



**Rediseño de módulo de evaluación de obsolescencia para dispositivos médicos en la
plataforma KEEPER de QSystems**

Santiago Gutiérrez Pérez

Informe de práctica para optar al título de Bioingeniero

Asesores:

Isabel Cristina Muñoz Ortega, MSc, PhD

Diego Alexander Pérez Pérez, Bioingeniero

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Bioingeniería

Medellín

2023

Referencia

- [1] S. Gutiérrez Pérez, “Rediseño de módulo de evaluación de obsolescencia para dispositivos médicos en la plataforma KEEPER de QSystems.”, Trabajo de grado profesional, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 2023.

Estilo IEEE (2020)



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: John Fredy Ochoa Gómez.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. OBJETIVOS	13
A. Objetivo general	13
B. Objetivos específicos	13
III. MARCO TEÓRICO	14
Evaluación técnica	14
Evaluación clínica	15
Evaluación económica	16
IV. METODOLOGÍA	17
Sesión de co-creación	17
Diseño de la aplicación	18
Desarrollo Front-End	18
Desarrollo Back End	18
V. RESULTADOS Y ANÁLISIS	19
Co-creación	19
Diseño de la aplicación	20
Mockups o bocetos	20
Desarrollo Front-End y Back-End	24
Configuración: Criterios	24
Tipo de respuesta: Número	26
Tipo de respuesta: Múltiple Sencillo	27
Tipo de respuesta: Número porcentaje	28

Tipo de respuesta: Si/No	29
Configuración: Plantillas	30
Módulo de Evaluación de equipos	34
Indicador de evaluaciones de obsolescencia	43
VII. CONCLUSIONES	45
REFERENCIAS	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios y Preguntas recopilados en la sesión de co-creación	20
Tabla 2. Descripción de los botones de la columna Evaluación	35
Tabla 3. Recomendaciones según el estado de obsolescencia	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sesión de co-creación	17
Figura 2. Mockup de las opciones de configuración	21
Figura 3. Mockup de la interfaz de Criterios	21
Figura 4. Mockup de la interfaz de Preguntas	22
Figura 5. Mockup de la interfaz de Plantillas	22
Figura 6. Mockup de edición de plantillas	23
Figura 7. Mockup inicial de la Evaluación de Obsolescencia	24
Figura 8. Submódulo de Criterios de Evaluación	25
Figura 9. Ventana de preguntas por criterio	25
Figura 10. Interfaz de creación de nueva pregunta.	26
Figura 11. Pregunta con tipo de respuesta Número	27
Figura 12. Pregunta con tipo de respuesta Múltiple sencillo	28
Figura 13. Pregunta con tipo de respuesta Número porcentaje	29
Figura 14. Pregunta con tipo de respuesta Si/No	29
Figura 15. Submódulo de Plantillas	30
Figura 16. Ventana de preguntas y criterios por plantilla	30
Figura 17. Ventana de selección de evaluaciones	31
Figura 18. Tabla de Criterios de Evaluación	32
Figura 19. Ventana de selección de preguntas	32
Figura 20. Tabla de Preguntas	33
Figura 21. Rango de obsolescencia	34
Figura 22. Submódulo de evaluación de equipos	34
Figura 23. Selección de plantilla	35
Figura 24. Interfaz de evaluación	36
Figura 25. Información del equipo en la interfaz de evaluación	36
Figura 26. Lista de criterios de evaluación	37
Figura 27. Lista de respuestas para una pregunta con tipo de respuesta múltiple sencillo	37
Figura 28. Visualización de un tooltip durante la evaluación de obsolescencia	38

Figura 29. Resultado de una evaluación de prueba	38
Figura 30. Visualización del tooltip para porcentaje máximo de obsolescencia	39
Figura 31. Selección de evaluación para visualizar o editar	40
Figura 32. Visualización de una evaluación finalizada	41
Figura 33. Interfaz de copiar evaluación con datos de prueba	42
Figura 34. Barras de progreso de niveles de obsolescencia	43
Figura 35. Estados de obsolescencia	43
Figura 36. Resultados de prueba del indicador de evaluaciones de obsolescencia finalizadas en un periodo de tiempo	44
Figura 37. Datos detallados de los resultados del indicador	44

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

OMS	Organización Mundial de la Salud
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
Clase I	Dispositivo biomédico con riesgo clase I
Clase IIA	Dispositivo biomédico con riesgo clase IIA
Clase IIB	Dispositivo biomédico con riesgo clase IIB
Clase III	Dispositivo biomédico con riesgo clase III
UdeA	Universidad de Antioquia
QS	QSystems S.A.S.

RESUMEN

El análisis del estado de obsolescencia hace parte fundamental de los departamentos de ingeniería clínica, permitiendo conocer el estado actual de la tecnología médica. Para apoyar este análisis, la empresa QSystems, referente en el mercado en software de ingeniería clínica, requiere un rediseño de su módulo de evaluación de obsolescencia del sistema Keeper, para esto se hace uso de la metodología de co-creación, estableciendo las necesidades que desde la práctica profesional se realizan hoy en día al momento de realizar una evaluación de obsolescencia en un departamento de ingeniería clínica.

Este nuevo módulo permite la creación de plantillas de evaluación altamente personalizables para asegurar que la evaluación de los equipos biomédicos se ajuste a los criterios que más impacto tienen sobre cada tecnología, permitiendo así una evaluación de obsolescencia flexible y que se adapte a instituciones y niveles de complejidad. El módulo cuenta con opciones para añadir criterios, donde cada uno puede contener un banco de preguntas y además diferentes tipos de respuesta, que van desde campos numéricos hasta menús desplegables de opciones múltiples.

Con este módulo se busca optimizar el proceso de evaluación de tecnología tanto de equipos biomédicos como de otras tecnologías de interés en toda la cadena de valor en la industria de la salud, relacionada al ciclo de gestión de una empresa o entidad en donde el uso de tecnología en estado de obsolescencia puede presentar una oportunidad de eficiencia o inclusive un riesgo operativo.

Palabras clave — Obsolescencia, Equipo biomédico, Ingeniería clínica, Módulo de evaluación, Co-creación.

ABSTRACT

The obsolescence analysis is a fundamental part of clinical engineering departments, allowing to know the current state of medical technology. To support this analysis, the company QSystems, a benchmark in the clinical engineering software market, requires a redesign of the obsolescence evaluation module of the Keeper system, for which the co-creation methodology is used. This methodology is used to establish the needs in a clinical engineering department regarding an obsolescence evaluation.

This new module allows the creation of highly customizable evaluation templates to ensure that the evaluation of biomedical equipment meets the criteria that have the most impact on each technology, thus allowing a flexible obsolescence evaluation. The module has options to add criteria, where each criterion can contain a bank of questions and there are also different types of answers, from numerical fields to multiple choice drop-down menus.

This module seeks to optimize the technology evaluation process of both biomedical equipment and other technologies of interest throughout the value chain related to the management cycle of a company or entity, where the use of technology in a state of obsolescence may present a risk.

***Keywords* — Obsolescence, Biomedical equipment, Clinical engineering, Evaluation module, Co-creation.**

I. INTRODUCCIÓN

En el ciclo de gestión de dispositivos médicos el análisis de obsolescencia hace parte de la disposición final de los equipos, donde se busca evaluar que el funcionamiento de los dispositivos se encuentre en un rango adecuado de cumplimiento basado en múltiples criterios, y en caso de que no se cumpla, se continúe con un procedimiento que pueda evitar un cese de las actividades y lucro cesante en las áreas donde se encuentre el equipo y posibles eventos adversos asociados a fallas del dispositivo, errores de fabricación, error de armado, problemas de mantenimiento, reparación o calibración [1].

El uso de dispositivos médicos en estado de obsolescencia presenta un riesgo directo a los pacientes ya que es posible encontrar dispositivos con un tiempo de uso mayor a su vida útil, dispositivos con una cantidad alta de mantenimientos correctivos o incluso equipos con numerosos eventos adversos reportados en otras instituciones, siendo estas razones válidas para considerar iniciar un proceso de reposición. Así mismo, aspectos financieros como la depreciación de un equipo, los costos de mano de obra derivados de actividades de mantenimiento o de refracciones permiten analizar el costo-beneficio [2] y así establecer criterios para iniciar el fin del ciclo de vida de un equipo.

En el estudio estadístico realizado por De Vries et al [3], en donde se estudia la incidencia y naturaleza de los eventos adversos en centros hospitalarios de Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda, se reporta que entre el 2.3% y el 27.3% de los eventos adversos estudiados son relacionados a equipos o suministros defectuosos, personal poco capacitado, sin entrenamiento o sin supervisión y a la falta de protocolos de falla. Este tipo de evento adverso puede ser evitado si se realiza una reposición de la tecnología, jornadas de capacitación y buenas prácticas protocolarias, ahora bien, esto puede ser identificado en una evaluación de obsolescencia.

Una opción para mejorar el impacto de la disposición final es implementar un índice o nivel de obsolescencia, siendo esta una herramienta para evaluar el estado de los equipos biomédicos que están prestando servicio, con esto se busca mejorar la seguridad de los pacientes y la prestación de servicios de salud de las entidades e instituciones, además de proveer detalles importantes al

momento de planear y priorizar la adquisición de nuevas tecnologías. Este índice aplicaría a todos los equipos médicos, principalmente aquellos que ya cumplan su vida útil.

De acuerdo a la propuesta de Ibarra [4], se tienen tres evaluaciones que se encargan de caracterizar el nivel de obsolescencia: Evaluación técnica, Evaluación clínica y Evaluación económica, cada una tiene un peso diferente, que puede variar según las necesidades de la institución, y con estas se logra estimar un índice que contrasta el estado actual del equipo con su obsolescencia, permitiendo así un análisis menos sesgado y con mejores indicadores a la hora de decidir la disposición final del dispositivo.

El software Keeper desarrollado por QSYSTEMS S.A.S. cuenta con herramientas para la gestión de mantenimiento asistido por computadora, CMMS por sus siglas en inglés, este software apoya principalmente las actividades realizadas en los departamentos de ingeniería clínica en los hospitales, clínicas, laboratorios e incluso proveedores de equipos médicos, y un área importante de la gestión de los dispositivos médicos es el ciclo de vida, en donde la disposición final tiene un gran impacto.

Con la finalidad de facilitar este proceso se propone un nuevo módulo para el software Keeper en donde se puedan analizar todos los parámetros pertinentes en el análisis de obsolescencia, permitiendo la modificación dinámica de las opciones y el peso de estas según el ámbito o interés del usuario, cumpliendo con los más altos estándares de calidad y cumpliendo la norma en su totalidad para garantizar un módulo efectivo y confiable, para esto se usó una metodología de co-creación basada en design thinking consultando ingenieros biomédicos y bioingenieros de diferentes instituciones del país para identificar sus necesidades y las actividades más críticas en el proceso de la evaluación de obsolescencia de los dispositivos médicos.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Rediseñar el módulo de evaluación de obsolescencia para dispositivos médicos en el software Keeper de la empresa QSYSTEMS S.A.S.

B. Objetivos específicos

- Caracterizar las evaluaciones técnicas, clínicas y económicas de dispositivos médicos para determinar los parámetros principales en la aplicación.
- Diseñar el módulo de obsolescencia que permita parametrizar el peso de los parámetros de las evaluaciones pertinentes.
- Generar indicadores que permitan el análisis del estado de obsolescencia de los dispositivos médicos según el resultado de las evaluaciones técnicas, clínicas y económicas.
- Integrar el módulo de obsolescencia al software Keeper de la empresa QSYSTEMS S.A.S., cumpliendo con los estándares de calidad requeridos por la industria.

III. MARCO TEÓRICO

En ingeniería clínica cuando un equipo no se encuentra en los rangos de funcionamiento adecuados debe retirarse del servicio como medida preventiva [4], esto se hace para garantizar que el proceso del cual hace parte el equipo no presente fallas por un evento previsible, para poder tomar esta decisión se realizan evaluaciones que caractericen el estado de obsolescencia actual, estas evaluaciones constan de criterios técnicos, clínicos y económicos principalmente, según la necesidad de la entidad pueden existir otros criterios que afecten el resultado de la evaluación.

Evaluar la obsolescencia de los dispositivos biomédicos permite asignar un estado cuantitativo para tomar una decisión al momento de empezar un proceso de reposición, de acuerdo con Ibarra [4], las evaluaciones se pueden clasificar en técnica, clínica y económica.

Evaluación técnica

Esta evaluación permite conocer el estado técnico actual de un dispositivo, evaluando criterios propios del equipo como:

- **Disponibilidad de soporte de consumibles:** Esta disponibilidad es medida en años y se divide en diferentes rangos, donde el Decreto 4725 de 2005 en el artículo 24 [5] especifica que se debe contar con mínimo 5 años o durante la totalidad de la vida útil si esta es inferior, los rangos propuestos por Ibarra son: entre 1 y 3 años, 3 a 5 años o más de 7 años. Se consideran consumibles todos los elementos adicionales que un dispositivo necesite para su funcionamiento, papel, líquidos, etc.
- **Cantidad de eventos adversos reportados:** Se debe tener en cuenta tanto los eventos adversos ocurridos en la institución como en otras instituciones en caso de que se tenga acceso a esta información.
- **Vida útil contable:** es el periodo de tiempo en el cual el dispositivo cumple con las funcionalidades para lo cual fue creado o diseñado [2] y participa en la correcta ejecución del servicio en el que está asignado. Este dato suele ser definido por el área contable de las instituciones [4].

- **Edad del equipo:** es el número de años que tiene el equipo y se puede medir desde su fabricación o fecha de adquisición.
- **Relación entre vida útil y edad del equipo:** Permite conocer que tan vigente está la tecnología comparada con nuevos dispositivos.
- **Cantidad de mantenimientos correctivos:** es la cantidad de reparaciones eventuales del dispositivo en el último año. Donde a mayor cantidad de mantenimientos realizados se considera como un mal indicador.
- **Proveedor de soporte técnico:** es la capacidad de ofrecer servicio de soporte técnico permanente durante la vida útil del dispositivo de acuerdo con el Decreto 4725 de 2005 en el artículo 35 [5], y puede ser directamente con el fabricante o con otro proveedor autorizado.
- **Disponibilidad de repuestos:** es el periodo de tiempo en el que se tiene disponibilidad para la adquisición de repuestos para el dispositivo, bien sea por el fabricante o un distribuidor autorizado. La insuficiencia en la disponibilidad de repuestos puede llegar a ser un factor crítico en caso de no contar con ellos.

Evaluación clínica

La evaluación clínica está ligada a la percepción de los usuarios finales, es decir, personal médico-asistencial que está en contacto con el dispositivo. Al ser este un criterio subjetivo [6], Ibarra sugiere un acompañamiento de un grupo de profesionales encargados del uso del equipo a la hora de realizar la evaluación [4]. Los criterios sugeridos en la guía de obsolescencia son los siguientes:

- **Porcentaje de operabilidad del equipo:** Esta pregunta intenta cuantificar el uso del equipo dentro del servicio en el que este asignado para así poder darle peso dentro de la evaluación.
- **Grado de satisfacción del equipo:** es un criterio altamente subjetivo porque su intención es asignarle un peso a la percepción de los usuarios finales, se evalúa con Baja, Media y Alta.
- **Cobertura de las necesidades actuales:** Indica que tanto de las necesidades actuales se cubre con el dispositivo que se está evaluando, se evalúa con Baja, Media o Alta.

Evaluación económica

Para esta evaluación se recomienda usar el precio de adquisición del dispositivo registrado en las facturas de compra [4], y en caso de que el equipo haya sido donado se debe solicitar el valor contable del mismo. Adicionalmente, se debe tener la información de los costos en mantenimientos durante el año anterior a la evaluación para así calcular la relación sugerida en la propuesta de índice de obsolescencia de Ibarra. La relación debe ser calculada como Precio de Adquisición sobre Costo de Mantenimiento por Año, y con este resultado se asigna un valor a la evaluación.

Pueden existir evaluaciones que no son contempladas por estas tres categorías, pero que pueden afectar directamente la implementación del proceso de obsolescencia, tales como inconvenientes con registros sanitarios [5], cese abrupto de soporte por parte de proveedores, recolección de dispositivos por parte de fabricantes debido a fallas técnicas, etc. Estos casos atípicos también deben de ser considerados para ofrecer un mejor resultado.

El peso de cada una de las evaluaciones está sujeto a la necesidad de la institución, así como también lo es el peso de los criterios en las evaluaciones, una vez se tengan los porcentajes de cada evaluación se puede estimar un índice cuantitativo que ayuda a la toma de decisiones en cuanto a la disposición final de los equipos, según la Guía para diligenciar la propuesta de índice de obsolescencia de equipos biomédicos los resultados de este índice se pueden interpretar así:

Reposición inmediata: Índice entre 90% y 100%, el equipo no es viable y se recomienda su reposición.

Renovación de la tecnología a la brevedad (Plazo inferior a un año): Índice entre 40% y 89.99%, el equipo puede mantenerse en servicio, pero se recomienda su reposición en un plazo inferior a un año.

Evaluar tecnología en un año: Índice entre 11% y 39.99%, el equipo se encuentra en condiciones aceptables, pero se requiere constante seguimiento.

Tecnología no requiere evaluación ni renovación: Índice entre 1% y 10.99%, el equipo se encuentra en óptimas condiciones [4].

IV. METODOLOGÍA

Sesión de co-creación

Para realizar el rediseño del módulo de evaluación de obsolescencia para el sistema Keeper, se realizó una sesión de co-creación, ver Figura 1, con diferentes profesionales del área de ingeniería clínica y bioingenieros de otros sectores como por ejemplo distribuidores y fabricantes de tecnologías, para lograr una perspectiva más amplia de las necesidades a la hora de evaluar el estado de la tecnología biomédica, con la finalidad de caracterizar los parámetros de la evaluación técnica, clínica y económica y los tipos de respuesta requeridos para estas evaluaciones.



Figura 1. Sesión de co-creación

Con esta reunión se pretendió establecer un marco de operación plurivalente, en donde el módulo de evaluación pueda ser implementado no solo para dispositivos biomédicos dentro de un hospital o clínica, sino en cualquier área donde se implemente un equipo, bien sea en una empresa fabricante de dispositivos médicos o una empresa de servicios en donde se alquilan equipos COMO DATO.

Diseño de la aplicación

El diseño del módulo se hizo primera instancia desde su funcionalidad de configuración, luego se diseñó el componente de evaluación y finalmente la presentación de los resultados mediante indicadores. La intención de este enfoque en el desarrollo fue crear los medios para adaptar el módulo a las necesidades independientes de cada usuario y a cualquier tamaño o complejidad de institución.

Desarrollo Front-End

El diseño del módulo debe de cumplir con el estándar de calidad implementado en QSystems para la aplicación de Keeper, para satisfacer esto se realizaron diferentes bocetos para garantizar que el diseño fuera acorde a lo requerido en cuanto a Interfaz de Usuario y la Experiencia de Usuario, la ejecución de este paso se realizó en la plataforma Figma© con la finalidad de replicar lo más preciso posible el resultado final, con base en estos bocetos se procedió a desarrollar la interfaz. El boceto de la interfaz fue diseñado tomando en cuenta todas las recomendaciones y comentarios mencionados durante la sesión de co-creación.

El framework que se usó para programar la interfaz del módulo fue Vue2, para esto se tuvo un periodo de entrenamiento y capacitación por parte de QSystems en el uso de la herramienta, una vez se terminó esta inducción se continuó directamente con el desarrollo del módulo usando como base el boceto elegido.

Desarrollo Back End

La estructura del Back-End se realizó en conjunto con el equipo técnico de QSystems para garantizar una cohesión con el resto de la plataforma, el back-end está desarrollado en fue JavaE, usando como motor de base de datos MySQL.

Siguiendo los lineamientos de co-creación se diseñó toda la estructura del proyecto de manera que fuera sostenible en el tiempo y escalable a múltiples tipos de entornos, sin limitar el número de evaluaciones, preguntas o respuestas. Contando con dos interfaces principales: Configuración y Evaluación.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Co-creación

De la sesión de co-creación se obtuvieron resultados que permitieron establecer una ruta de diseño y desarrollo asertiva. Es importante resaltar que las ideas que fueron expresadas durante la sesión hacen parte del día a día de los bioingenieros e ingenieros biomédicos que trabajan en la industria y permiten establecer las necesidades actuales con información confiable.

Una de las principales necesidades identificada en la sesión de co-creación fue la posibilidad de establecer de forma dinámica el peso de las evaluaciones técnica, clínica y económica, también de cada uno de los criterios y sus tipos de respuesta, debido a que no es posible adecuar un único modelo a los requisitos de cada institución. Además de la dinamización de las evaluaciones, se obtuvo una lista de criterios que no son contemplados en la guía propuesta por el ministerio de salud, permitiendo así crear un conjunto de evaluaciones, criterios y respuestas que servirán como punto de partida al momento de definir una evaluación.

Durante la sesión de co-creación, se definió que existen casos en los que un equipo debe ser considerado obsoleto solo por un criterio, por ejemplo, si un equipo biomédico nuevo en el último año ha tenido gastos en reparaciones que superen el 80% de su precio inicial, se considera razón suficiente para categorizarlo como equipo elegible para su reposición o como un equipo obsoleto.

No es posible definir una evaluación para todos los dispositivos médicos, la vida útil de un dispositivo de baja complejidad no es comparable en todos los casos con la vida útil de un equipo de alta complejidad, por ejemplo, un desfibrilador tiene una vida útil estimada de 7 años, mientras que la de flujómetro es de 15 años [7], por esto que se decide diseñar el módulo de evaluación de obsolescencia con Plantillas, estas plantillas se conformarán de Criterios (evaluaciones) y cada criterio tendrá un tipo de respuesta según se necesite, permitiendo una flexibilidad en todo el proceso de la operación.

Comparando los criterios y las preguntas obtenidas en la sesión de co-creación con los sugeridos por la guía del ministerio de salud, se encuentra que la mayoría de los criterios propuestos por Ibarra son necesarios para las evaluaciones de obsolescencia, en la Tabla 1 se tiene algunas preguntas usadas por los expertos que no se encuentran en la guía pero que son de igual validez.

Tabla 1. Criterios y Preguntas recopilados en la sesión de co-creación

Criterio	Pregunta
Técnico	Manual de operación (Usuario y Servicio)
	Disponibilidad y costo de dispositivos de sustitución
	Cumplimiento de normas vigentes
	Clasificación del equipo (Clase I, Clase IIA, Clase IIB o Clase III)
	Complejidad del mantenimiento
	Frecuencia de fallas
Clínico	Seguridad en el uso
	Encuesta a coordinadores de área
Económico	Relación entre el precio actual/costo de mantenimiento
	Relación entre el costo de mantenimiento/costo de reposición

Estas preguntas adicionales complementan la evaluación de obsolescencia al cubrir un rango más amplio de los criterios técnicos, clínicos y económicos, posibilitando una evaluación más detallada del estado actual de la tecnología.

Diseño de la aplicación

Mockups o bocetos

Siguiendo el orden establecido después de analizar los resultados de la sesión de co-creación, se inició con el diseño de la Configuración del módulo, en donde se tendría una nueva opción de fácil acceso para la Evaluación de Obsolescencia y que incluye dos opciones más para el registro de criterios y la creación de plantillas, ver Figura 2.

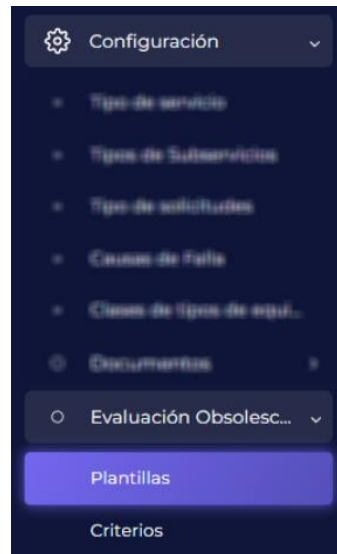


Figura 2. Mockup de las opciones de configuración

Con la ubicación de la Configuración de la Evaluación de Obsolescencia ya establecida dentro de Keeper se procede a diseñar la interfaz de los Criterios, que a su vez contiene la interfaz de las respuestas y tipos de respuesta, en la Figura 3 y Figura 4 se tiene los bocetos iniciales de estas interfaces.

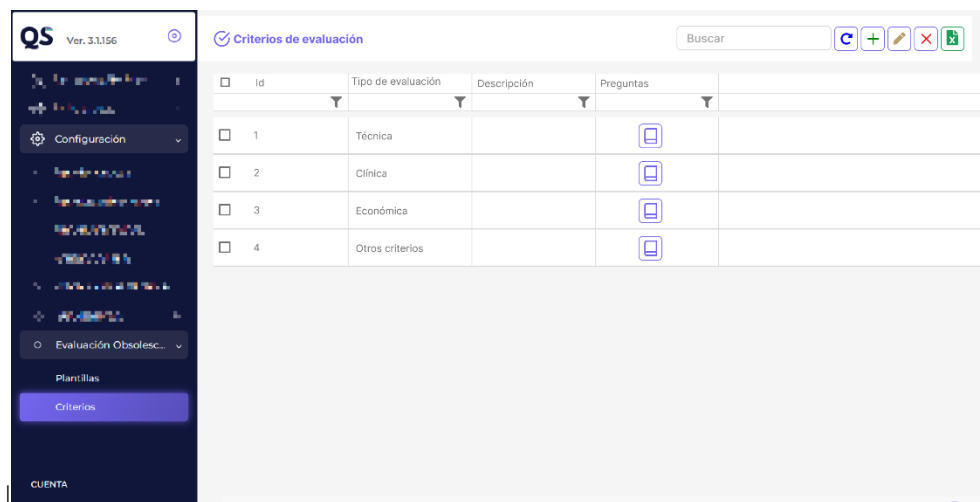


Figura 3. Mockup de la interfaz de Criterios

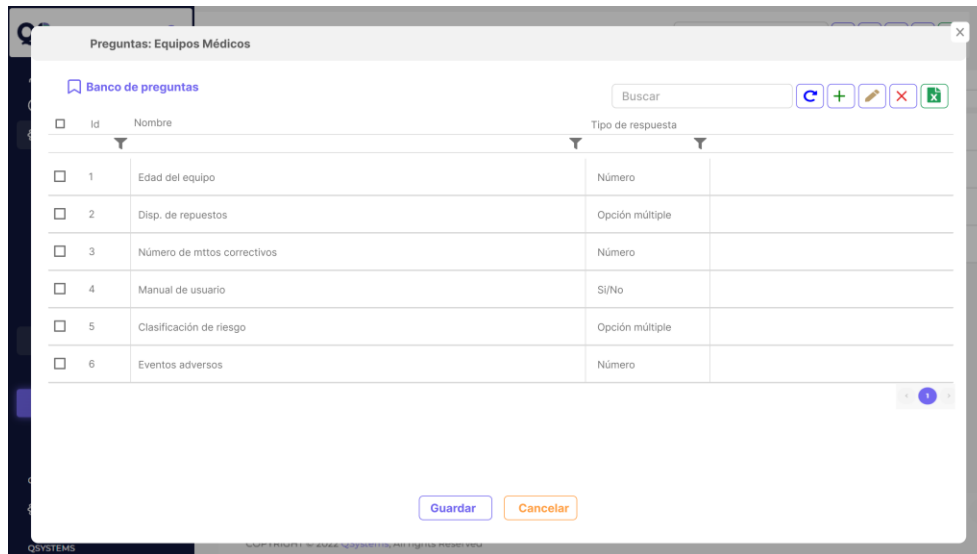


Figura 4. Mockup de la interfaz de Preguntas

Con los diseños de Criterios y Preguntas establecidos se continúa con el mockup de las plantillas, ver Figura 5 y Figura 6. Para cada Plantilla, se tendrá la posibilidad de agregar criterios con un peso parametrizable, y para cada uno de estos, se podrá seleccionar una serie de preguntas, también con un peso parametrizable y con la opción de marcar cuáles serán consideradas como un Criterio de Exclusión.

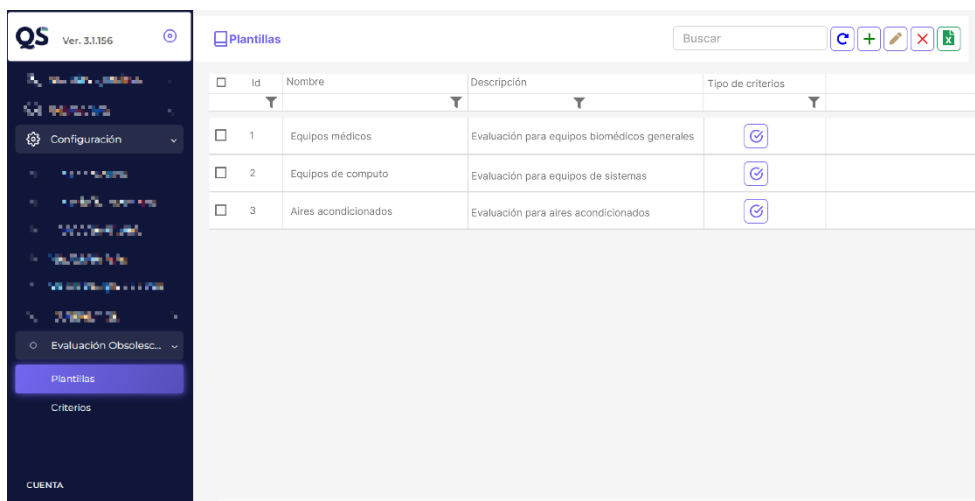


Figura 5. Mockup de la interfaz de Plantillas

Se propuso una columna de “Tipo de Criterios”, donde se abre una ventana para elegir cuáles preguntas y criterios van a constituir esta plantilla.

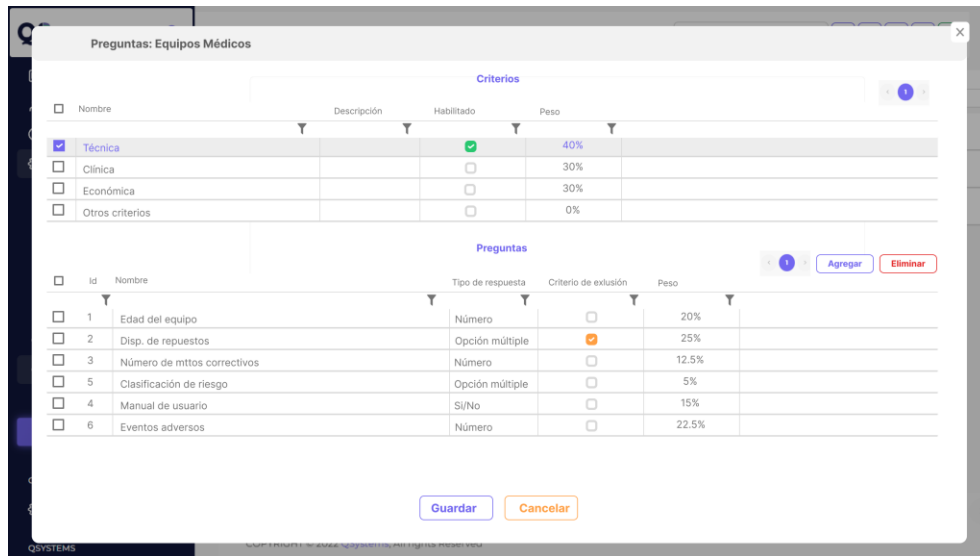


Figura 6. Mockup de edición de plantillas. La interfaz muestra un formulario de edición de plantillas con dos tablas principales. La primera tabla, titulada 'Criterios', tiene columnas para Nombre, Descripción, Habilitado y Peso. La segunda tabla, titulada 'Preguntas', tiene columnas para Id, Nombre, Tipo de respuesta, Criterio de exclusión y Peso. Ambas tablas tienen botones de acción como 'Agregar' y 'Eliminar'.

Criterios				
<input type="checkbox"/>	Nombre	Descripción	Habilitado	Peso
<input checked="" type="checkbox"/>	Técnica		<input checked="" type="checkbox"/>	40%
<input type="checkbox"/>	Clinica		<input type="checkbox"/>	30%
<input type="checkbox"/>	Económica		<input type="checkbox"/>	30%
<input type="checkbox"/>	Otros criterios		<input type="checkbox"/>	0%

Preguntas					
<input type="checkbox"/>	Id	Nombre	Tipo de respuesta	Criterio de exclusión	Peso
<input type="checkbox"/>	1	Edad del equipo	Número	<input type="checkbox"/>	20%
<input type="checkbox"/>	2	Disp. de repuestos	Opción múltiple	<input checked="" type="checkbox"/>	25%
<input type="checkbox"/>	3	Número de mttos correctivos	Número	<input type="checkbox"/>	12.5%
<input type="checkbox"/>	5	Clasificación de riesgo	Opción múltiple	<input type="checkbox"/>	5%
<input type="checkbox"/>	4	Manual de usuario	Si/No	<input type="checkbox"/>	15%
<input type="checkbox"/>	6	Eventos adversos	Número	<input type="checkbox"/>	22.5%

Figura 6. Mockup de edición de plantillas

La interfaz de las plantillas se decidió hacer en dos tablas para mejorar la experiencia de usuario tanto en dispositivos de escritorio como móviles, además de tener la posibilidad de mostrar la mayor cantidad de información sin saturar la interfaz.

El módulo de evaluación es ubicado justo debajo de equipos y el boceto inicial se puede observar en la Figura 7, en esta interfaz se tendría la información básica de los equipos habilitados en la plataforma Keeper y adicional a esto se adicionan 3 columnas nuevas, Evaluación, que consta de tres botones, uno para visualizar evaluaciones realizadas, otro para crear una nueva evaluación y un último botón para copiar la evaluación de un equipo a otros equipos. Una columna de “Última Evaluación” para mostrar la fecha en la que se realizó la última evaluación de obsolescencia del equipo y finalmente una columna en donde se visualiza de forma gráfica el resultado del índice de obsolescencia.

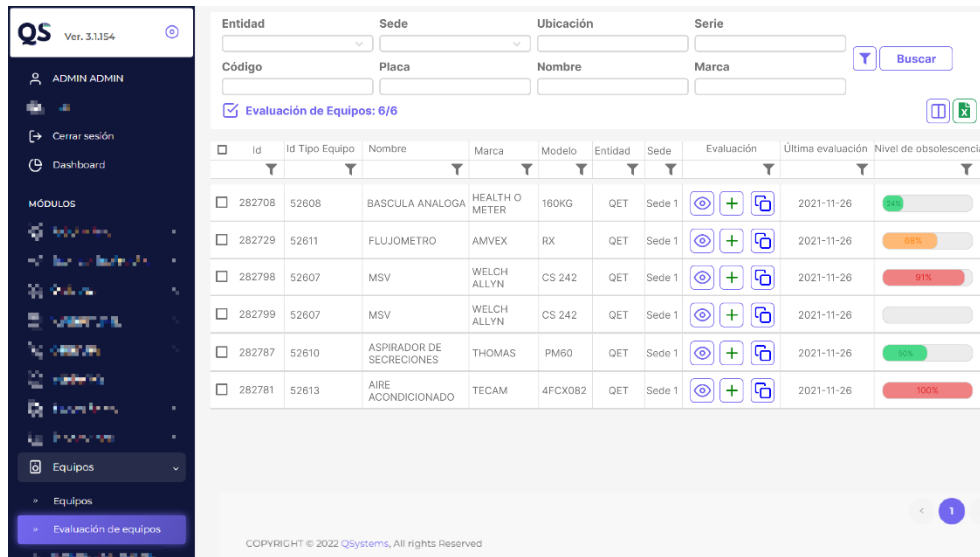


Figura 7. Mockup inicial de la Evaluación de Obsolescencia

Con estos mockups o bocetos se inició el desarrollo tanto del Front-End como del Back-End, lo que permitió seguir una ruta bien estructurada y definida para evitar reprocesos en medio del desarrollo.

Desarrollo Front-End y Back-End

El Front-End fue desarrollado en Vue2, un framework progresivo enfocado en construir interfaces de usuario incrementales mediante el uso de componentes [8], por lo que cada interfaz tiene uno más componentes que se comunican entre ellos, teniendo una jerarquía entre las capas.

Configuración: Criterios

El submódulo de Criterios de Evaluación, ver Figura 8, consta de una barra de herramientas que permite filtrar los criterios existentes por palabras clave y botones para actualizar los datos, crear un nuevo criterio, editar un criterio existente, eliminar un criterio o exportar la lista de criterios a un archivo de Excel®, luego se tiene la tabla principal en donde se listan los criterios existentes, su descripción y un botón para relacionar preguntas a dicho criterio.

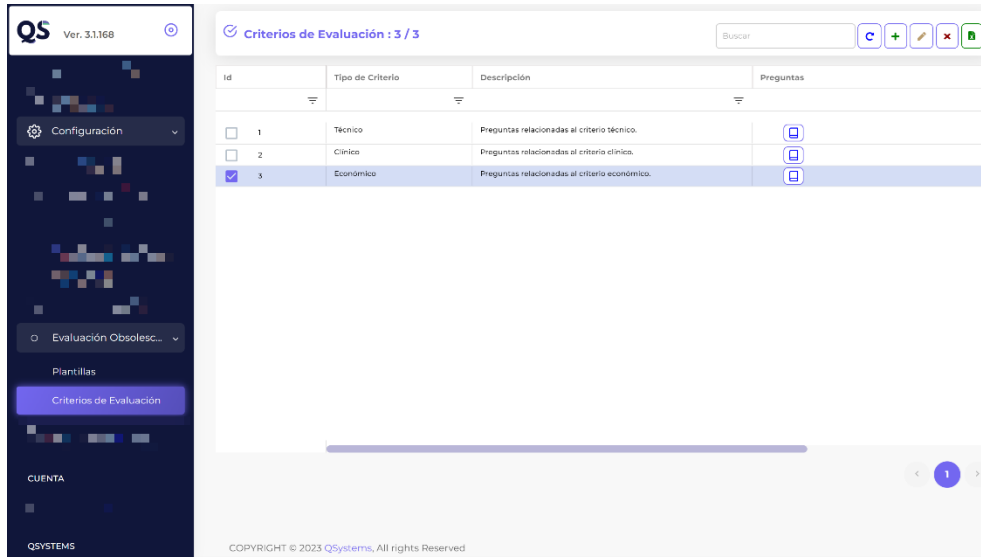


Figura 8. Submódulo de Criterios de Evaluación

Al hacer clic en el botón de preguntas se abre una nueva ventana en la que se listan todas las preguntas relacionadas al criterio seleccionado, ver Figura 9.

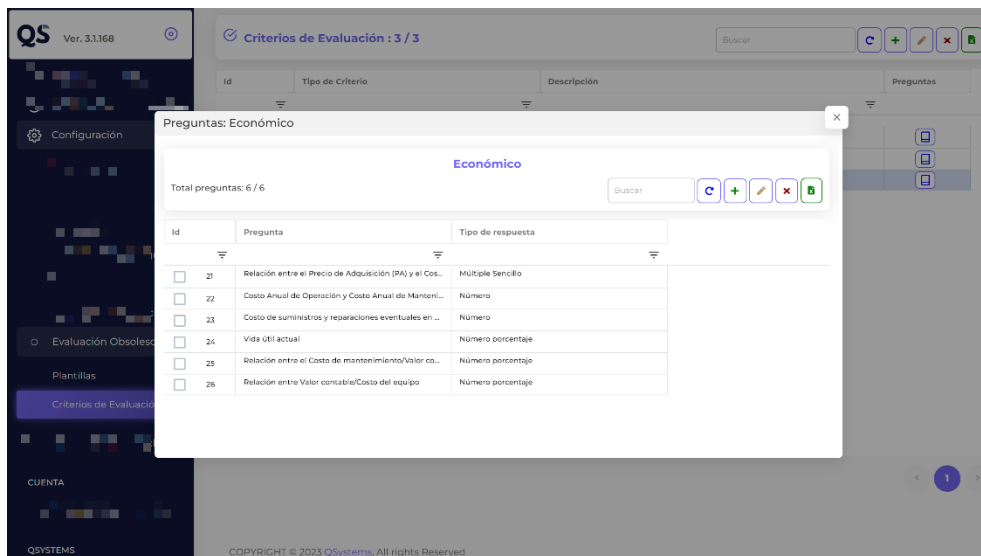


Figura 9. Ventana de preguntas por criterio

En esta ventana se cuenta con la posibilidad de crear, editar, eliminar y exportar las preguntas, ahora, al momento de crear una nueva pregunta se tendrá la posibilidad de escoger cuál es el tipo de respuesta que mejor representa a la pregunta; Número, Múltiple Sencillo, Número porcentaje o Si/No, y una casilla de descripción que será usada como tooltip cuando se esté llenando

una evaluación particular. El diseño de creación de nuevas preguntas se puede observar en la Figura 10.

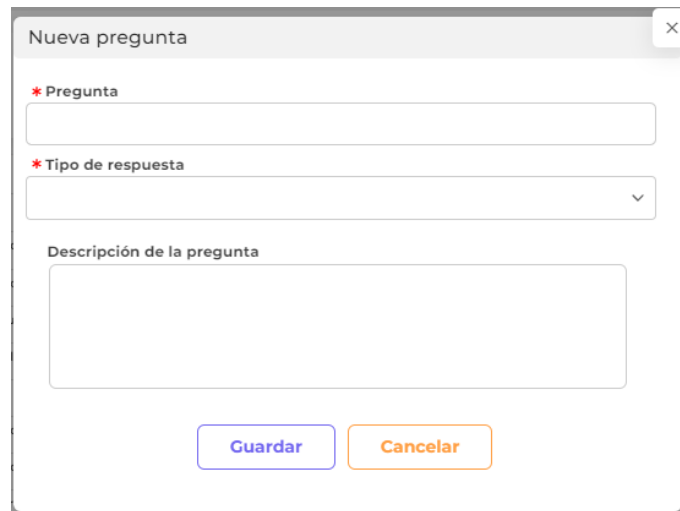
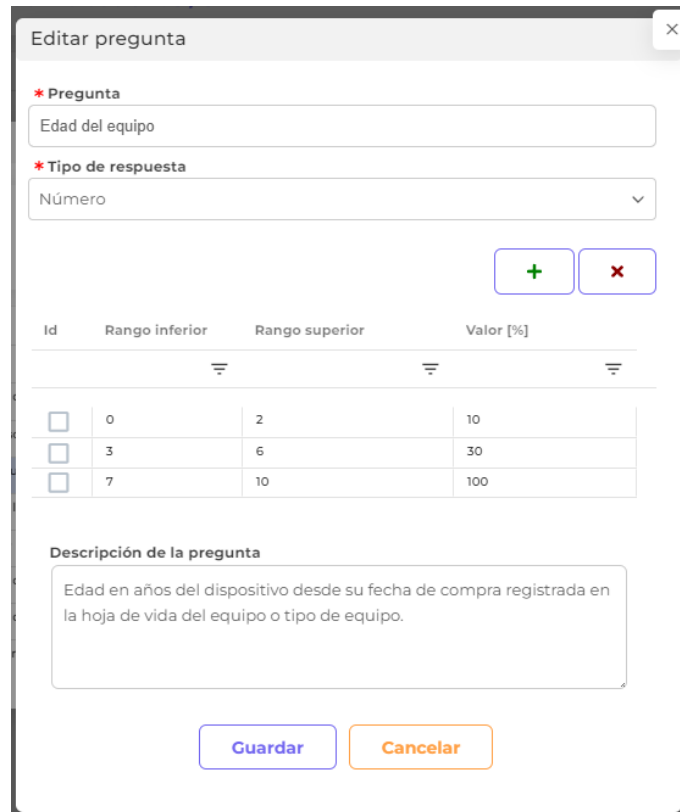
Una ventana de diálogo titulada "Nueva pregunta" con un botón de cerrar (X) en la esquina superior derecha. El formulario contiene tres campos obligatorios: "Pregunta" (un campo de texto), "Tipo de respuesta" (un menú desplegable) y "Descripción de la pregunta" (un campo de texto). En la parte inferior hay dos botones: "Guardar" (azul) y "Cancelar" (naranja).

Figura 10. Interfaz de creación de nueva pregunta.

Según el tipo de respuesta se tendrán diferentes interfaces para agregar las opciones de respuesta, bien sea un campo para escribir un número o un menú desplegable con opciones.

Tipo de respuesta: Número

Este tipo de respuesta está diseñado para que el campo ingresado sea numérico, y de acuerdo con un rango inferior y un rango superior sea posible asignarle un valor o peso, con la condición de que el valor ingresado sea mayor o igual al rango inferior y menor que el rango superior, en la Figura 11 se muestra un ejemplo con la edad del equipo y posibles rangos de respuesta. Además, se pueden agregar más opciones de respuesta o eliminar alguna existente.



The screenshot shows a form titled "Editar pregunta" with the following fields and elements:

- * Pregunta:** A text input field containing "Edad del equipo".
- * Tipo de respuesta:** A dropdown menu set to "Número".
- Two buttons: a green "+" button and a red "x" button.
- A table with the following columns: "Id", "Rango inferior", "Rango superior", and "Valor [%]".
- Three rows of data in the table, each with a checkbox in the "Id" column.
- Descripción de la pregunta:** A text area containing "Edad en años del dispositivo desde su fecha de compra registrada en la hoja de vida del equipo o tipo de equipo."
- Two buttons at the bottom: "Guardar" (blue) and "Cancelar" (orange).

Id	Rango inferior	Rango superior	Valor [%]
<input type="checkbox"/>	0	2	10
<input type="checkbox"/>	3	6	30
<input type="checkbox"/>	7	10	100

Figura 11. Pregunta con tipo de respuesta Número

Tipo de respuesta: Múltiple Sencillo

Para las preguntas que requieran una respuesta de selección múltiple se tiene el campo Múltiple sencillo, ver Figura 12, donde no se usan rango inferior ni superior sino una respuesta única, y las opciones ingresadas serán visibles mediante un menú desplegable al momento de responder la evaluación, igual que en el tipo de respuesta Número se tiene un valor o peso para cada opción ingresada y se pueden agregar y eliminar respuestas.

Es importante mencionar que la columna Valor representa el porcentaje que tendrá la respuesta con respecto a la pregunta y que el campo cuenta con validación para garantizar que no se ingresen porcentajes negativos ni superiores al 100%.

Editar pregunta

* **Pregunta**

Disponibilidad de soporte de consumibles (Años)

* **Tipo de respuesta**

Múltiple Sencillo

+ -

Id	Respuesta	Valor [%]
<input type="checkbox"/>	Mayor a 7 años	0
<input type="checkbox"/>	De 5 a 7 años	30
<input type="checkbox"/>	De 1 a 4 años	70
<input type="checkbox"/>	No tiene soporte de consumibles	100
<input type="checkbox"/>	No requiere consumibles	0

Descripción de la pregunta

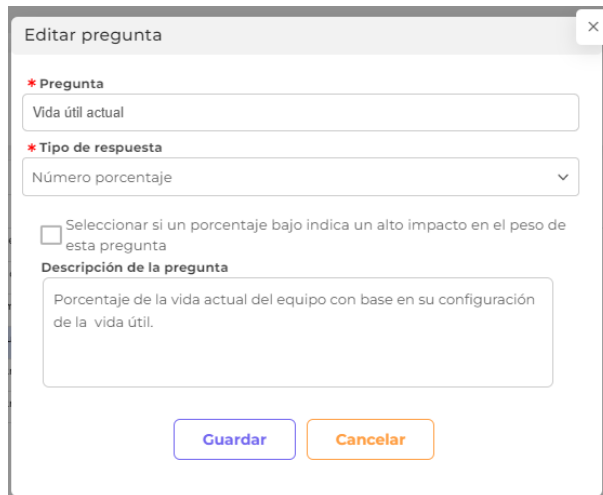
En este criterio se consideran los consumibles originales o aquellos que han sido autorizados por el fabricante.

Guardar Cancelar

Figura 12. Pregunta con tipo de respuesta Múltiple sencillo

Tipo de respuesta: Número porcentaje

Este campo está diseñado para un valor numérico que no está ligado a un rango, es decir, cuando se requiere que el valor ingresado sea el mismo peso o valor. Por ejemplo, si se tiene el valor de la Vida útil actual, siendo esta una relación de la edad actual del equipo desde la fecha de adquisición o inicio de servicio hasta la fecha actual y la vida útil reportada por el proveedor, en esta situación resulta poco práctico definir rangos usando el tipo de respuesta Número, debido a que implicaría una gran cantidad de rangos, pero con el tipo de respuesta Número porcentaje se tomará como valor el número ingresado, haciendo más eficiente la definición de la pregunta y su respuesta.



The screenshot shows a dialog box titled "Editar pregunta" with a close button (X) in the top right corner. It contains the following fields and options:

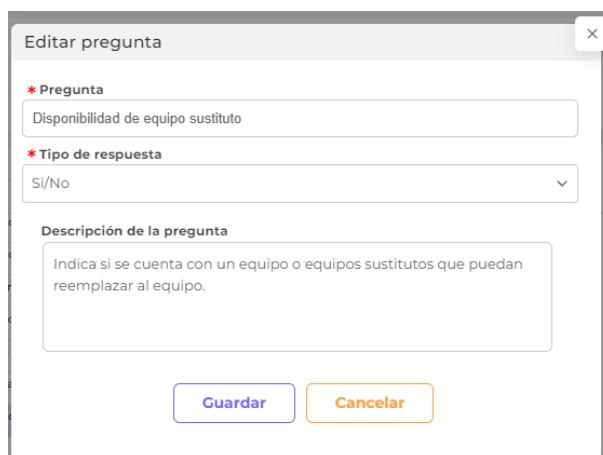
- * Pregunta:** A text input field containing "Vida útil actual".
- * Tipo de respuesta:** A dropdown menu set to "Número porcentaje".
- "Seleccionar si un porcentaje bajo indica un alto impacto en el peso de esta pregunta".
- Descripción de la pregunta:** A text area containing "Porcentaje de la vida actual del equipo con base en su configuración de la vida útil."
- At the bottom, there are two buttons: "Guardar" (blue) and "Cancelar" (orange).

Figura 13. Pregunta con tipo de respuesta Número porcentaje

Además, se cuenta con la opción de especificar si un valor de porcentaje menor implica un mayor impacto en la evaluación, por ejemplo, si se quisiera ingresar una pregunta como: “¿Qué porcentaje de usabilidad tiene el dispositivo?”, aquí un valor de usabilidad pequeño podría tener un alto impacto en la evaluación.

Tipo de respuesta: Si/No

Este tipo de respuesta está enfocado a preguntas cerradas, donde no se espera más información para poder contestar satisfactoriamente la pregunta, ver Figura 14.



The screenshot shows a dialog box titled "Editar pregunta" with a close button (X) in the top right corner. It contains the following fields and options:

- * Pregunta:** A text input field containing "Disponibilidad de equipo sustituto".
- * Tipo de respuesta:** A dropdown menu set to "Si/No".
- Descripción de la pregunta:** A text area containing "Indica si se cuenta con un equipo o equipos sustitutos que puedan reemplazar al equipo."
- At the bottom, there are two buttons: "Guardar" (blue) and "Cancelar" (orange).

Figura 14. Pregunta con tipo de respuesta Si/No

Configuración: Plantillas

El submódulo de Plantillas, al igual que Criterios de evaluación, cuenta con una barra de herramientas para crear, editar, eliminar y exportar plantillas a Excel © en la parte superior, y en la tabla principal se listan las plantillas existentes, la descripción de la plantilla, los tipos de criterio que hacen parte de la plantilla y cuál es el rango de esta evaluación, esto se puede ver en la Figura 15.

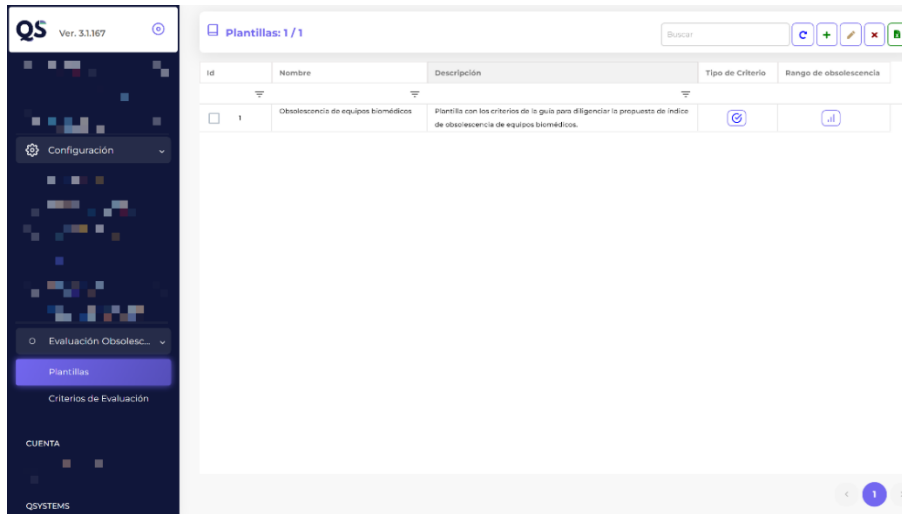


Figura 15. Submódulo de Plantillas

Para acceder a los criterios que hacen parte de la plantilla se debe hacer clic en el botón Tipo de Criterio, aquí se abrirá una nueva ventana, ver Figura 16, que permitirá seleccionar los criterios y las preguntas asociadas al criterio que se necesite agregar.

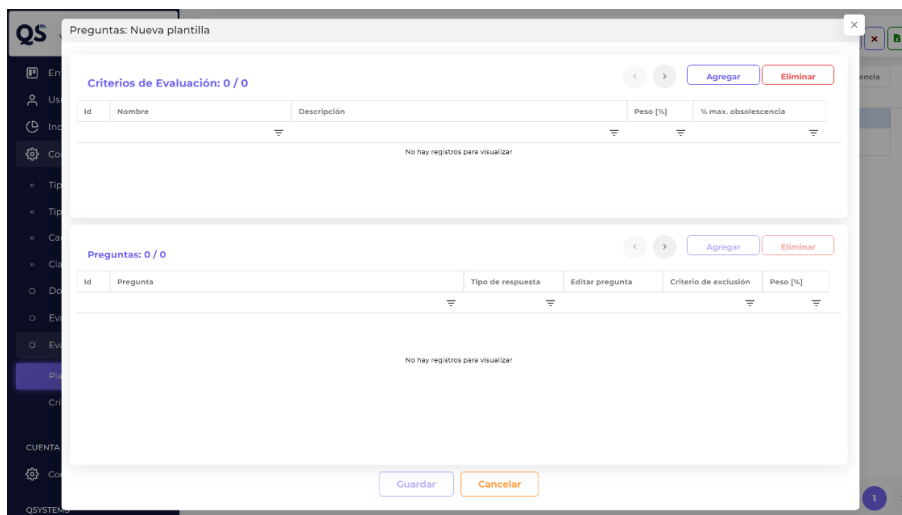


Figura 16. Ventana de preguntas y criterios por plantilla

El flujo de trabajo para esta ventana empieza con el botón “Agregar” en la sección de Criterios de Evaluación, al hacer clic en este botón se van a listar todos los criterios configurados en el submódulo de criterios, esto se puede observar en la Figura 17.

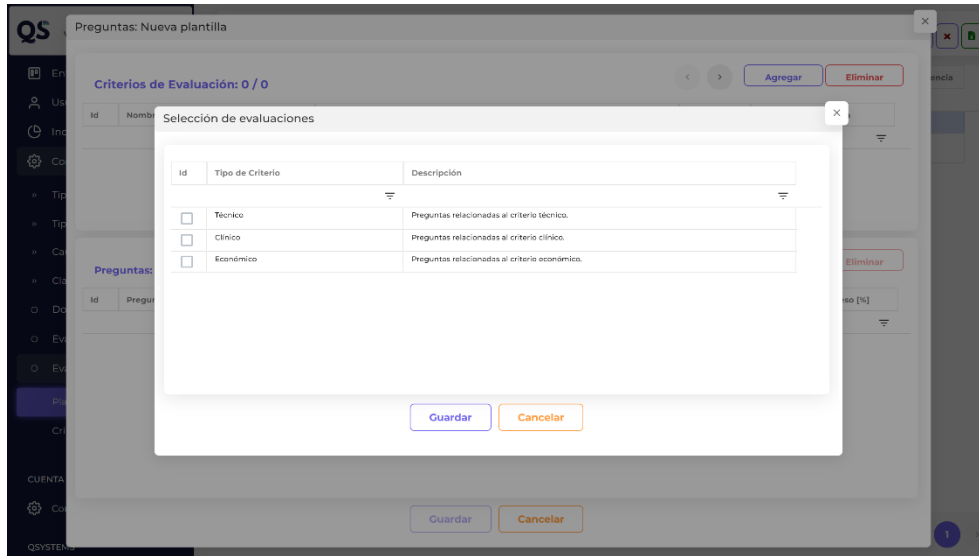


Figura 17. Ventana de selección de evaluaciones

Una vez se tienen las evaluaciones seleccionadas se debe dar clic en “Guardar”, esto llenará la tabla de criterios de evaluación, ver Figura 18, mostrando el nombre y la descripción de estos criterios. Además de permitir ingresar la información del peso de la evaluación y una columna adicional, “% max. obsolescencia”, que se refiere al porcentaje máximo que una evaluación puede alcanzar antes de ser considerada en estado de obsolescencia. Por ejemplo, si el criterio Técnico tiene un “% max. obsolescencia” de 65% pero al responder las preguntas se obtiene un resultado de 73%, este resultado supera al porcentaje máximo de obsolescencia establecido y esto es suficiente para que la evaluación total sea calificada con un 100%, permitiendo así tener la posibilidad de establecer valores límites en diferentes criterios en caso de que un criterio con poco peso pueda tener un impacto alto en el total de la evaluación.

Id	Nombre	Descripción	Peso [%]	% max. obsolescencia
<input type="checkbox"/>	Técnico	Preguntas relacionadas al criterio técnico.	0	0
<input type="checkbox"/>	Clínico	Preguntas relacionadas al criterio clínico.	0	0
<input type="checkbox"/>	Económico	Preguntas relacionadas al criterio económico.	0	0

Figura 18. Tabla de Criterios de Evaluación

Cabe resaltar que la columna de “% max. obsolescencia” no es obligatoria y puede quedarse en ceros, pero la columna de Peso si debe ser diligenciada correctamente y la suma de los pesos debe ser igual al 100%, en la parte superior se tiene una alerta indicando cuando este requisito no se cumple, informando al usuario de una manera intuitiva como completar el desarrollo de la plantilla de forma correcta.

Una vez se tiene la configuración de los Criterios de Evaluación lista, se procede a relacionar las preguntas, para esto se debe seleccionar el criterio de interés, lo que activará el botón de “Agregar” en la interfaz de Preguntas, al hacer clic en esta interfaz saldrá una lista de todas las preguntas configuradas para el criterio seleccionado, esto se puede observar en la Figura 19.

Id	Pregunta	Tipo de respuesta
<input type="checkbox"/>	(*) Edad del equipo	Número
<input type="checkbox"/>	Complejidad del mantenimiento	Múltiple Selección
<input type="checkbox"/>	Cumplimiento de normatividad vigente	Múltiple Selección
<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de equipo sustituto	Sí/No
<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de proveedor de servicio técnico	Múltiple Selección
<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de soporte de consumibles (AÑ.)	Múltiple Selección
<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de soporte de repuestos (Años)	Múltiple Selección
<input type="checkbox"/>	Eventos adversos asociados	Múltiple Selección

Figura 19. Ventana de selección de preguntas

Cuando se hayan seleccionado las preguntas que van a hacer parte de esta plantilla y se dé clic en Guardar, estas van a ser mostradas en la tabla de preguntas, ver Figura 20, donde se tendrá la posibilidad de editar las opciones de respuesta en caso de que se requiera personalizar un tipo de respuesta para esta plantilla, por ejemplo, si se requieren plantillas con opciones de Edad del Equipo con diferentes rangos, esto se puede hacer directamente en la plantilla sin modificar el criterio global. Además, se tiene la opción de marcar un criterio como “Criterio de exclusión”, esto permite identificar cuál o cuáles serán suficientes para obtener un estado de obsolescencia.

Preguntas: 4 / 4					
La suma del peso de las preguntas no es igual a 100%, actualmente es: 0%					
< 1 >					
Agregar Eliminar					
Id	Pregunta	Tipo de respuesta	Editar pregunta	Criterio de exclusión	Peso [%]
<input type="checkbox"/>	(*) Edad del equipo	Número		<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de equipo sustituto	Si/No		<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de soporte de consumibles (Años)	Múltiple Sencillo		<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de soporte de repuestos (Años)	Múltiple Sencillo		<input type="checkbox"/>	0

Figura 20. Tabla de Preguntas

Adicionalmente se tiene el peso de las preguntas y nuevamente una alerta que indica si el peso total de la evaluación está completo, denotando cual es el peso actual para ayudar al correcto llenado de la plantilla. Luego, se debe dar clic en “Guardar” y con esto se finaliza la configuración de los criterios y preguntas.

Finalmente, se debe de establecer el rango para la plantilla, esto se hace dando clic en el botón de Rango de Obsolescencia que se encuentra en el submódulo de plantillas, ver Figura 15, al hacer clic, saldrá una ventana mostrando los estados permitidos y cuales son los umbrales de estos. Adicionalmente se tiene la posibilidad de establecer una próxima evaluación con base en el estado en el que se encuentre un equipo, es decir, si un equipo está en buen estado y se configura que la próxima evaluación es en 3 años, el módulo de evaluación de equipos indicará cuando se debería hacer nuevamente esta evaluación con base en la fecha de la evaluación el valor configurado en este rango.



Figura 21. Rango de obsolescencia

Una vez establecidos estos rangos se debe dar clic en Guardar y con esto se completa la configuración de la plantilla, ahora esta plantilla puede ser usada para la evaluación de equipos.

Módulo de Evaluación de equipos

Al ingresar en el módulo de Evaluación de equipos, ver Figura 22, se tiene la posibilidad de filtrar los equipos que estén relacionados en la base de datos y buscarlos, en este módulo se muestra toda la información necesaria para el correcto desarrollo de la evaluación de obsolescencia, como lo son el nombre del equipo, marca, modelo, serial, etc.

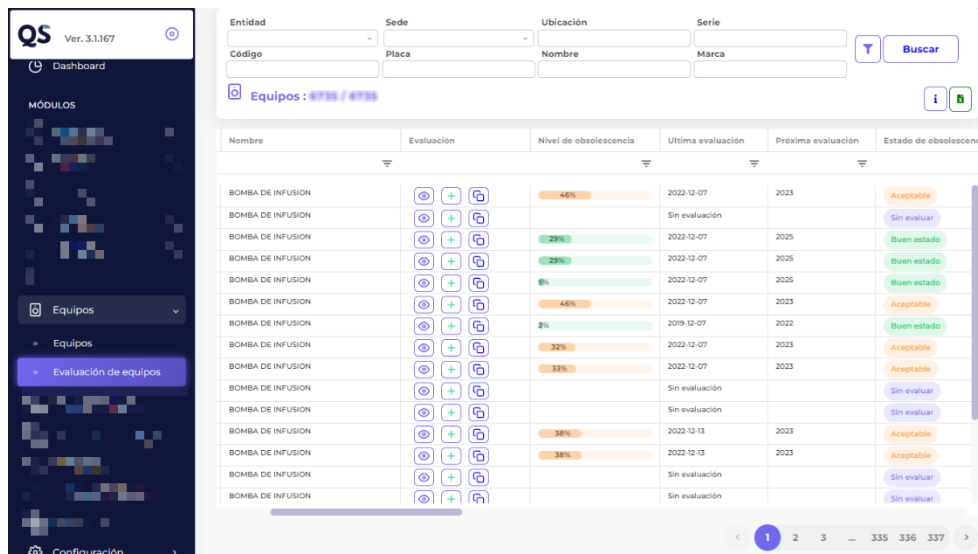





Figura 22. Submódulo de evaluación de equipos

Las columnas principales de este módulo son:

- **Evaluación:** contiene tres botones, cada uno con una función importante para el desarrollo de la evaluación, sus funciones se describen en Tabla 2:

Tabla 2. Descripción de los botones de la columna Evaluación

Icono	Nombre	Descripción
	Evaluar	Permite realizar una nueva evaluación al seleccionar una plantilla.
	Ver/Editar	Permite ver evaluaciones incompletas o finalizadas, además del reporte final y las observaciones ingresadas.
	Copiar evaluación	Permite copiar una evaluación finalizada a otros equipos, esta evaluación es copiada en estado incompleto y es necesaria la intervención del usuario para finalizarla.

○ **Evaluar**

Este botón abre una ventana para seleccionar la plantilla con la que se requiere realizar la evaluación, ver Figura 23, al elegir la plantilla adecuada y dar clic en evaluar se abrirá la interfaz principal de evaluación, la cual contiene los criterios y preguntas configuradas para la plantilla, ver Figura 24.

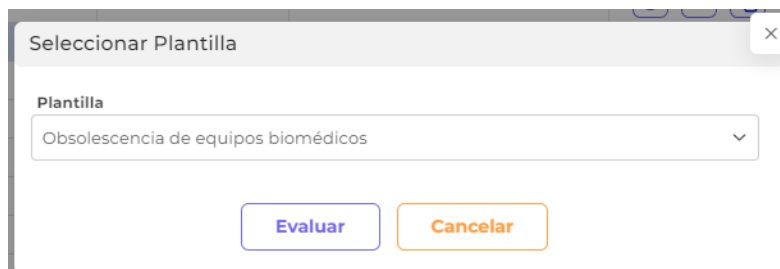


Figura 23. Selección de plantilla

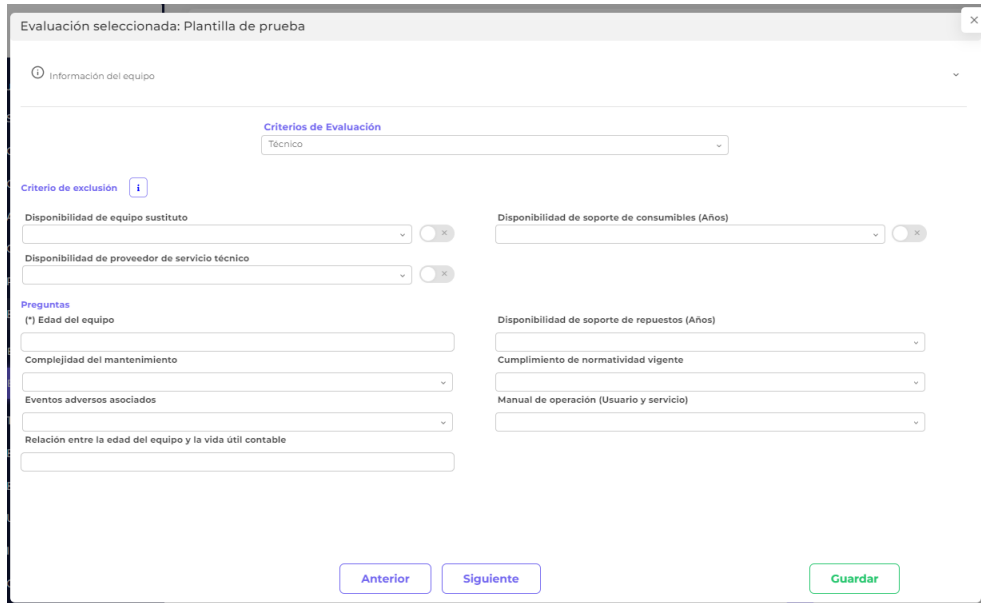


Figura 24. Interfaz de evaluación

En la parte superior se tiene un desplegable en donde se encuentra la información básica del equipo para evitar cerrar la ventana en caso de necesitar acceder a los datos como marca, modelo, serie, placa, clasificación, etc. Esto se puede ver en la Figura 25.



Figura 25. Información del equipo en la interfaz de evaluación¹

La lista de criterios se encuentra en un menú desplegable justo debajo de la información del equipo, aquí se tienen todos los criterios configurados en la plantilla y adicionalmente una opción de resultados, esto se ve en la Figura 26.

¹ Esta información hace parte de una base de datos de prueba y no representa valores comerciales ni hace parte de ninguna institución.

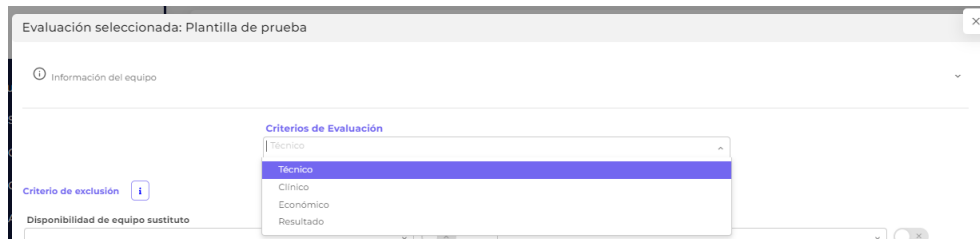


Figura 26. Lista de criterios de evaluación

Las preguntas asociadas al criterio se dividen en criterios de exclusión y preguntas, siendo los criterios de exclusión las preguntas marcadas en la configuración de la plantilla, específicamente en la tabla de preguntas, ver Figura 20, estas preguntas cuentan con un componente tipo interruptor para identificar si la respuesta de la pregunta es suficiente para establecer el estado de la evaluación como obsoleto, en caso de no activar el interruptor la pregunta será calculada como una pregunta normal.

En la Figura 27 se tiene la forma de visualización de una pregunta cuyo tipo de respuesta es del tipo múltiple sencillo y adicionalmente es un criterio de exclusión con el interruptor activado.

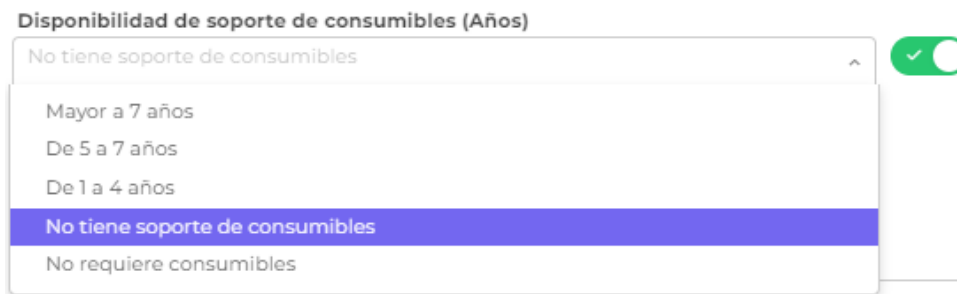


Figura 27. Lista de respuestas para una pregunta con tipo de respuesta múltiple sencillo

Todas las preguntas cuentan con un tooltip para ayudar a quien esté diligenciando la evaluación, Figura 28. Visualización de un tooltip durante la evaluación de obsolescencia, el contenido de estos tooltips se configuró para cada pregunta en el submódulo de criterios.

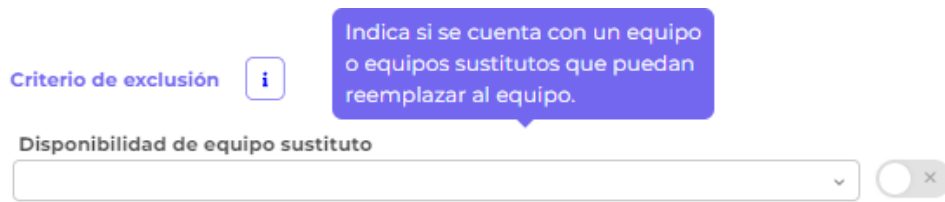


Figura 28. Visualización de un tooltip durante la evaluación de obsolescencia

En la parte inferior de la interfaz, se cuenta con unos botones para facilitar el desplazamiento en la evaluación. Estos botones son “Anterior”, “Siguiete” y “Guardar”, este último siempre visible y permitir almacenar los cambios de la evaluación en cualquier momento con un estado de “No finalizada”, lo que permitirá su posterior edición.

Cuando se responden todos los criterios y se está en la interfaz de “Resultados” se tendrá la información calculada de cada criterio, especificando cual es el porcentaje para cada uno y el ponderado de acuerdo con los pesos especificados en la plantilla, también se muestra un diagrama de radar para dar una representación gráfica de los resultados y una barra indicando en donde se encuentra en el rango de obsolescencia establecido, esto se puede ver en la Figura 29.

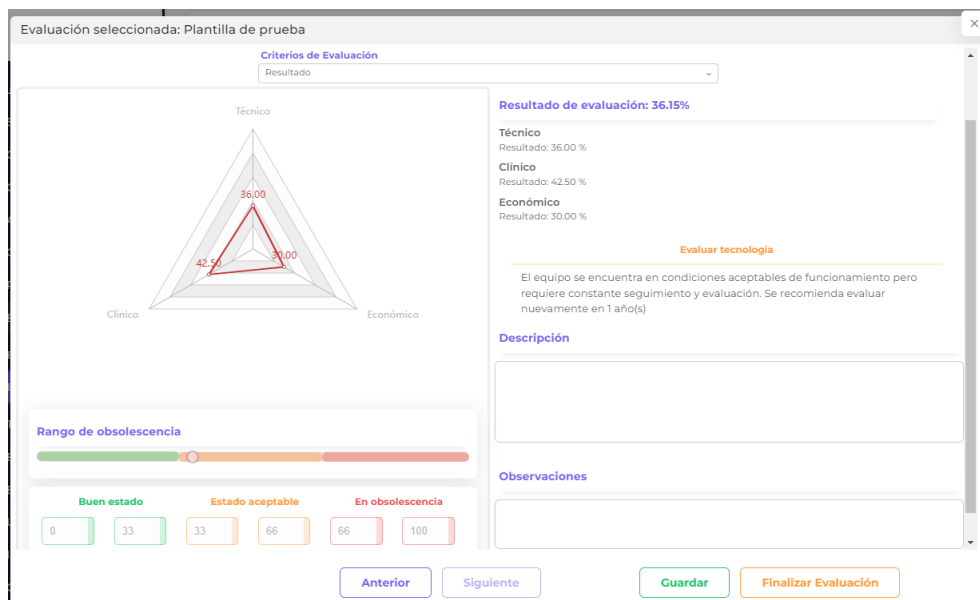


Figura 29. Resultado de una evaluación de prueba

Al dejar el puntero reposado en el nombre del criterio saldrá un tooltip indicando el porcentaje máximo para obsolescencia, ver Figura 30, permitiendo consultar cuál es su valor, esto para garantizar que no sea necesario el acceso a la configuración para consultarlo.

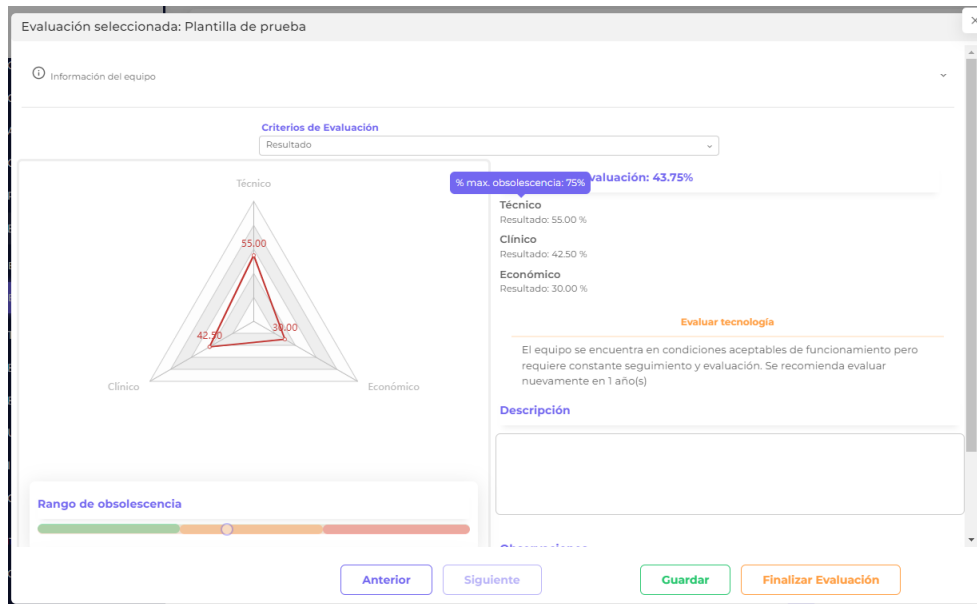


Figura 30. Visualización del tooltip para porcentaje máximo de obsolescencia

Al mismo tiempo, arroja una sugerencia sobre las acciones que se deben tomar con base en los rangos de obsolescencia configurados en la plantilla, las posibles sugerencias se describen en la Tabla 3.

En el área de descripción se muestran los detalles de la evaluación en caso de que existan criterios de exclusión o un criterio haya superado el porcentaje máximo para obsolescencia, mencionando cual criterio y cual pregunta fueron seleccionados o cual criterio superó el porcentaje máximo para obsolescencia. En el área de observaciones se pueden añadir comentarios adicionales en caso de ser necesarios, estas observaciones podrán ser visualizadas en la interfaz principal del módulo.

Tabla 3. Recomendaciones según el estado de obsolescencia

Estado de obsolescencia	Recomendación
Buen estado	El equipo se encuentra en óptimas condiciones. Se recomienda evaluar nuevamente en X año(s). Donde X es el valor establecido en la plantilla para este estado.
Estado aceptable	El equipo se encuentra en condiciones aceptables de funcionamiento, pero requiere constante seguimiento y evaluación. Se recomienda evaluar nuevamente en X año(s). Donde X es el valor establecido en la plantilla para este estado.
En obsolescencia < 90%	El equipo puede mantenerse en el servicio, sin embargo, se recomienda su reposición en un plazo inferior a un año.
En obsolescencia > 90%	El equipo no es viable de mantener en el servicio y se recomienda su reposición.

Por último, se tiene el botón de “Finalizar evaluación” que guardará la evaluación con estado de “Finalizado” y no será posible editar las respuestas diligenciadas, pero siempre se puede visualizar cuales fueron las respuestas y el detalle del resultado usando el botón de Ver/Editar.

- **Ver/Editar**

Este botón abre una ventana para seleccionar las evaluaciones guardadas o finalizadas asociadas a un equipo, las evaluaciones se muestran con el nombre de la plantilla y la fecha de la última edición, esto se puede ver en la Figura 31.

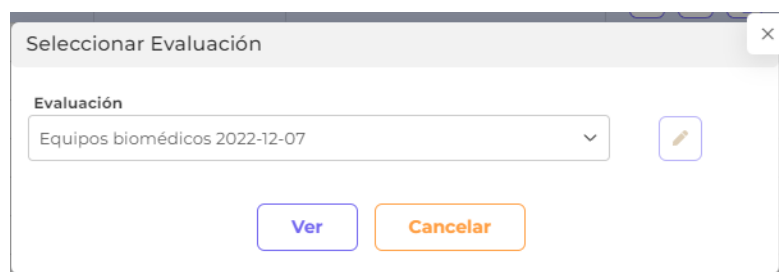


Figura 31. Selección de evaluación para visualizar o editar

El botón de edición solo está habilitado cuando una evaluación está en estado de “No finalizada”, mientras que el botón de “Ver” siempre está habilitado. Al dar clic en “Ver” o “Editar” se abre la interfaz principal de evaluación asociando la información almacenada en la base de datos.

Al abrir la evaluación con el botón de “Ver” solo se podrá consultar las respuestas y el resultado de la evaluación, adicionalmente en esta interfaz se tiene la posibilidad de eliminar una evaluación, el botón de “Eliminar evaluación” se muestra en la opción de “Resultados”, en la Figura 32 se tiene una evaluación de ejemplo con estado “Finalizada” y se accedió a ella con el botón de “Ver”, aquí se puede observar que los botones de “Guardar” y “Finalizar evaluación” están deshabilitados, pero ahora es posible eliminar la evaluación.

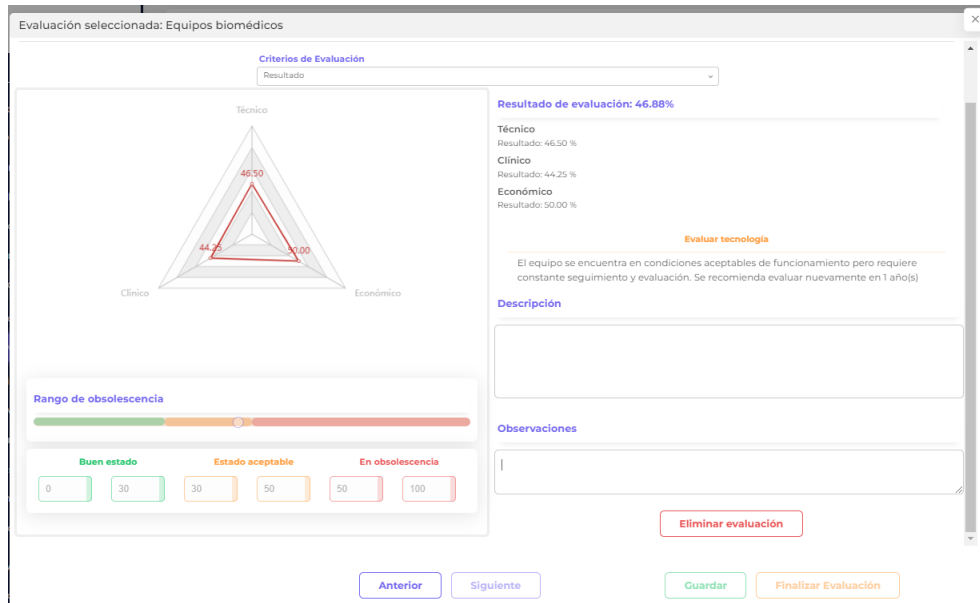
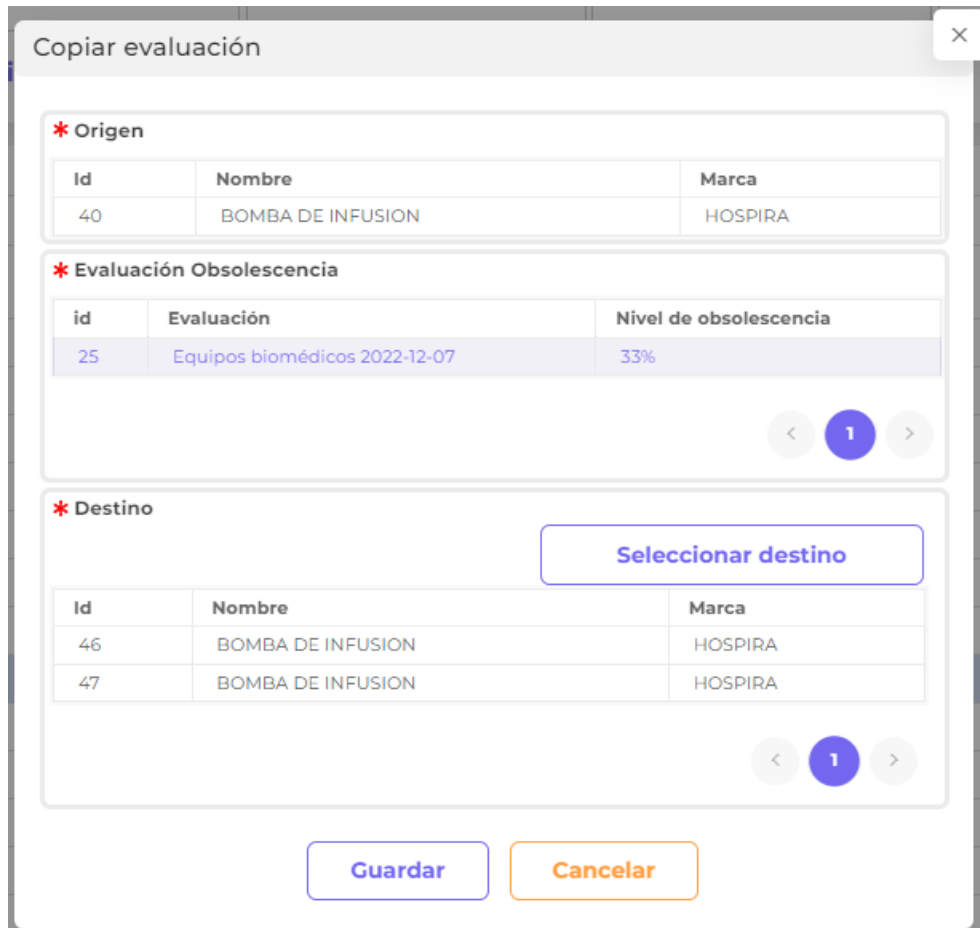


Figura 32. Visualización de una evaluación finalizada

○ Copiar evaluación

La función de copiar evaluación existe debido a que se pueden tener lotes de equipos adquiridos en la misma fecha, de la misma marca y modelo, para evitar digitar de forma repetitiva una evaluación se habilita la opción de copiar.

Este botón abre una interfaz en la que se tienen tres tablas, ver Figura 33, una donde se muestra la información del equipo seleccionado, es decir el equipo de Origen, otra en donde se listan las evaluaciones finalizadas asociadas al equipo y una última tabla donde es posible agregar equipos a los que se requiere copiar la evaluación seleccionada o los equipos de Destino.



La interfaz 'Copiar evaluación' muestra tres secciones de datos:

- * Origen:** Tabla con 3 columnas: Id, Nombre, Marca. Datos: Id 40, Nombre BOMBA DE INFUSION, Marca HOSPIRA.
- * Evaluación Obsolescencia:** Tabla con 3 columnas: id, Evaluación, Nivel de obsolescencia. Datos: id 25, Evaluación Equipos biomédicos 2022-12-07, Nivel de obsolescencia 33%. Incluye un indicador de progreso '1'.
- * Destino:** Tabla con 3 columnas: Id, Nombre, Marca. Datos: Id 46, Nombre BOMBA DE INFUSION, Marca HOSPIRA; Id 47, Nombre BOMBA DE INFUSION, Marca HOSPIRA. Incluye un botón 'Seleccionar destino' y un indicador de progreso '1'.

Botones de acción: Guardar (azul) y Cancelar (naranja).

Figura 33. Interfaz de copiar evaluación con datos de prueba

Al hacer clic en “Guardar” se copiará la evaluación seleccionada del equipo “Origen” a los equipos “Destino” en estado “No finalizada” y será necesario ingresar a cada equipo a verificar las respuestas y finalizar la evaluación, esto es requerido para garantizar la calidad de la información y que en caso de que se necesite modificar alguna respuesta de un criterio sea posible hacerlo.

- **Nivel de obsolescencia:** Indica el valor porcentual arrojado por la evaluación y lo muestra en una barra de progreso, ver Figura 34, siempre teniendo en cuenta los rangos establecidos en la plantilla.

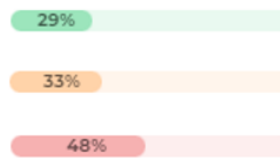


Figura 34. Barras de progreso de niveles de obsolescencia

- **Última evaluación:** Indica la fecha de la última evaluación finalizada del equipo.
- **Próxima Evaluación:** Indica el año de la próxima evaluación según su estado de obsolescencia y los rangos configurados en la plantilla.
- **Estado de obsolescencia:** Indica si existe una evaluación de obsolescencia asociada al equipo y en caso de que exista, indica su estado según los rangos configurados en la plantilla, ver Figura 35,

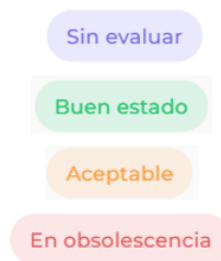


Figura 35. Estados de obsolescencia

- **Observaciones:** Muestra las observaciones anotadas al final de la evaluación.

Indicador de evaluaciones de obsolescencia

En el módulo de indicadores de la plataforma Keeper se incorporó un nuevo indicador para consultar las evaluaciones de obsolescencia finalizadas en un periodo de tiempo, donde se listan los datos de los equipos, su ubicación, estado, nivel y fecha de la evaluación de obsolescencia, adicionalmente se grafican los resultados en diagramas de barras separados por estado y año.

El indicador cuenta con la posibilidad de filtrar por ubicaciones físicas y áreas específicas en caso de requerir un reporte personalizado, un ejemplo de los resultados de este indicador se puede observar en la Figura 36.

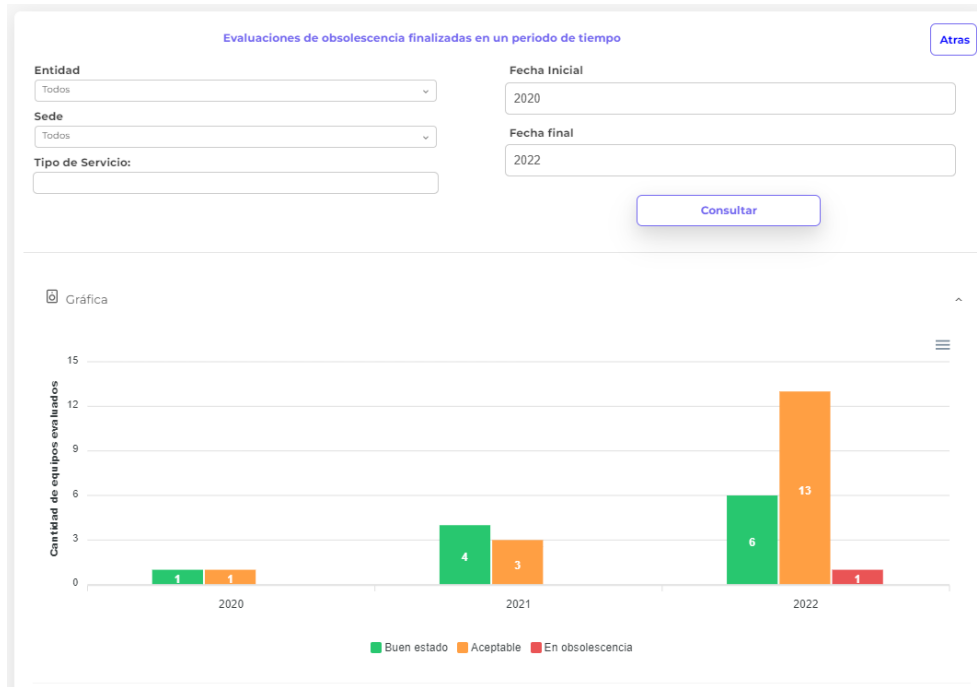


Figura 36. Resultados de prueba del indicador de evaluaciones de obsolescencia finalizadas en un periodo de tiempo

Este indicador proporciona los datos en una tabla exportable a Excel © en caso de necesitar información detallada, estos datos se encuentran debajo de la gráfica, ver Figura 37.

Datos

Total de registros : 29 / 29

Id	Nombre	Marca	Modelo	Serie	Placa
32	BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	PLUM A+	75246390	COM000496
34	BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	PLUM A+	75246381	COM001530
32	BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	PLUM A+	75246390	COM000496
34	BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	PLUM A+	75246381	COM001530
35	BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	PLUM A+	75246380	COM001281
36	BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	PLUM A+	75242658	COM000464
37	BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	PLUM A+	75242661	COM001480
39	BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	PLUM A+	75242670	COM001418

Figura 37. Datos detallados de los resultados del indicador

VII. CONCLUSIONES

El estado de obsolescencia de los equipos biomédicos es una parte fundamental para la gestión del ciclo de vida de la tecnología médica, en el análisis realizado con los expertos se encuentra que la evaluación de los equipos debe de hacerse según las necesidades de la empresa y del tipo de tecnología que se esté evaluando. Con una evaluación bien establecida se puede conocer el nivel de obsolescencia, lo que ayuda a tomar decisiones preventivas para minimizar el riesgo de que se presente un evento adverso previsible.

El módulo de evaluación de obsolescencia se logró desarrollar e implementar completamente en el software Keeper de la empresa QSystems, implementando una configuración altamente personalizable por medio de plantillas de evaluación, que pueden ser adaptadas para cualquier tipo de tecnología al definir criterios y preguntas dinámicas, permitiendo analizar criterios diferentes a los técnicos, clínicos y económicos, además de tener flexibilidad con los tipos de respuesta disponibles, de la misma forma, los resultados de la evaluación son intuitivos, al mostrarse mediante diagramas que representan el estado del equipo al finalizar la evaluación.

Finalmente, el nuevo módulo de evaluación es una herramienta que permite a los departamentos de ingeniería presentar resultados mediante los indicadores sobre el estado de obsolescencia actual de la tecnología, impactando directamente en las posibles decisiones de adquisición de activos.

REFERENCIAS

- [1] L. Elena, M. Salazar, M. Alexandra, G. Villegas, and A. I. T. Molina Velásquez, “IMPACTO DE LOS EVENTOS ADVERSOS ATRIBUIBLES A LA TECNOLOGÍA.” Accessed: Jan. 07, 2023. [Online]. Available: <https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/575/Trabajo%20de%20grado?sequence=1&isAllowed=y>
- [2] F. Giannina, M. Aristondo, A. Roberto, B. Moyano, P. Pimentel Álvarez, and G. Gutiérrez Núñez, “VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS MÉDICOS (CONSIDERACIONES TECNOLÓGICAS Y OTROS),” Perú, 2019.
- [3] E. N. de Vries, M. A. Ramrattan, S. M. Smorenburg, D. J. Gouma, and M. A. Boermeester, “The incidence and nature of in-hospital adverse events: A systematic review,” *Qual Saf Health Care*, vol. 17, no. 3, pp. 216–223, Jun. 2008, doi: 10.1136/qshc.2007.023622.
- [4] A. G. Ibarra, “GUIA PARA DILIGENCIAR LA PROPUESTA DE INDICE DE OBSOLESCENCIA DE EQUIPOS BIOMEDICOS,” 2017. Accessed: Jun. 27, 2022. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/422466062/Guia-Diligenciamiento-de-Propuesta-de-Indice-de-Obsolescencia-de-Equipos-Biomedicos-1-1>
- [5] Ministerio de Salud, “DECRETO NÚMERO 4725,” 2005.
- [6] L. Escobar Gómez and C. Vélez Cardona, “DISEÑO Y VALIDACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE OBSOLESCENCIA Y ACTUALIZACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LA CLÍNICA NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS DE CALI,” 2019.
- [7] Biomedical Engineering Advisory Group, “Life span of Biomedical Devices Background,” 2004.
- [8] Vue.js, “¿Qué es Vue.js?” <https://es.vuejs.org/v2/guide/> (accessed Jan. 16, 2023).