



E0.2 Primer informe anual del proyecto

Este primer informe incluirá todos los detalles de los avances científicos, financieros y legales correspondientes a las actividades realizadas durante el primer año del proyecto en 2020. Se va a explicar de forma precisa las actividades del proyecto, en relación con lo expuesto en la Solicitud de Ayuda y los paquetes de trabajo definidos. No se repetirá la información general del proyecto que ya haya sido presentada en la solicitud. El informe contiene los siguientes apartados indicados en la tabla de contenidos

Contenido

1	Avances sobre Normativas/Legislación/Estándares	2
2	Avances científicos y técnicos	4
2.1	GESTIÓN DEL PROYECTO.....	5
2.1.1	Almacenamiento y Revisión de Entregables	5
2.1.2	Publicaciones y eventos de comunicación y difusión	5
2.1.3	Reuniones y Audioconferencias	5
2.1.4	Justificación del proyecto.....	6
2.2	REQUISITOS DE SEGURIDAD.....	6
2.2.1	Seguridad de los dispositivos sensores.....	6
2.2.2	Seguridad de las comunicaciones.....	6
2.2.3	Seguridad en la plataforma	6
2.3	EQUIPOS DE SENSORIZACIÓN	7
2.3.1	Tecnologías de medio alcance para almacenes	7
2.3.2	Comunicaciones IoT de largo alcance para vehículos.....	8
2.3.3	Diseño de equipos de sensorización y control basado en tecnologías IoT	8
2.4	ELEMENTOS PARA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO LOGÍSTICO	11
2.4.1	Almacenes y oficinas.....	11
2.4.2	Vehículos.....	12
2.4.3	Estado inicial de las instalaciones de Disfrimur.....	12
3	Avances financieros y presupuestarios.....	14
3.1.1	Justificación de los cambios en el presupuesto del proyecto que no requieren autorización previa	14
4	Conclusiones.....	15
5	Referencias.....	16



1 Avances sobre Normativas/Legislación/Estándares

Durante el primer año, se ha analizado los aspectos legales y las normativas vigentes en el ámbito de aplicación del proyecto GUARDIAN, más concretamente en el transporte dentro del contexto agrícola (alimentos perecederos) y en el reparto de medicamentos para uso humano.

El proyecto se desarrolla en torno al Sector Logístico Refrigerado de alimentos y medicamentos, donde existe un alto grado de regulación tanto a nivel nacional como internacional.

En el caso concreto del transporte de alimentos perecederos, la normativa se centra en la definición de las características que deben cumplir los vehículos utilizados para el transporte de mercancías, donde el principal factor que se tiene en cuenta para garantizar el correcto mantenimiento de los productos durante todo el trayecto es la temperatura.

El punto de partida de la regulación de dichas características es el Acuerdo ATP (en referencia al *Acuerdo sobre transportes internacionales de mercancías perecederas y sobre vehículos especiales utilizados en esos transportes*) establecido en 1970 por Naciones Unidas, habiéndose consolidado la última versión del mismo en España en el BOE del 15 de Noviembre de 2013 [1].

En dicho acuerdo se definen principalmente los tipos de unidad en función de las necesidades frigoríficas/caloríficas, niveles de aislamiento, tolerancia a cambios de temperatura, autonomía ante una pérdida de alimentación, pruebas para comprobar que cada unidad cumple los criterios exigibles para el tipo de unidad que tiene asignado, etc. En concreto se definen los conceptos de unidades isotermas, refrigerantes, frigoríficas y caloríficas.

El registro de la temperatura se debe realizar de forma periódica, haciendo uso de un termógrafo homologado conforme a las normas UNE-EN 12830 [2], UNE-EN 13485 [3] y UNE-EN 13486 [4]. Tal y como se comenta en el artículo 5 punto 6 del Real Decreto 237/2000 del 18 de Febrero [5], aquellos vehículos que estén equipados con un termógrafo tendrán que ser verificados periódicamente en base a la orden ITC/3701/2006 [6].

En el ámbito de la distribución de medicamentos, la regulación gira en torno a las directrices impuestas por la normativa europea GDP (del inglés *Good Distribution Practice*, o *Buenas Prácticas de Distribución*) del 5 de noviembre de 2013 (2013/C 343/01) [7], que extienden la Directiva 2001/83/CE [8].

Al no estar orientadas al objetivo final del proyecto, aun teniendo una relación directa, se dejarán fuera de este análisis otras normas/leyes/estándares que cubren los siguientes puntos:

- ▶ Directiva 2011/62/UE del Parlamento Europeo [9], que recoge las medidas de refuerzo que se exigen para intentar prevenir de entrada de medicamentos falsificados en la cadena de suministro legal. En esa área concreta modifica también lo definido en la Directiva 2001/83/CE.
- ▶ Directiva 2012/26/UE del Parlamento Europeo [10], relacionada con la *Farmacovigilancia*.
- ▶ IFS Food [11], que cubre, entre otras cosas, la fase de empaquetado de alimentos previa a la fase de transporte.

A nivel legal, en España sigue estando vigente lo publicado en el Real Decreto 782/2013 del 11 de Octubre [12], donde se indica explícitamente que las GDP que se usan como marco de referencia se irán actualizando periódicamente a nivel europeo, siendo la versión del 5 de Noviembre de 2013 mencionada anteriormente la más reciente.

Como tal, las GDP se basan en realizar una gestión de la calidad a nivel integral que abarque a todos los agentes implicados, desde la sede del fabricante hasta (no inclusive) los puntos de venta de



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

medicamentos (principalmente farmacias), pasando por mayoristas, almacenes, brokers, etc. El objetivo es garantizar que se preserve la calidad de los medicamentos durante toda la cadena de suministro.

Asimismo se deberá extender a las empresas subcontratadas cuando alguna intervenga en cualquier fase del proceso, ya sea durante el almacenamiento, transporte, etc. de los medicamentos.

En términos generales se debe garantizar la correcta trazabilidad, de tal forma que se tomen registros de las distintas actividades en el momento en el que éstas se lleven a cabo, permitiendo detectar, registrar y notificar desviaciones en caso de producirse.

Las GDP además cubren otros dos puntos clave del proceso en cuanto a su relación con este proyecto, que son el almacenamiento y el transporte de los medicamentos.

En relación con los puntos de almacenamiento (denominados *locales*), y al margen de cuestiones más generales, se indica la necesidad de seguir procedimientos adecuados para controlar factores del entorno tales como temperatura, humedad, nivel de luz y limpieza, y concretamente se debe disponer como mínimo de un sistema de control y registro de temperatura.

Para el transporte, el distribuidor (mayoristas, etc.) será el responsable de garantizar y demostrar que los medicamentos se han mantenido dentro de los límites aceptables y las desviaciones de la temperatura, en caso de producirse, deberán notificarse tanto al distribuidor como al cliente. Además los dispositivos que se utilicen para controlar la temperatura deberán ser calibrados al menos una vez cada año.

Otro de los aspectos ligados a la eficiencia energética es la huella de carbono, que permite medir la cantidad de CO₂ emitida dentro de todo el proceso, incluyendo tanto el almacenamiento como la distribución de los productos.

En ese contexto es aplicable la siguiente normativa:

- ▶ Fomento del uso de biocarburantes conforme a lo especificado en el Real Decreto 1085/2015 del 4 de Diciembre [13].
- ▶ Especificaciones técnicas de las gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo en base a lo definido en el Real Decreto 61/2006 del 31 de Enero [14].
- ▶ Cambios en ciertos aspectos de las especificaciones técnicas del Real Decreto 61/2006 en lo referente al gasóleo de clase B conforme a lo indicado en el Real Decreto 1088/2010 del 31 de Enero [15]. En concreto se habla de combustibles para uso marítimo, pero en el fondo se trata del mismo combustible que se suele utilizar en los motores que alimentan los dispositivos de climatización de los remolques.
- ▶ Nuevos cambios en ciertos aspectos de las especificaciones técnicas del Real Decreto 61/2006 en lo referente al gasóleo de clase B conforme a lo indicado en el Real Decreto 1361/2011 del 7 de Octubre [16].
- ▶ Métodos de cálculo de la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero de los combustibles y la energía en el transporte conforme al Real Decreto 235/2018 del 27 de Abril [17] que a su vez modifica el Real Decreto 1597/2011 del 4 de Noviembre [18].

A nivel de estándares existe a nivel internacional el IFS Logistics [19], que regula todo el proceso logístico ya sea en almacenamiento o en transporte, y que pretende garantizar la correcta trazabilidad de los productos así como la auditoría externa de todos los procesos involucrados para garantizar el correcto mantenimiento de los mismos durante toda la cadena de suministro.



2 Avances científicos y técnicos

Según la solicitud realizada del proyecto GUARDIAN, el siguiente diagrama Gantt muestra el cronograma con el conjunto de paquetes de trabajo (PTx) incluyendo los entregables (E x.x), las actividades (A x.x) y los hitos (H x.x) con las fechas de finalización según los meses (Mxx) mostrados en la primera fila del diagrama. Como se indicó en la solicitud, el primer mes M01 del EDT corresponde a enero de 2020, por tanto el M12 corresponde a diciembre de 2020. Por esa razón, la anualidad 2020 corresponde entre el M01 y el M12.

Durante 2020, se han producido un cambio significativo en el cronograma que necesitó medidas correctivas con respecto a la versión inicial del cronograma de la solicitud del proyecto. En concreto, hay retrasos significativos en la actividad A2.2 Despliegue de Sensorización en Almacenes y Vehículos de Transporte, con inicio en 01/10/2020 y finalización en 01/04/2021.

El principal motivo de dichos retrasos y desviaciones en la actividad A2.2 del despliegue de sensorización en el piloto real de transporte refrigerado se deben a un factor administrativo sobre la autorización de la siguiente subcontratación. En concreto, no se recibió confirmación de la solicitud de autorización previa de subcontratación de la empresa Disfrimur, después de realizar la solicitud previa en Septiembre de 2020.

La medida correctiva ha sido el movimiento de la actividad A2.2 de 3 meses de retraso, con el nuevo inicio en 01/02/2021 y nueva finalización en 01/07/2021. Este movimiento no afecta a las siguientes tareas de PT3 de desarrollo de la plataforma software para gestión segura y procesamiento de datos que usarán datos simulados. Mientras que en paquete PT4, se retrasa también 2 meses la actividad A4.1 de “Validación de la Infraestructura de Sensorización y Comunicación de Datos” que tiene el nuevo inicio en 01/06/2021 y nueva finalización en 01/11/2021. De esta manera, conforme termine la actividad A2.2 de despliegue se iniciará la actividad A4.1 de validación de la infraestructura desplegada como se muestra en el siguiente diagrama Gantt actualizado.

Paquetes y Actividades	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24		
PT0 Gestión de Proyecto	E0.1												E0.2												E0.3	
A.0.1																										
A.0.2																										
A.0.3																										
PT1 Definición de Requisitos en el Proceso Logístico Refrigerado						E1.1		E1.2																		
A.1.1																										
A.1.2																										
A.1.3																										
PT2 Desarrollo y Despliegue de las Infraestructuras de Sensorización y Comunicaciones													E2.1				E2.2									
A.2.1																										
A.2.2																										
PT3 Desarrollo de una Plataforma Software Para Gestión Segura y Procesamiento De Datos																										
A.3.1																		E3.1	E3.2	E3.3						
A.3.2																										
A.3.3																										
PT4 Validación y Evaluación en Entornos Reales																										
A.4.1																										
A.4.2																										
A.4.3																										
PT5 Comunicación, Diseminación y Explotación																										
A.5.1																										
A.5.2																										
Hitos	H1					H4		H5					H2					H8	H7	H9	H10			H3	H12	H13

Durante 2020, hemos completado las siguientes actividades, hitos y entregables conforme al cronograma propuesto inicialmente en la solicitud de GUARDIAN que se describen en las secciones siguientes:

- A1.1 Análisis de Requisitos Seguridad y Normativas en el Sector Logístico Refrigerado (GDP)
- A1.2 Diseño de Nuevos Equipos de Sensorización para Almacenes y Vehículos de Transporte
- A1.3 Estudio de los Elementos para Optimización Energética en el Proceso Logístico



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

Además, en dicha anualidad, se han completado los siguientes hitos y los siguientes entregables en formato documento que se han presentado en la sede electrónica para la justificación de 2020:

- H1 - E1-E0.1 MANUAL DE GESTIÓN DEL PROYECTO – Fecha 31/01/2020
- H4 - E4-E1.1 INFORME DE REQUISITOS DE SEGURIDAD Y DISEÑO DE EQUIPOS DE SENSORIZACIÓN – Fecha 01/07/2020
- H5 - E5-E1.2 INFORME DE ELEMENTOS PARA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO LOGÍSTICO – Fecha 01/10/2020
- E1-E0.1 MANUAL DE GESTIÓN DEL PROYECTO
- E4-E1.1 INFORME DE REQUISITOS DE SEGURIDAD Y DISEÑO DE EQUIPOS DE SENSORIZACIÓN
- E5-E1.2 INFORME DE ELEMENTOS PARA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO LOGÍSTICO

2.1 GESTIÓN DEL PROYECTO

En el primer mes de 2020, se realizó el manual de gestión del proyecto donde se define las pautas y procedimientos generales para el desarrollo de todas las actividades del proyecto GUARDIAN. Dicho manual se ha utilizado como la guía principal para la gestión de actividades administrativas y técnicas relacionadas con el proyecto. En concreto, dicho manual proporciona los siguientes procedimientos.

2.1.1 Almacenamiento y Revisión de Entregables

Todos los entregables tienen una carpeta dedicada dentro del repositorio de documentos del proyecto. Todos los entregables seguirán el proceso de calidad descrito a continuación.

Una vez que se complete el ciclo de calidad, el producto entregable (después de las actualizaciones necesarias) se enviará en cada justificación a través de la sede electrónica.

Además, se definió los mecanismos que se utilizaran a lo largo del proyecto para garantizar el nivel de calidad de los resultados del proyecto, especialmente los entregables contractuales. Todos los contenidos entregables proporcionados por GUARDIAN deben seguir estas pautas: Legibilidad, compresión, proceso de revisión del entregable.

2.1.2 Publicaciones y eventos de comunicación y difusión

Al prepararse para enviar una publicación, se informa a todos los miembros previamente. Además, todos los materiales de publicación se almacenarán en la carpeta principal de Publicaciones en NextCloud. Cuando se difunda el proyecto GUARDIAN en una conferencia, evento industrial, etc., es necesario que se utilice el poster del proyecto estándar.

2.1.3 Reuniones y Audioconferencias

Tanto el equipo de OdinS como el personal de las entidades subcontratadas (ej. UMU), está previsto que nos reunamos periódicamente para tratar los avances del proyecto e identificar cualquier riesgo y contramedida. Se organizarán reuniones por paquete de trabajo y a medida que avance el proyecto. Estas tendrán lugar físicamente siempre que sea posible. Aunque debido al impacto de la pandemia, se han llevado a cabo la mayoría de las reuniones a través de audio / video conferencia. El organizador de audio-conferencia circula los detalles de acceso telefónico / acceso antes del proyecto (en función de la plataforma elegida por los organizadores (por ejemplo, GotoMeeting, Zoom, etc)).



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

2.1.4 Justificación del proyecto

Los procedimientos de justificación serán anuales siguiendo las pautas establecidas por el Ministerio en la siguiente web.

<http://www.mincotur.gob.es/PortalAyudas/THD/justificacion/1-2019/Paginas/justificacion.aspx>

Para enviar la documentación y completar la justificación se usará la siguiente sede electrónica.

<https://sedeaplicaciones.minetur.gob.es/JustificacionAyudas>

2.2 REQUISITOS DE SEGURIDAD

Durante los primeros meses de 2020, se han estudiado el conjunto de requisitos de seguridad dentro del proyecto GUARDIAN, tanto a nivel de los dispositivos sensores que se incorporarán a los almacenes y a los vehículos de transporte, como a la hora de realizar el tratamiento de la información una vez enviada a la plataforma de almacenamiento, gestión y análisis de datos.

Finalmente se diseñó y describió las características de los dispositivos de nueva generación que iban a ser prototipados e instalados en los almacenes y en los vehículos, así como las tecnologías de comunicaciones que se estudiaron y finalmente se emplearon.

2.2.1 Seguridad de los dispositivos sensores

Asociado a los requisitos de trazabilidad impuestos por las GDP, se debe garantizar que los dispositivos sensores no sean manipulados. Por consiguiente se deben añadir medidas anti-tamper que permitan detectar intentos de acceso no autorizados.

Otro de los requisitos de trazabilidad es garantizar que los valores de los sensores sean válidos, lo que supondrá añadir mecanismos de detección de desviaciones de los valores mediante la instalación de sensores complementarios con los que detectarlas y, dentro del sistema de calidad, se deberá definir un protocolo de revisión y calibración periódica de los mismos.

2.2.2 Seguridad de las comunicaciones

A nivel de dispositivos hay que diferenciar entre los instalados en almacenes, donde hay menos restricciones de autonomía a nivel eléctrico y donde se pueden instalar dispositivos más potentes teniendo en cuenta que hay alimentación continua, y los instalados en vehículos, en los que se intentará reducir el consumo en la medida de lo posible siempre que la propia infraestructura de comunicaciones lo permita de forma que sea ésta la que gestione la parte de seguridad.

Por lo tanto, en el primer caso se hará uso de certificados digitales con los que establecer conexiones seguras SSL/TLS, mientras que en el segundo la parte de cifrado se intentará delegar en la seguridad de la capa de comunicaciones. De no ser posible, habrá que añadir soporte también para certificados digitales en los dispositivos instalados.

2.2.3 Seguridad en la plataforma

A continuación, se muestra una lista con requisitos más específicos que deberán cumplirse a nivel de plataforma.

ID	Descripción
RP-1	El acceso a la plataforma deberá estar debidamente securizado haciendo uso de los mecanismos que sean aplicables en función del tipo de interfaz que se ofrezca (acceso web sobre conexiones seguras, etc.).
RP-2	Se dispondrá de un sistema de autenticación/autorización para gestionar el acceso a la



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

- plataforma (gestión de usuarios con login/password, etc.).
- RP-3 Se podrá gestionar la información relacionada con la seguridad asociada al acceso a la cadena, incluyendo el control de acceso a la misma, el alta o baja de nodos que forman parte de la red distribuida sobre la que se crea la cadena, etc.
 - RP-4 Se tendrá un sistema de gestión de dispositivos que forman parte del sistema, tanto a nivel de almacén como a nivel de vehículos.
 - RP-5 La información de seguridad (certificados, identidades, etc.) de los dispositivos del sistema deberá realizarse de forma segura, solo pudiendo realizarse modificaciones por parte del personal autorizado.

2.3 EQUIPOS DE SENSORIZACIÓN

Para el diseño de los dispositivos sensores, se analizaron diferentes tecnologías de comunicación dependiendo de los requisitos y necesidades en escenarios estáticos de edificios o escenarios de movilidad en los vehículos.

2.3.1 Tecnologías de medio alcance para almacenes

El resultado del análisis para almacenes concluye que el problema para todos los sensores y equipos Wi-Fi suelen depender de una plataforma en la nube para indicar las funciones de control. Eso significa que, si te quedas sin internet, no habrá disponible de algunas funciones de eficiencia energética y control sobre los almacenes refrigerados.

Por contra, podemos monitorizar y controlar los sensores y actuadores Z-Wave y ZigBee de terceras empresas o fabricados por OdinS usando uno o varios Gateway controladores diseñados por OdinS, que permiten administrar todos los dispositivos sin depender de la nube por lo que podremos controlar los almacenes e instalaciones de la logística refrigerada aun cuando Internet esté caído. Y por eso, se diseñarán y desarrollará equipos configurables con capacidad de control local así también el funcionamiento será más rápido y efectivo. Por ejemplo, apagado de equipos consumidores de energía (aire-acondicionado, luces, etc) en la logística refrigerada cuando no sean necesarios según las configuraciones establecidas en los gateways. Por último, la tabla siguiente muestra brevemente las diferencias entre Zwave y Zigbee.

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas de cada una de las tecnologías de comunicaciones Zwave y Zigbee:

	Z-Wave	Zigbee
Banda de frecuencia	800-900 MHz	2,4 Ghz
rango	Máximo 100 metros	Alrededor de los 10-20 metros
Velocidad de datos	Hasta 100 kbps	250 kbps
Tipo de red	Red de malla	Red de malla
Número máximo de dispositivos de cada red de malla	232	65.000
Salto máximo entre dispositivos	4	10
seguridad	Mecanismo de seguridad propietario Security 2 (S2)	Cifrado simétrico AES de 128 bits
compañía detrás	Silicon Labs	Estándar abierto (IEEE)



		802.15.4) – Zigbee Alliance
Productos certificados (año 2020)	Más de 2400	Más de 2.500

2.3.2 Comunicaciones IoT de largo alcance para vehículos

En conclusión, el escenario sobre el que se desarrolla el proyecto GUARDIAN de los vehículos se caracteriza, entre otras cosas, por lo siguiente:

- ▶ Va a haber un intercambio de importantes volúmenes de información.
- ▶ Es importante disponer de la máxima cobertura posible para detectar/notificar cuanto antes las posibles desviaciones en la temperatura que se pudieran producir.
- ▶ La seguridad es fundamental como parte del proceso de validación de la información dentro del sistema de calidad.

El diseño de nuevos equipos de sensorización y control para la logística refrigerada deben tener en cuenta las características de las tecnologías de comunicación IoT. Ninguna tecnología es ideal para todos los escenarios de vehículos y almacenes, sino que cada tecnología dispone de ventajas relevantes para ser aplicados en escenarios concretos. Además, estas tecnologías se pueden combinar para proporcionar la mejor solución de gestión integral de los almacenes y vehículos de transporte refrigerados.

Para almacenes e instalaciones interiores, a diferencia de Wifi, es mejor las tecnologías mesh multihop como Zigbee y Zwave de bajo consumo y que simplifica la instalación de sensores con batería sin grandes costes de instalación y despliegue que pueden ser gestionados por uno o varios controladores localmente sin depender de la conexión a la nube para acciones eficientes y más rápidas. En el caso de vehículos, LORA permite grandes despliegues de equipos de sensorización y telecontrol con bajo coste de mantenimiento sin necesidad de tarifas de transmisión de datos en ciudades, sin embargo, todavía no existen suficientes redes desplegadas en España y Europa para dar cobertura a soluciones de este tipo. Por otro lado, las restricciones en cuanto a cantidad de información que tiene Sigfox la descartan como solución viable, y la mayor cobertura a nivel tanto nacional como internacional así como un nivel de seguridad muy superior (el mismo que LTE) hacen que la opción más interesante sea NB-IoT. Además, este aspecto es importante en favor de NB-IoT ya que permite utilizar dispositivos en vehículos más sencillos y de menor consumo, una vez que es la propia red la que protege el propio canal de comunicaciones de forma segura. Por último, el protocolo 802.11p es el menos usado ya que, más que un ser una solución como tal, puede servir de apoyo en algunos escenarios donde la infraestructura (y el resto de los vehículos) lo permita. En cualquier caso, hoy en día no hay apenas despliegue a nivel mundial a nivel de infraestructuras, y a nivel de vehículos se está en la fase inicial de su implantación en el mercado automovilístico.

2.3.3 Diseño de equipos de sensorización y control basado en tecnologías IoT

Durante el 2020, se realizaron los diseños hardware de los nuevos equipos de sensorización y control para soportar las tecnologías IoT comentadas anteriormente y sus respectivos módulos de comunicación inalámbrica. Además, se indica los protocolos y conexiones soportadas por los equipos diseñados por OdinS que permiten una amplia monitorización de los parámetros de consumo energético y condiciones del estado de las mercancías refrigeradas en almacenes y vehículos.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

2.3.3.1 *Nuevos módulos de comunicación basados en tecnologías IoT*

Para el diseño hardware de los nuevos equipos, se han seleccionado y testeado múltiples módulos comerciales que soportan las tecnologías IoT (GPRS/3G, LTE-M/NB-IoT, Sigfox y LoRa) para comprobar y evaluar sus características y comportamiento en escenarios de sensorización y control.

2.3.3.2 *Equipos de sensorización y control para almacenes refrigerados*

En los almacenes hay dos ámbitos en los que se debe hacer un seguimiento.

Por un lado, y asociados a los requisitos de trazabilidad impuestos por las GDP, están las cámaras dentro de los propios almacenes donde se guardan los productos y para las que se debe estar realizando un seguimiento de temperatura, humedad y nivel de luz. Tal y como se ha comentado anteriormente, los dos prioritarios, dado que son obligatorios en este caso, son temperatura y humedad.

Hay que tener en a su vez cuenta algunas recomendaciones propuestas por las GDP respecto a la toma de datos de temperatura y humedad, y es que se resalta la importancia que tiene el control en torno a puntos donde hay más variaciones de los valores, como por ejemplo en torno a puertas o cerca de posibles fuentes de calor, si las hubiera.

Por otro, de cara a buscar una mejora en la eficiencia energética, se deberán monitorizar los consumos de todos aquellos subsistemas que se tengan instalados. En principio los que más suelen influir son los de refrigeración y los de iluminación, para los que se deberá poder tomar mediciones por zonas de forma que se pueda identificar con el mayor detalle posible cuáles de ellas son las que más están influyendo a nivel global.

Se intentará buscar una solución lo más robusta posible en este escenario en el que hay menos restricciones de cara a instalar nuevo equipamiento asociado a la toma de datos. En la medida de lo posible se dispondrá de diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica y cableada para soportar el mayor abanico posible de conectividad tanto a nivel de comunicación de los equipos de sensorización y control con la plataforma (Ethernet, Wifi) como a nivel de conexionado entre de los sensores con los concentradores. En concreto conector USB para módulos Zwave y Zigbee, así como conexiones 4-20 mA / 0-10 V, buses RS-485 o similares, etc.

A continuación, se muestra a nivel de bloques un diagrama con los módulos que debe incluir el dispositivo concentrador de sensores a instalar en el almacén.

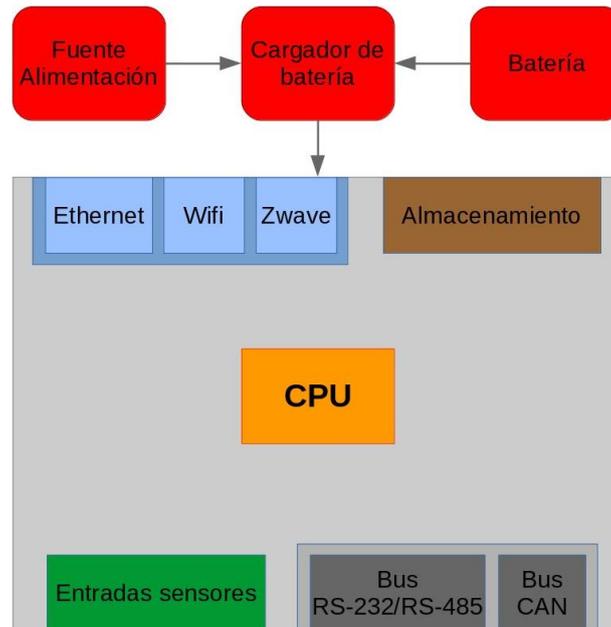


Figura 1: Equipo de sensorización y control de almacenes refrigerados

2.3.3.3 Equipos de sensorización y control para vehículos refrigerados

En los dispositivos instalados en los vehículos también influyen los dos factores comentados en la sección anterior.

El primero es la propia monitorización de la temperatura dentro del contexto de la trazabilidad de la distribución de los productos. Opcionalmente se valorará la posibilidad de hacer una monitorización de la humedad, aunque no es el caso habitual ya que en la mayoría de los casos se trata de vehículos refrigerados, sobre todo en el transporte de alimentos, donde incluso pueden ir congelados y la humedad no aporta apenas información.

A la hora de diseñar la solución habrá que analizar hasta qué punto es viable realizar una instalación cableada dentro del propio vehículo. Es por eso que se plantea aquí la posibilidad de utilizar uno o más dispositivos inalámbricos que recojan la información en varios puntos y la envíen a un único nodo concentrador que hará las veces de pasarela hacia la plataforma. Con respecto a la comunicación con la plataforma, se proporcionará un socket de conexión múltiple que permitirá elegir entre diferentes módulos inalámbricos IoT de largo alcance que sean explicado anteriormente, aunque según el análisis realizado nos decantamos por la tecnología NB-IoT por sus beneficios de consumo/seguridad y su mayor cobertura a nivel internacional en los próximos años.

El segundo es la mejora en la eficiencia energética. En los vehículos intervienen principalmente el consumo asociado a la propia conducción (velocidad, uso de marchas cortas/largas, etc.) así como las rutas empleadas para cada trayecto.

Para medir el consumo, se evaluará la viabilidad técnica de monitorizar ese valor en tiempo real ya que no siempre se tiene acceso a dicha información al tratarse de datos propietarios de los fabricantes de vehículos.

Para la parte relacionada con rutas, se recogerán los datos de las coordenadas GPS de los vehículos en paralelo con la monitorización de la temperatura. Se analizará qué solución es más interesante en

función de la ubicación de los sensores, teniendo en cuenta que en muchos vehículos los remolques están compartimentados.

A continuación, se muestra a nivel de bloques el diseño con los módulos que debe incluir el equipo concentrador de sensores a instalar en el vehículo.

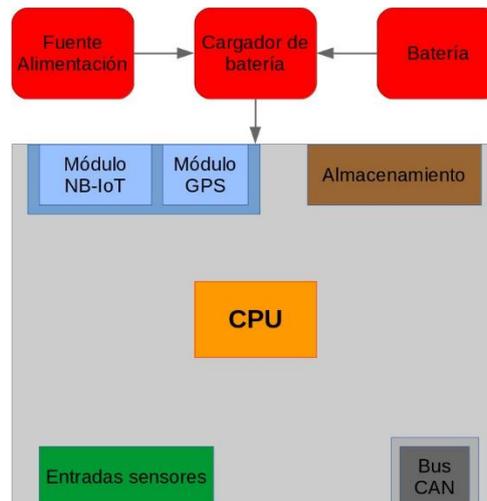


Figura 2: Equipo de sensorización y control para vehículos refrigerados

2.4 ELEMENTOS PARA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO LOGÍSTICO

Durante los primeros 9 meses del 2020, se identificó qué elementos dentro del proceso logístico tienen un impacto importante en el consumo de energía y por lo tanto son susceptibles de ser monitorizados de cara a obtener una mejora que realmente sea sustancial en eficiencia energética, hasta el punto de que la relación coste/beneficio comparando el coste de instalación o reemplazo de equipos por otros más eficientes con el beneficio obtenido haga que realmente una empresa pueda estar interesada en invertir en la mejora de su eficiencia energética. Esta identificación va acompañada de una caracterización del proceso logístico y elementos energéticos que poseen la empresa colaboradora *Disfrimur Logística*. Para identificar los elementos de mayor consumo, ha sido necesario realizar un análisis del consumo de la electricidad y del combustible de los datos históricos disponibles por *Disfrimur Logística* en sus instalaciones.

2.4.1 Almacenes y oficinas

A nivel de almacén/oficinas hay una serie de subsistemas/equipos que intervienen durante toda la fase de almacenamiento/conservación, carga y descarga de los productos.

Los más relevantes son los siguientes (pueden estar en almacenes asociados a distribución de alimentos, de medicamentos o a ambos):

- ▶ Dispositivos de frío industrial. En este contexto se trata de hacer un seguimiento de la temperatura. Se trata principalmente de dispositivos que generan frío por aire (instalación más o menos centralizada de aparatos que suelen constar de una o más unidades externas que dan servicio a una o más unidades internas) y que lo distribuyen usando ventiladores.
- ▶ Climatización en oficinas. En este caso los dispositivos pueden generar frío o calor según sea necesario y, dependiendo de las características de las instalaciones, los hay en formato centralizado con una o más unidades externas que dan servicio a una o más unidades internas y que distribuyen el frío o el calor según corresponda usando ventiladores, en formato individual



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

con unidades de pared, techo, etc. o en otros formatos. Entre otros tipos los hay 100% eléctricos, otros que usan gas natural (calderas para generación calor), etc.

- ▶ Sistema de iluminación. Aquí hay que diferenciar entre la iluminación requerida para mantener los productos en buenas condiciones y la que se debe garantizar para que se mantengan unas condiciones de trabajo del personal conformes a la normativa vigente.
- ▶ Otros sistemas.

En la práctica es fundamental poder relacionar en todo momento tanto el estado de los mismos como el consumo en tiempo real. Un ejemplo lo tenemos en los dispositivos de control climático, donde no sólo nos interesa saber cuánto están consumiendo, sino que es fundamental saber qué están haciendo (saber si están encendidos o apagados, cuál es la temperatura de consigna actual, etc.), para lo que deben ir en paralelo la toma de datos de consumo y los de temperatura.

En lo referente a temperatura, y como valor añadido, puede ser interesante monitorizar también la temperatura exterior ya que otro de los aspectos susceptibles de optimizar es el aislamiento del propio almacén.

2.4.2 Vehículos

En este caso el principal elemento a estudiar es el consumo del propio vehículo, aunque también influyen otros elementos como por ejemplo la temperatura exterior (aparte de la interior del remolque, que es obligatoria por los requisitos de trazabilidad), ya que va a condicionar el consumo para el subsistema de control de frío.

El problema principal que suele estar presente a la hora de analizar el consumo del vehículo radica en que a veces no es posible conectarse a la central de abordaje, ya sea por cuestiones técnicas (protocolo no disponible) o por cuestiones legales (se podría considerar que se está realizando una manipulación del vehículo). En cualquier caso este punto se analizará cuando se tenga acceso a los datos ofrecidos por el vehículo (o vehículos) seleccionado para el piloto.

Por lo tanto, las tres variables con las que se puede intentar inferir si el consumo es adecuado o hay una desviación son las siguientes:

- ▶ Distancia recorrida. Se puede extraer en base a la ruta que está siguiendo el vehículo (control de rutas haciendo uso del receptor GPS del dispositivo diseñado para ser instalado en el vehículo).
- ▶ Temperatura interior del remolque. Se dispone de uno o más sensores para controlar la temperatura de los productos.
- ▶ Temperatura exterior. Al igual que en los almacenes, la combinación de temperaturas interior y exterior puede permitir detectar problemas en el aislamiento o incluso la necesidad de instalar un dispositivo de control de frío más potente.

2.4.3 Estado inicial de las instalaciones de Disfrimur

Durante 2020, se realizó un estudio de las instalaciones de la empresa que va a proporcionar los recursos necesarios para el piloto tanto a nivel de almacén como a nivel de vehículos que es *Disfrimur Logística*, localizada en la Avenida de Lorca P174-180 de Sangonera la Seca, en Murcia, y construida en 1999. La zona climática donde está ubicada es de tipo B3.

Como punto de partida se disponían los datos proporcionados por la empresa Disfrimur correspondientes a los equipos instalados en los edificios. Todos los datos provienen de una auditoría energética realizada en 2019 que permitió censar todos los dispositivos instalados (características, valores teóricos, etc.), analizar en detalle las facturas de consumos de los 12 meses anteriores y tomar mediciones in situ de consumos en tiempo real. Con dichos datos, fue posible identificar cuáles son los puntos donde hay mayor consumo y, por lo tanto, dónde es más



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

interesante centrarse en hacer una monitorización y control en tiempo real mediante las innovaciones del proyecto GUARDIAN.

En los almacenes se tienen las siguientes secciones:

- ▶ Frío industrial en el almacén.
- ▶ Climatización en las oficinas.
- ▶ Iluminación en las oficinas.
- ▶ Otros equipos eléctricos en las oficinas.

Para dispositivos eléctricos, en prácticamente todos los casos se tiene información de consumos teóricos ligada a la potencia de cada uno de ellos. De cara a escoger los puntos donde instalar equipos de medición, se ignorarán las pérdidas de rendimiento derivadas del deterioro de los mismos ya que son muy difíciles de cuantificar, y se utilizará como referencia la potencia teórica de cada uno.

Además, se analizó el consumo de carburante en camiones, contabilizando para cada camión por un lado el correspondiente a la cabeza tractora y por otro el asociado al dispositivo de control de frío del remolque, ya que utilizan motores separados y combustibles diferentes.

2.4.3.1 Consumo eléctrico en Almacén y Oficinas

Como ya se ha comentado, parte de los datos que aquí se contemplan son resultado de extrapolaciones partiendo de las mediciones que se realizan durante la auditoría, por lo que se deberían usar como un punto de referencia informativo inicial más que como un estado real.

La distribución de consumos y la relación de potencias de las instalaciones se muestran en el siguiente listado.

Sección	Potencia (kW)	Porcentaje respecto al total de potencia	Consumo (kWh)	Porcentaje respecto al total de consumo
Frío industrial / Central compresión alta temperatura	141,52	29,26	298.205	20,04
Frío industrial / Central compresión baja temperatura	61,4	12,69	296.846	19,95
Frío industrial / Central compresión 3	79,5	16,43	364.516	24,5
Frío industrial / Central compresión 4	79,5	16,43	286.203	19,24
Climatización en oficinas	79,5	16,43	183.806	12,35
Iluminación	20,3	4,19	35.746	2,4
Otros equipos eléctricos en oficinas	21,92	4,53	22.044	1,48



Total	483,64	1.487.366
-------	--------	-----------

Aplicando las correspondencias obtenidas del IDAE, se muestra a continuación el total de emisiones conforme a los consumos de electricidad que se tienen disponibles.

Consumo (kWh/año)	Emisiones (tCO ₂ /año)
1.487.366	518,04

2.4.3.2 Consumo de Carburante en vehículos

La información de consumo de carburante proporcionada engloba a toda la flota de la empresa *Disfrimur S.L.*, no solo a *Disfrimur Logística*, por lo que no se puede diferenciar para el vehículo (o vehículos) concreto que se decida usar para el piloto.

Por consiguiente, lo que se intentará es medir por separado los consumos obtenidos de la centralita de cada vehículo, en caso de que estén disponibles, y por otro los consumos reportados en base a las facturas de repostajes en gasolineras.

Además, se intentará combinar esa información con los datos obtenidos de las rutas seguidas en los trayectos, teniendo en cuenta que la precisión será mayor siempre que el vehículo esté en movimiento dado que estando en torno a puntos de carga/descarga o en paradas realizadas durante el trayecto, al no realizarse un muestreo de posiciones GPS 100% en tiempo real, hay cierta pérdida de información. Esa pérdida le afectará sin duda a los cálculos a realizar en esta sección.

3 Avances financieros y presupuestarios

Respecto al presupuesto por paquetes de trabajo y por actividades, no se ha producido cambios significativos durante el 2020 con respecto al coste estimado inicialmente en la solicitud.

3.1.1 Justificación de los cambios en el presupuesto del proyecto que no requieren autorización previa

Para el presupuesto de la anualidad 2021, habrá una reducción esperada en el coste de la actividad A4.3 EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA, que inicialmente se estimó en 20.000€ pero que después de solicitar múltiples ofertas a las empresas murcianas (TLX, Murfrigo y Disfrimur) del sector de la distribución refrigerada, se ha seleccionado la empresa DISFRIMUR LOGISTICA SL. - B73051427 es por un coste de 16000€ dado que se trata de la mejor opción calidad-precio.

Con respecto al cambio nominal de los trabajadores, hará pequeñas variaciones al alza en las nóminas de los trabajadores debido a incentivos por rendimiento individual y de la empresa en su conjunto. Estas pequeñas variaciones no requieren medidas de correctivas significativas y serán asumidos como costes propios de la empresa.

Otros cambios nominales de los trabajadores afectan a Francisco Guardiola que se marchó de la empresa OdinS en Marzo 2020 y Dan Garcia que también se marchó de la empresa en Septiembre de 2020 que formaban parte de los trabajadores asignados para el desarrollo del proyecto GUARDIAN. Las horas asignadas a dichos trabajadores después de su marcha han sido realizadas por personal propio del OdinS según se indica en la justificación económica de 2020 en la sede electrónica.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

Por ultimo, no se estiman cambios significativos en cuanto a otros costes como la estimación de horas y recursos materiales necesarios para la ejecución del proyecto durante 2021.

Como se ha indica anteriormente en la anualidad 2020, el coste de las actividades A2.2 y A4.1, y sus correspondientes entregables E2.2 y E4.1 se mantiene igual, simplemente que dichos costes serán movidos unos meses adelante y serán justificados todos durante la siguiente anualidad 2021.

4 Conclusiones

En conclusión, en la anualidad 2020, se ha seguido el plan de trabajo establecido en la solicitud del proyecto, sin que haya incidencias o cambios significativos en cuanto al alcance y presupuesto. Para evitar incidencias se ha realizado un seguimiento semanal de todas las actividades en ejecución de los diferentes paquetes de trabajo PT establecidos en la estructura de desglose de trabajo (EDT). Los resultados completados más significativos de la anualidad 2020 son los siguientes entregables, hitos y actividades del paquete PT1 denominado “Definición de Requisitos en el Proceso Logístico Refrigerado”. Además, en dicha anualidad, se han completado los siguientes hitos y los siguientes entregables en formato documento que se han presentado en la sede electrónica para la justificación de 2020:

- H1 - E1-E0.1 MANUAL DE GESTIÓN DEL PROYECTO – Fecha 31/01/2020
- H4 - E4-E1.1 INFORME DE REQUISITOS DE SEGURIDAD Y DISEÑO DE EQUIPOS DE SENSORIZACIÓN – Fecha 01/07/2020
- H5 - E5-E1.2 INFORME DE ELEMENTOS PARA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO LOGÍSTICO – Fecha 01/10/2020
- E1-E0.1 MANUAL DE GESTIÓN DEL PROYECTO
- E4-E1.1 INFORME DE REQUISITOS DE SEGURIDAD Y DISEÑO DE EQUIPOS DE SENSORIZACIÓN
- E5-E1.2 INFORME DE ELEMENTOS PARA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO LOGÍSTICO

Con respecto al cronograma en 2020, se han producido un cambio significativo en el cronograma que requiere medidas correctivas con respecto a la versión inicial del cronograma de la solicitud del proyecto. En concreto, hay retrasos significativos en la actividad A2.2 Despliegue de Sensorización en Almacenes y Vehículos de Transporte, con inicio en 01/10/2020 y finalización en 01/04/2021.

El principal motivo de dichos retrasos y desviaciones en la actividad A2.2 del despliegue de sensorización en el piloto real de transporte refrigerado se deben a un factor administrativo sobre la autorización de la siguiente subcontratación. En concreto, todavía no se ha recibido confirmación de la solicitud de autorización previa de subcontratación de la empresa Disfrimur, después de realizar la solicitud previa en Septiembre de 2020 y realizar las alegaciones solicitadas en Diciembre 2020.

La medida correctiva ha sido el movimiento de la actividad A2.2 de 3 meses de retraso, con el nuevo inicio en 01/02/2021 y nueva finalización en 01/07/2021. Este movimiento no afecta a las siguientes tareas de PT3 de desarrollo de la plataforma software para gestión segura y procesamiento de datos que usarán datos simulados. Mientras que en paquete PT4, se retrasa también 2 meses la actividad A4.1 de “Validación de la Infraestructura de Sensorización y Comunicación de Datos” que tiene el nuevo inicio en 01/06/2021 y nueva finalización en 01/11/2021. De esta manera, conforme termine la actividad A2.2 de despliegue se iniciará la actividad A4.1 de validación de la infraestructura desplegada.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

En la sede electrónica se ha indicado todos los gastos económicos realizados en el proyecto GUARDIAN durante la anualidad 2020. Excepto para el paquete de trabajo PT5 sobre comunicación y diseminación que no tiene presupuesto financiable, y por eso no se han indicado los gastos de las actividades de publicidad. En 2020 hubo pequeñas variaciones al alza en las nóminas de los trabajadores debido a incentivos por rendimiento individual y de la empresa en su conjunto. Estas pequeñas variaciones no requieren medidas de correctivas significativas y serán asumidos como costes propios de la empresa. Para el presupuesto de la anualidad 2021, habrá una reducción esperada en el coste de la actividad A4.3 EVALUACIÓN DE ALGORITMOS BIGDATA Y SERVICIOS INTELIGENTES DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA, que inicialmente se estimó en 20.000€ pero que después de solicitar múltiples ofertas a las empresas murcianas (TLX, Murfrigo y Disfrimur) del sector de la distribución refrigerada, se ha seleccionado la empresa DISFRIMUR LOGISTICA SL. - B73051427 es por un coste de 16000€ dado que se trata de la mejor opción calidad-precio. Por último, no se estiman cambios significativos en cuanto a otros costes como la estimación de horas y recursos materiales necesarios para la ejecución del proyecto durante 2021.

Respecto a la diseminación, fue un año afectado por la pandemia del COVID donde la mayoría de los eventos nacionales e internacionales fueron cancelados o retrasados. Por ese motivo, OdinS solo puedo asistir y difundir el proyecto GUARDIAN en el evento Smart Agrifood Summit 2020, que tuvo una alta afluencia con casi 1.500 profesionales en su edición más digital y conectada, permitiendo la difusión de GUARDIAN en uno de los eventos internacionales de referencia para el ecosistema agroalimentario e innovador.

Para el 2021 si las condiciones sanitarias lo permiten, se tiene previsto hacer publicidad del proyecto en múltiples eventos comerciales y de innovación a nivel nacional e internacional indicados anteriormente. Además, el objetivo principal es completar el alcance, cronograma y presupuesto según lo descrito en la memoria de solicitud para su finalización a diciembre de 2021.

5 Referencias

- [1] BOE 15 de Noviembre de 2013 (ATP) <https://www.boe.es/boe/dias/2013/11/15/pdfs/BOE-A-2013-11936.pdf>
- [2] UNE-EN 12830:2019 <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0061766>
- [3] UNE-EN ISO 13485:2018 <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060449>
- [4] UNE-EN 13486:2002 <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0027124>
- [5] Real Decreto 237/2000 <https://www.boe.es/boe/dias/2000/03/16/pdfs/A10799-10815.pdf>
- [6] Orden ITC/3701/2006 <https://www.boe.es/boe/dias/2006/12/06/pdfs/A42884-42890.pdf>
- [7] GDP 5 de Noviembre 2013 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2013:343:0001:0014:ES:PDF>
- [8] Directiva 2001/83/CE <https://www.boe.es/doue/2001/311/L00067-00128.pdf>
- [9] Directiva 2011/62/UE <https://www.boe.es/doue/2011/174/L00074-00087.pdf>
- [10] Directiva 2012/26/UE <https://www.boe.es/doue/2012/299/L00001-00004.pdf>



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

- [11] IFS Food <https://www.ifs-certification.com/index.php/es/standards/4132-ifs-food-standard-es>
- [12] Real Decreto 782/2013 <https://www.boe.es/boe/dias/2013/10/19/pdfs/BOE-A-2013-10950.pdf>
- [13] Real Decreto 1085/2015 <https://www.boe.es/boe/dias/2015/12/05/pdfs/BOE-A-2015-13208.pdf>
- [14] Real Decreto 61/2006 <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-2779-consolidado.pdf>
- [15] Real Decreto 1088/2010 <https://www.boe.es/boe/dias/2010/09/04/pdfs/BOE-A-2010-13704.pdf>
- [16] Real Decreto 1361/2011 <https://www.boe.es/boe/dias/2011/10/20/pdfs/BOE-A-2011-16468.pdf>
- [17] Real Decreto 235/2018 <https://www.boe.es/boe/dias/2018/05/01/pdfs/BOE-A-2018-5890.pdf>
- [18] Real Decreto 1597/2011 <https://www.boe.es/boe/dias/2011/11/05/pdfs/BOE-A-2011-17465.pdf>
- [19] IFS Logistics <https://www.ifs-certification.com/index.php/es/standards/2761-ifs-logistics-es>