

DIGITALIZACIÓN DE INSPECCIÓN VISUAL

Marcos Nicolas Dasso, GIE GROUP, dasso@giegroup.net

Federico Rodriguez Urroz, GIE GROUP, frodriguezurroz@giegroup.net

Edgar Wendler, GIE GROUP, wendler@giegroup.net

Sinopsis

La inspección visual representa una actividad de vital importancia en la gestión de la integridad de los activos. Empleada correctamente, un recorrido visual por las instalaciones puede disparar alertas tempranas de daños que pueden escalar en sus consecuencias con el paso del tiempo.

Antiguamente, las inspecciones visuales se realizaban con lápiz y papel, lo que conllevaba una gran cantidad de tiempo para completar y procesar la información. Los inspectores tenían que recopilar los datos necesarios (como las medidas de espesor de la pared, la presencia de corrosión o el estado de las juntas de soldadura), en una hoja de papel preimpresa vinculándolas con sustento fotográfico, para luego llevarlas a la oficina para su posterior procesamiento. Este proceso era lento, propenso a errores y dificultaba la gestión y el análisis de la información.

Con el avance de la tecnología, las inspecciones visuales en la industria del petróleo se han vuelto más eficientes y seguras. La implementación de sistemas digitales con formularios ha sido un gran avance en este sentido. En la actualidad, los inspectores pueden realizar los relevamientos con un dispositivo móvil, como una tablet o un smartphone, y registrar la información directamente en el formulario digital correspondiente. Esto permite ahorrar tiempo y reducir la posibilidad de errores en la transcripción de la información.

Los sistemas digitales también tienen la capacidad de almacenar la información en la nube, lo que facilita la gestión y el análisis de los datos. Los supervisores y gerentes pueden acceder a los formularios digitales desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que les permite tomar decisiones informadas de manera más rápida y efectiva. Además, la información almacenada en la nube se puede utilizar para detectar patrones de deterioro y programar inspecciones preventivas, lo que mejora la seguridad y reduce los costos.

Esta aplicación de la tecnología abre las puertas a otras optimizaciones en los procesos de relevamiento en diferentes ámbitos como controles de mantenimiento, relevamiento de datos de proceso e infinidad de checklist que se completan a diario en la industria. Por otro lado, también enfrenta desafíos, como contar con niveles de seguridad de los dispositivos acorde a los requerimientos del proceso.

Introducción

Dentro del espectro de ensayos no destructivos disponibles al momento de evaluar el estado de un equipo, la inspección visual aporta un panorama general sobre el estado del activo. En muchas ocasiones, esta actividad representa el puntapié para la ejecución de otros tipos de ensayos más específicos. Como por ejemplo la ejecución una limpieza mecánica y caracterización de una zona corroída, aplicar tintas penetrantes en una imperfección de soldadura o partículas magnetizables en un componente sometido a esfuerzos mecánicos fuera de lo estándar. Pudiendo aportar datos sobre el estado de integridad de los equipos, barreras para la seguridad, estado de mantenimiento y su capacidad actual para cumplir el propósito para el que fue diseñado.

Con pocos elementos un inspector puede realizar una inspección visual, no requiere más que contar con un lugar donde indicar las observaciones, otro elemento para genere sustento gráfico de los hallazgos y algunas herramientas que permitan acceder a puntos de difícil acceso. Claro está que

contar con las herramientas adecuadas, y contar con la pericia para la búsqueda son importantes para realizar un trabajo de calidad.

Al ser la coherencia y la pericia un rol importante en el desarrollo de la actividad, contar con un marco estructurado para la ejecución contar con un procedimiento de inspección y formatos de registro se vuelve clave para esto. Los procedimientos de inspección normalmente detallan:

- Capacidades necesarias (certificaciones o nivelaciones)
- Herramientas mínimas
- Forma de registrar y sustentar
- Puntos clave de verificación por tipología de activo
- Formatos a completar (checklist)

En términos de herramientas, como se mencionó previamente, contar con un lugar donde registrar los hallazgos resulta de importancia para evitar la pérdida de datos. Hasta hace algunos años, lo más típico era realizar estas actividades registrando en un checklist impreso según lo indicado por el procedimiento vigente. Por otra parte, se contaba con una cámara digital para el sustento de los hallazgos, indicando en el checklist el numero/s de foto/s que sustentaban dicho hallazgo. Adicionalmente se llevaban herramientas tipo espejos con extensión, puntas de trazar, marcadores de pintura, espátulas, entre otras. Y como elementos para postproducción, se requería realizar el pase de la versión física del registro a una digital para su revisión y compilación.

Desarrollo

Partiendo de esta base, se inició un proceso con el objetivo de optimizar la inspección visual. Para esto se revisó el flujo de actividades identificando los puntos donde potencialmente aplicando algunos ajustes se podría mejorar.

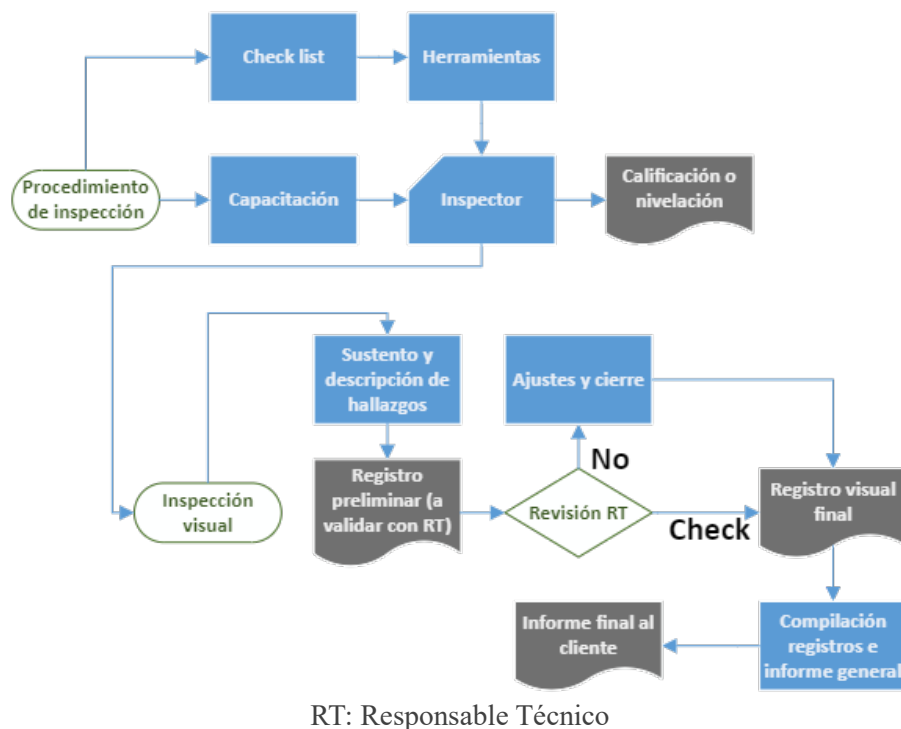


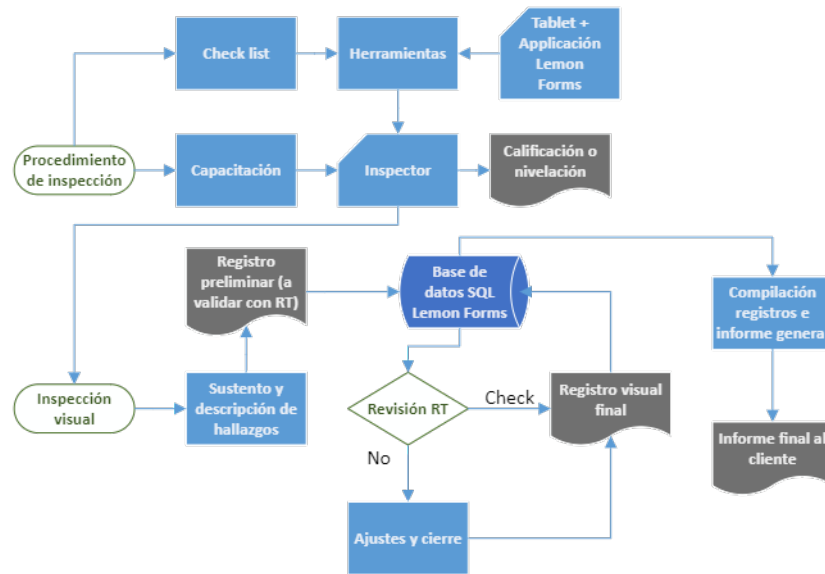
Figura 1: Flujograma resumido de actividades

En primer lugar, se identificaron los principales puntos del proceso donde se producían demoras y retrasos no inherentes a la actividad en sí. La gestión de la capacitación en primer lugar implica la lectura del procedimiento, instructores que transmitan conocimientos y realizar revisiones sobre el proceso. Por otro lado, las herramientas utilizadas como la cámara fotográfica implican tener la gestión del dispositivo sumado a la necesidad de vincular y enviar las fotografías para incorporar al registro. Otro punto vinculado a este último es que al momento de ejecutar la inspección y registrar los hallazgos de forma física, estos deben ser digitalizados y enviados para su revisión.

Incorporar como parte de las herramientas de trabajo una Tablet adecuada para el trabajo de campo, permitió concentrar parte de la gestión de documentos en un único dispositivo. El desarrollo de una aplicación específica digitalizar los formularios check list y la vinculación desde la misma con los registros fotográficos permitió reducir de forma drástica los tiempos de edición de registros para su entrega preliminar. Por otro lado, la posibilidad de enviar los registros al responsable técnico permitió reducir los tiempos de revisión y los tiempos que implicaban para el personal en campo adjuntar documentación y compartirla de forma apropiada.

La aplicación desarrollada denominada Lemon Forms® se basa en arquitectura cloud, el cual utiliza un lenguaje de scripting propio basado en SQL. Los datos generados son almacenados en una base de datos SQL, la cual alberga tanto datos generados en campo como producto de la revisión e incluye admite la incorporación de datos externos. La aplicación permite generar campos desplegables que permitan seleccionar a un determinado equipo y traer datos relevantes para tener en cuenta al momento de inspeccionar. Esto además de reducir tiempos de carga de información, reduce las chances de incurrir en un error de tipeo y que complique de algún modo su posterior análisis. Otras de las funcionalidades destacables de la aplicación son:

- Captura de geolocalización
- Opera sin conexión a internet (continuo)
- Sistema de flujo de tareas
- Conectores con aplicaciones terceras (notificaciones a correos)
- Conexión con repositorios de datos
- Conectividad con bases de datos SQL o Oracle externas.
- Generación de reportes basados en templates



RT: Responsable Técnico

Figura 2: Flujograma optimizado

Como cambio en un proceso, la necesidad de ajustes y puntos no considerados al diseñar la solución trae aparejados imprevistos. En algunos casos positivos y otros que presentan oportunidades de mejora.

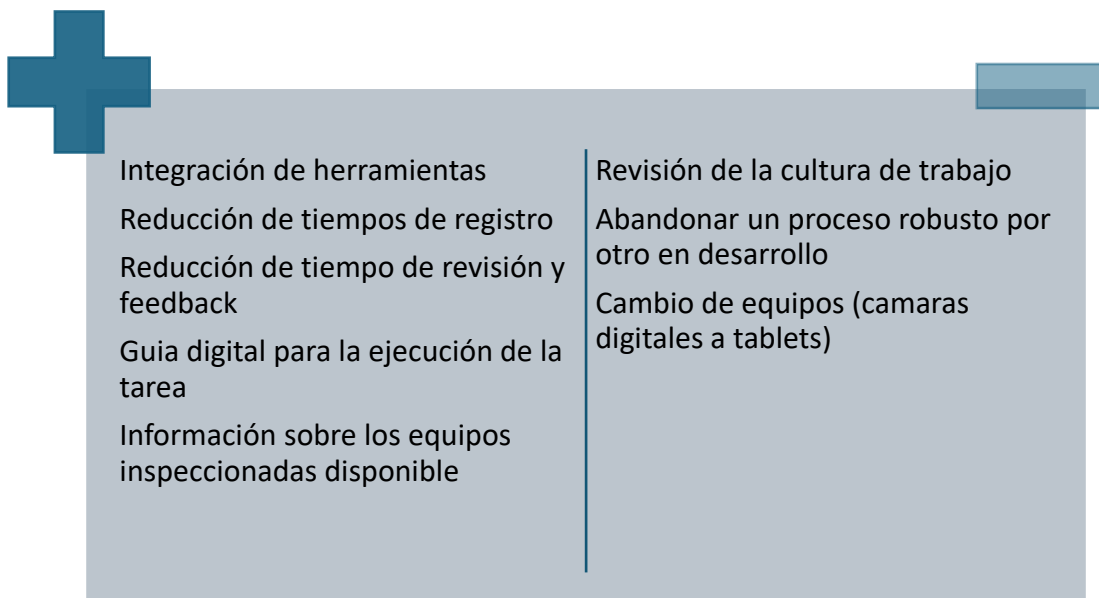


Figura 3: Aspectos mejorados vs puntos de dolor generados

Sobre los aspectos “negativos”, como todo cambio es clave tener en cuenta que hay que vencer la resistencia a él. Afortunadamente, al traer tantas mejoras aparejadas, con constancia en la implementación y supervisión del uso, fue suficiente para lograr el cambio en la cultura de trabajo. Uno de los puntos clave a la hora de adoptar el nuevo sistema fue el acompañamiento a aquellos inspectores que no son nativos digitales.

Las nuevas prácticas permitieron optimizar en muchos aspectos el proceso, pudiendo identificar vicios que no encontraban lugar en la nueva lógica. Al realizar la carga del formulario y darlo por cerrado el inspector solo tiene que asegurarse de tener conexión a internet, la aplicación automáticamente carga los registros preliminares y los deja disponibles en un sharepoint para su revisión.

Otra ventaja secundaria que aportó el cambio fue la posibilidad de registrar la geolocalización del dispositivo al momento de realizar la inspección, así como datos más sencillos como hora y fecha de inicio, y de cierre. Este dato se registra en la BD permitiendo evaluar productividad y contar con datos que luego pueden ser explotados por el cliente.

Dado que los albores de la implementación, la aplicación simplemente era un formulario con vinculación de imágenes, y al momento de realizar la revisión se detectaban gran cantidad de desvíos respecto al procedimiento se decidió incorporar en forma de notas y textos desplegables ayuda memoria basado en el procedimiento. Esta acción permitió reducir los desvíos y ayudar en la capacitación continua de los inspectores.

The screenshot displays the 'LemonForms' application window. At the top, there's a navigation bar with 'Exit', 'CLIENTE', and 'IVE Recipientes'. Below this is a tabbed interface with 'DATOS', 'PORTADA', 'CHECKLIST' (selected), 'CMLs/TMLs', 'RESUMEN', 'FOTOS', and 'ENVIAR REPORTE'. The 'CHECKLIST' section is titled 'CHECKLIST' and contains several items:

- 1. Adicional**: A blue header bar.
- 1. Atención**: A section with a warning icon and a button '[+] Agregar Adicional'.
- 2. a. Envoltente cilíndrica**: A section with four buttons: 'Aceptable', 'Aceptable con observaciones', 'Inaceptable', and 'No Aplica'. Below it is a detailed inspection instruction in a yellow box: 'Verificar ausencia de desalineación angular ó peaking en soldaduras longitudinales, desalineación por excentricidad en soldaduras longitudinales ó circunferenciales, reparaciones antiguas en soldaduras, abolladuras, marcas, deformaciones, corrosión, fisuras, pérdidas de espesor y cualquier otro deterioro. Las regiones críticas de inspección son las soldaduras (en particular los encuentros entre soldaduras longitudinales y circunferenciales, ver Figura 1.2) y zonas afectadas por el calor asociadas con aberturas (acometidas y bocas de hombre). Prestar especial atención a las regiones donde el ángulo de la soldadura entrante es agudo (90° ó más pequeño), donde se detecten imperfecciones (tales como indentaciones ó socavaduras) y desalineaciones en soldaduras. Todas las fisuras, socavaduras en soldaduras o cualquier otra imperfección en las soldaduras, refuerzos de soldaduras, desalineaciones o corrosión son inaceptables.'
- 2. a. Atención**: Another section with a warning icon.
- 2. b. Envoltente con transición cónica**: A section with three buttons: 'Aceptable', 'Aceptable con observaciones', and 'Inaceptable', and a 'No Aplica' button.

Figura 4: Captura de formulario con indicaciones desplegadas

Como la aplicación opera bajo una lógica de usuario y contraseña, es posible con los datos registrados previamente identificar la productividad de cada inspector. De este modo el responsable técnico cuenta con herramientas para ayudar a sus inspectores a optimizar el proceso.

Con el objetivo de sumar una herramienta de feedback se incorporó un sistema de puntaje que es dado al momento de la revisión brindando una apreciación sobre el registro preliminar entregado por el inspector. De esta forma el responsable técnico indica mediante una escala su conformidad con lo entregado. Estos datos quedan registrados en la aplicación, tomándose como parte del proceso la evaluación trimestral de la performance de los inspectores.

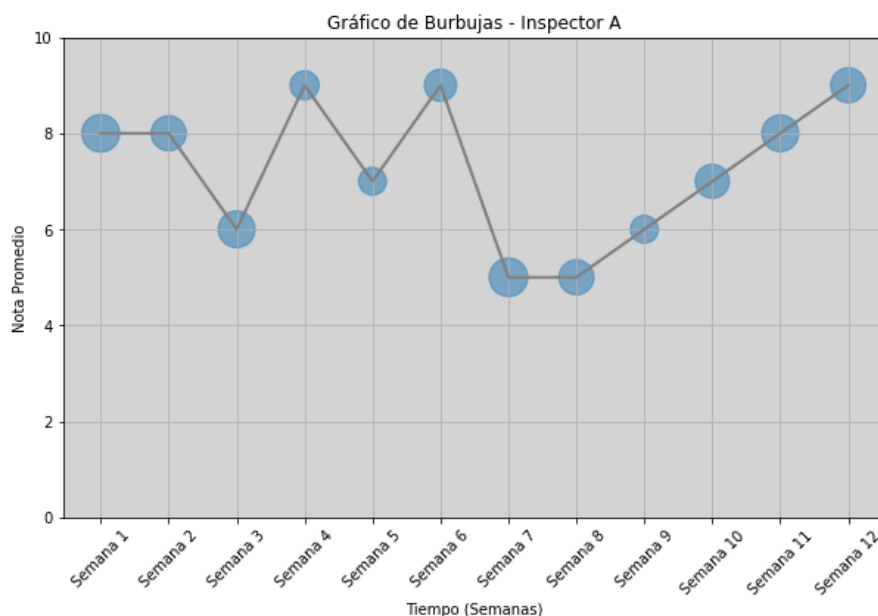


Gráfico 1: Puntaje promedio vs tiempo de inspectores (tipo burbuja, diámetro según cantidad de registros)

Al centralizar todos los registros en una base de datos tipo SQL, fácilmente es posible tomar los datos y realizar análisis macro de los resultados.

La disponibilidad de la información permitió adicionalmente ofrecer como servicio adicional el diseño de tableros de gestión. Esta posibilidad permitió generar información

Análisis de caso práctico

Con el objetivo de evaluar la efectividad de la implementación, se tomó un caso modelo donde se pudo identificar los impactos de esta en la productividad del equipo de trabajo. El contexto de la evaluación es un servicio continuo en la zona sur de Argentina, con una cuadrilla de inspección y un equipo de gabinete compuesto por un analista, un responsable técnico y un gerente de proyecto.

En una jornada normal, una cuadrilla emite un promedio de 6 registros visuales, 4 grillas de medición de espesor y 4 registros de partículas magnetizables. Estos registros son enviados al analista el cual realiza una primera revisión y toma la medición de espesor para hacer una evaluación de la misma. En el caso de las visuales, posterior a la revisión del analista, se realiza el ultimo chequeo por el responsable técnico quien da la visión final emitiendo el registro en estado final revisado.

En términos de optimización se pudo observar que la cantidad de registros realizados por día no varió de forma significativa. No obstante, el tiempo que tomaba entre que se realizaba la inspección y el registro quedaba listo para su entrega se redujo drásticamente.

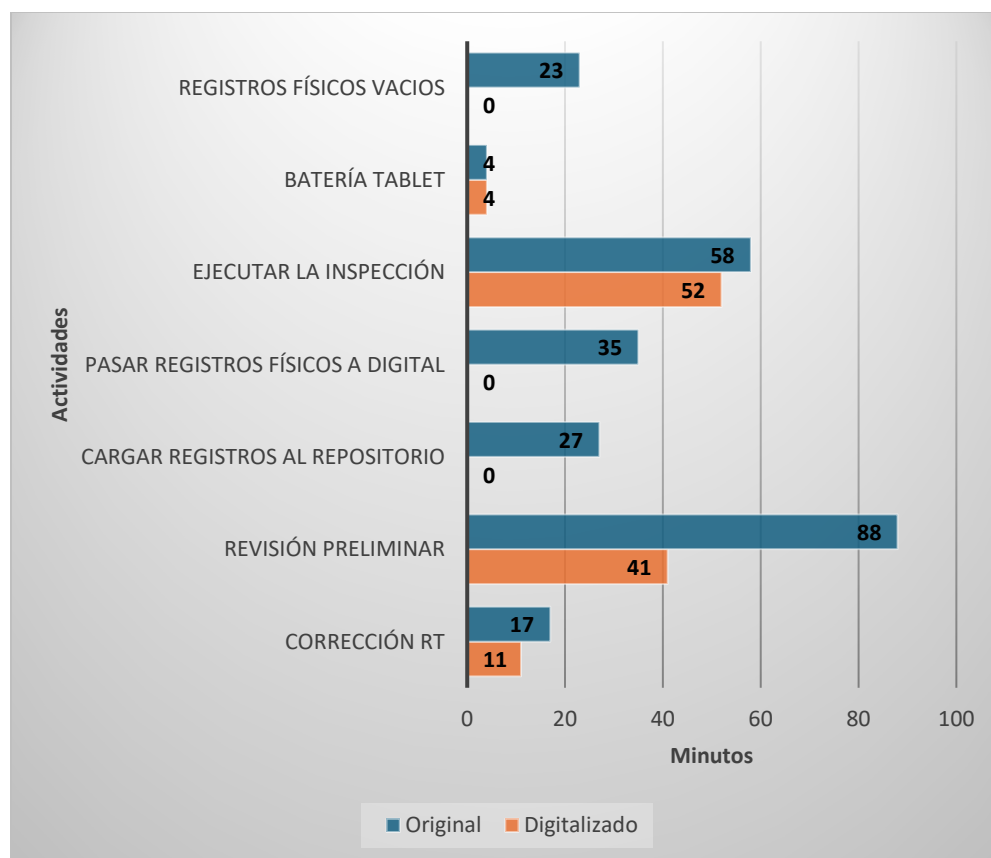


Gráfico 2: Antes / Después

Como se puede observar en la Fig. 5, los cambios en términos de optimización de tiempo se observaron principalmente en actividades secundarias, no en la inspección en sí. No obstante, la mejora representa una mejora en las condiciones de los ejecutantes de las tareas, dando lugar a utilizar ese tiempo optimizado en otras actividades.

Luego de la carga de alrededor de 784 registros, aproximadamente 6 meses de servicio, se realizó la evaluación de los resultados de los datos cargados en un abordaje macro. A partir de esta exploratoria, se identificaron los siguientes puntos comunes:

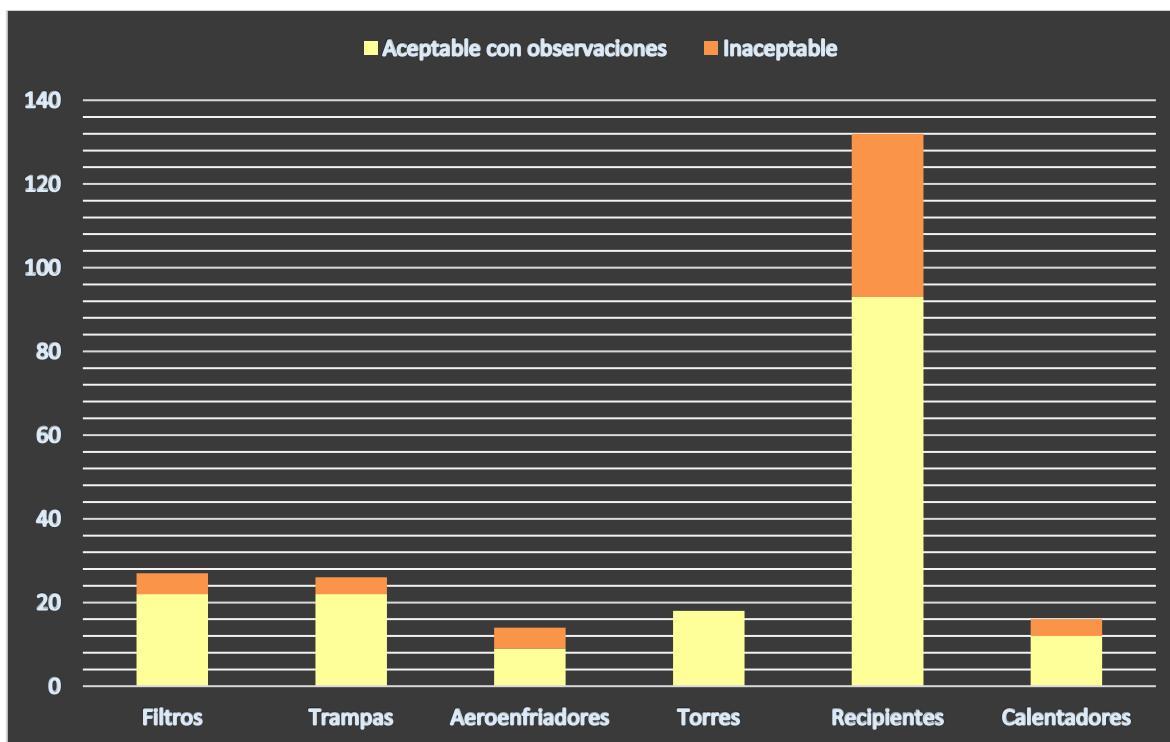


Gráfico 3: de visuales realizada por tipología en gráfico de barras dividido porcentualmente cada barra por A/AO/I

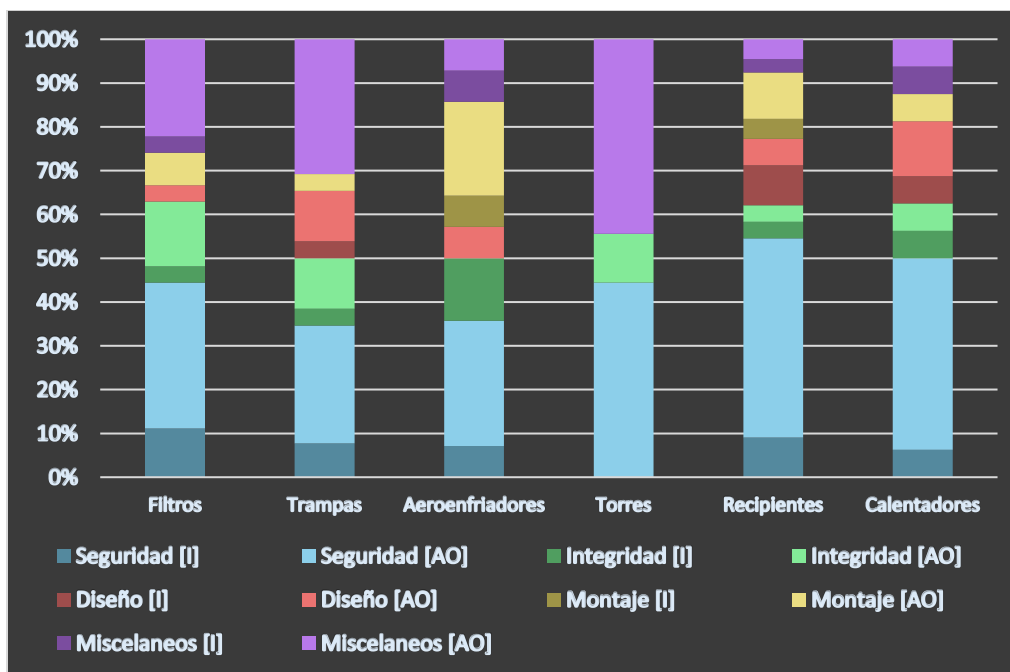


Gráfico 4: temáticas comunes catalogadas como inaceptables

Al exponer los resultados de forma integrada y desde una visión general permitió al dueño de los activos visibilizar la necesidad de inversión en determinados aspectos como:

- Restauración de recubrimientos
- Reclasificación de equipo sin datos de diseño (ausencia de chapa)
- Movimiento interno de equipos a diferentes puntos del yacimiento sin registrarse en los sistemas de la compañía (GIS / CMMS / Gestión de integridad)

Dentro del sistema, inicialmente disparada por el inspector y luego revisadas y ajustadas por el responsable técnico, se definen recomendaciones derivadas de las observaciones registradas. En el marco de la revisión macro, se realizó una revisión de estas y catalogadas a través de la lógica de la matriz Eisenhower (Importante-Urgente).

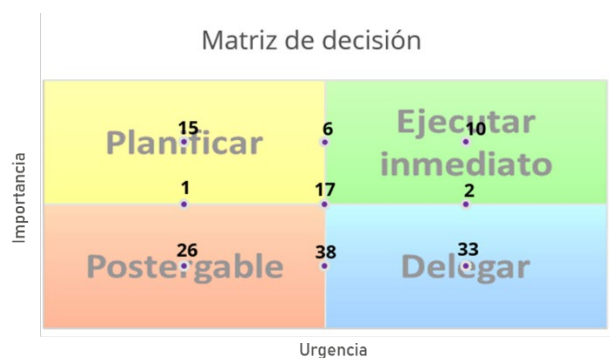


Figura 5: Ejemplo matriz

La posibilidad de contar con este tipo de información disponible para la toma de decisión cobró relevancia para el equipo de integridad, razón por la cual se diseñaron tableros de datos que se conectan de forma directa a la base de datos de la aplicación. De este modo una serie de KPI's y

gráficos resumen se muestran actualizados para el seguimiento de las actividades de inspección y derivadas de las recomendaciones.

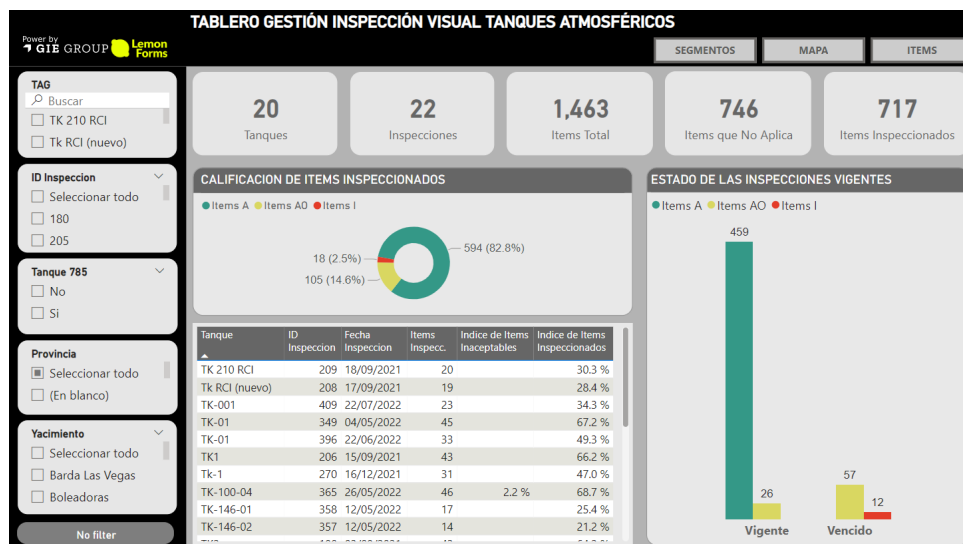


Figura 6: Capturas de tableros

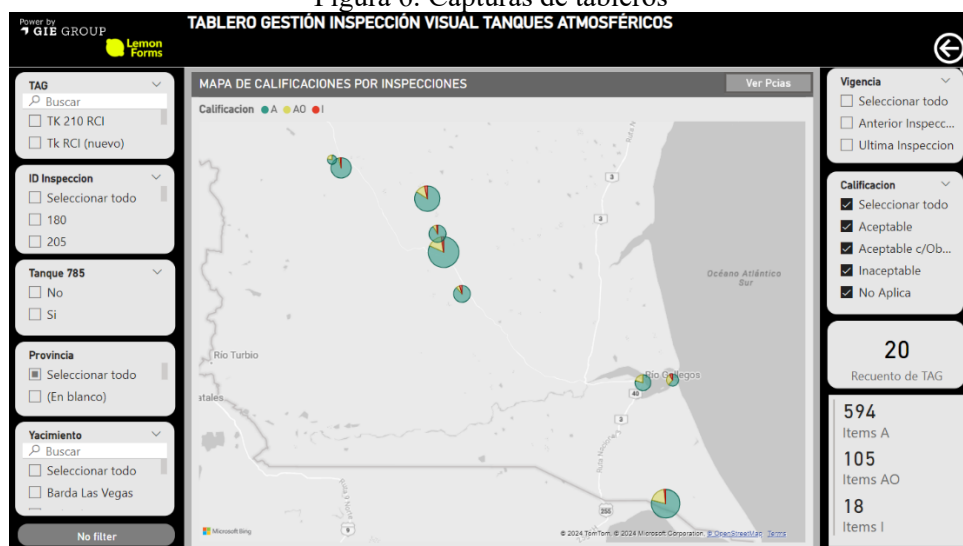


Figura 7: Capturas de tableros

Conclusiones de la implementación

Aspecto humano de la implementación

Al optimizar procesos de trabajo la afectación más directa es sobre el ejecutante de las actividades.

- Inspector:
 - Reducción de elementos a transportar al campo para ejecutar la actividad
 - Optimización de tiempos por envío automático de los registros
 - Guía autocontenida respecto al procedimiento de ejecución de las tareas
 - Feedback sobre el trabajo ejecutado
- Analista:
 - Reducción en tiempos de interpretación / transcripción de registros
 - Generación de registros en formatos estándar
- Responsable Técnico

- Agilidad en el proceso de revisión por la estandarización de los procesos
- Velocidad de respuesta ante consultas de un cliente

Aspecto coherencia en el registro de un hallazgo

Al integrar el checklist con el procedimiento, dejando ayuda memoria disponibles, se observó un aumento en la coherencia entre catalogaciones de hallazgos. Por ejemplo, en ítems como estado de recubrimiento, el grado de deterioro indicado era coherente entre inspecciones y con lo indicado en el procedimiento.

Aspecto calidad de registro

En términos de calidad, al contar con bases de datos que alimentan los registros, lo mencionado previamente respecto a la integración de ayudamemorias y la optimización de procesos burocráticos, se pudo observar una mayor profundidad en la información capturada en campo y recomendaciones derivadas.

Adicionalmente, al realizarse bajo un proceso automatizado, los registros emitidos mantienen una relación de aspecto y configuración estándar. Centrando los esfuerzos en el contenido, pudiendo descansar temas de formato en un proceso automático.

Aspecto Proceso de revisión

Al encontrarse los registros digitalizados y en bases de datos, es posible hacer revisiones macro de las observaciones e identificar errores o puntos de mejora de forma rápida. Del mismo modo, el ajuste se puede abordar desde base de datos, reduciendo tiempos de gabinete.

Aspecto feedback continuo

La incorporación de un sistema de puntajes fue tomada por el equipo de inspección como algo positivo, dado que pueden obtener un feedback respecto a las tareas ejecutadas y contar con un historial de los resultados de inspección. Adicionalmente fue posible identificar: necesidades de capacitación y el impacto de la capacitación en los inspectores.

Aspecto Disponibilidad de los datos

La posibilidad de contar con la información de forma digital y masiva habilitó la generación de tableros de gestión de datos. A través de estos tableros, es posible monitorear la performance de los equipos de inspección, los resultados y recomendaciones. Adicionalmente, es posible analizar e identificar patrones y cuestiones generales del estado del activo, convirtiéndose estos tableros en información valiosa para la toma de decisión.

Aspecto seguimiento de observaciones y recomendaciones

Contar con la información sistematizada, facilita la gestión de las observaciones y su seguimiento, así como también la ejecución de las recomendaciones. Futuras inspecciones visuales cuentan con el histórico de visuales realizadas sobre un determinado activo, y por ende todas las observaciones y recomendaciones sobre él ejecutadas.

C.V.

Marcos Nicolas Dasso, Ingeniero Mecánico por la Universidad Nacional de Mar del Plata

Con 15 años de trayectoria en la industria del O&G desempeñándose como Ingeniero de integridad, realizó implementaciones de sistemas de gestión de integridad en diversos puntos de Latinoamérica. El área de especialidad es la inspección basada en riesgo y la evaluación de integridad de equipos estáticos.

Cargo actual en GIE GROUP: Especialista en Integridad y Riesgo de activos no lineales

Federico Rodriguez Urroz, Ingeniero en Materiales por la Universidad Nacional de Mar del Plata

Especializada inspección aplicando ensayos no destructivos en el O&G, cuanta con 15 años de experiencia en el área de integridad mecánica. Parte de su desarrollo profesional lo realizó en la gestión de la integridad de plantas de tratamiento de gas. Actualmente se desempeña optimizando la inspección de activos y su evaluación desde la consultoría.

Cargo actual en la empresa GIE GROUP: Especialista en ensayos no destructivos

Edgar Wendler, Ingeniero Electrónico por la Universidad Nacional de Mar del Plata

Con más de 25 años de experiencia en la industria del O&G, se desarrolló en la gestión de infraestructura en empresas transportistas de gas. Actualmente gerencia el área desarrollos tecnológicos, abarcando temas de instrumentación / monitoreo y desarrollo de softwares específicos para la gestión de la integridad.

Cargo actual en la empresa GIE GROUP: Gerente área de Tecnología Digital