basados en tecnologías de servicios Web, en arquitectura API REST, y soportando los modos de acceso Push y Pull. Es por ello por lo que la unidad funcional más importante es el gestor de APIs – **API Manager** –, que proporciona, controla y asegura el acceso a las APIs, tanto de la plataforma como de sistemas externos, articulando (e intermediando en) flujos de información en el consumo de grupos de micro servicios.

Esta unidad funcional representa la esencia de la integración como necesidad imperativa; esto es porque muchas de las unidades funcionales se exponen mediante APIs que deben ser consolidados a través de un elemento de mediación con capacidades de seguridad (autenticación y autorización, y aplicación de políticas de consumo para protección del API), gestión de transacciones/tráficos (limitación de tasas y balanceo de cargas), orquestación (transformación de modelos de datos y protocolos), monitorización (alertas y registros de auditoría), y, también, soporte al desarrollo de nuevos APIs y tipos de transacciones. Esta unidad y el Context Broker constituyen la arquitectura de acoplamiento débil de la plataforma (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Cada motor análogamente expone sus servicios en la **Colección de APIs**, siendo el mecanismo de reglas + el gestor de APIs los que administran dicha colección a los servicios inteligentes

Dentro del catálogo inicial de micro servicios están: OD, GECON, RPA, BPM, AI / ML, BI, GIS, Semántica y analítica de vídeo (a. VIDEO) este último se basará en la publicación de los datos proporcionados por vTrack

Finalmente, la capa de **Soporte** proporciona apoyo a la administración y operación de la plataforma con las siguientes unidades:

- **Seguridad, Gestión de Identidades y Accesos**, protegiendo a la plataforma de accesos no autorizados, mediante control de acceso basado en roles (definidos en el apartado de roles / usuarios), y la aplicación de políticas de consumo de servicios e interacciones de componentes. Esta unidad, además de ofrecer las funcionalidades habituales de alta, baja, modificación y consulta de usuarios y la gestión de sus permisos en el acceso a información de la plataforma, posibilita su conexión con orígenes de usuarios (por ejemplo, LDAP), para ponerlos a disposición de los servicios de autenticación de usuarios.
- **Helpdesk** gestionará los mecanismos de incidencias los cuales serán representados en la capa de servicios como “soporte y mantenimiento de la plataforma”
- **Monitor**, que permiten controlar los niveles de ejecución y servicio de los distintos componentes de la plataforma mediante sondas y sistemas de notificación y visualización.
- **Auditoría**, destinadas al seguimiento de las acciones de usuarios y componentes cuando interactúan con la plataforma; permite generar informes de actividad y auditoría de las actividades de los usuarios, incluyendo información relevante relacionada con políticas de seguridad.
- **Notificador / Pasarelas**, para la notificación a usuarios externos informados mediante canales externos de notificación (SMS y correo electrónico).
- **Administrador de estructuras de datos y conceptos de la plataforma**, que facilitará desde una única consola web la administración de los conjuntos de datos (incluyendo políticas de retención y consumo), y de los conceptos definidos (entidades, reglas, semántica), así como reglas en Tiempo Real, algoritmos de tratamiento analítico, y nuevos procesos en el BPM.

- **Gestor de configuraciones**, que permite visualizar todas las entidades dadas de alta en el sistema, tanto de infraestructura, como de dispositivos o sistemas gestionados. A través de ella, se centraliza toda la gestión del sistema, y la creación de entidades, actualización, eliminación y visualización.
- **Planificador de Tareas**, para programar y automatizar tareas recurrentes de la plataforma.