

Optimización del Proceso de ordenes de trabajo en ARA Security Integrators

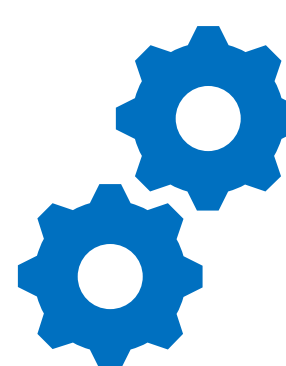
mediante Metodología "Lean Six Sigma DMAIC"

Ketly M. Rodríguez Solero | Bruce González

Profesor Carlos González | IE 4995 Capstone Design Course Extension, Fall 2025



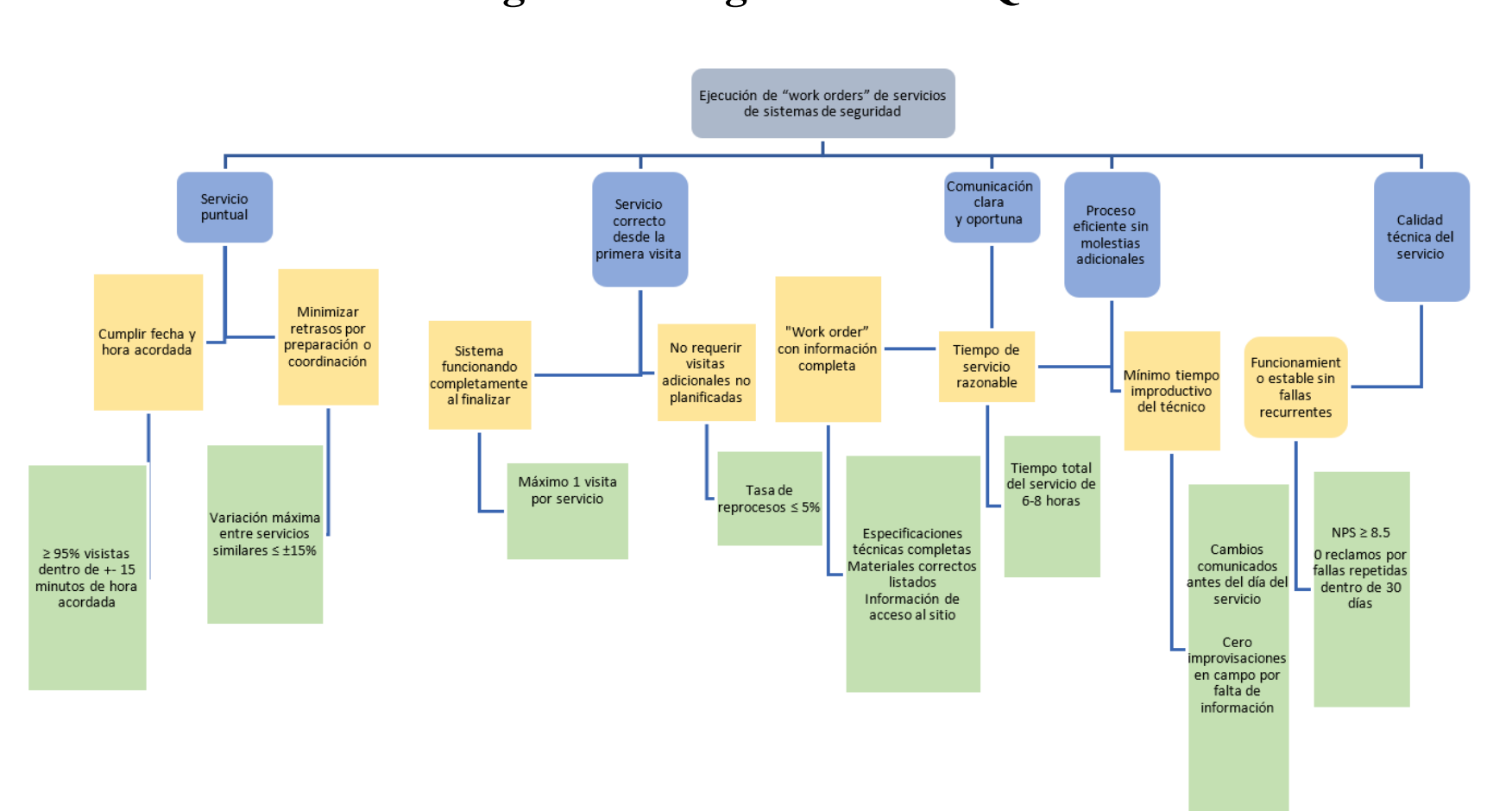
Resúmen: Este proyecto aplica la metodología DMAIC para mejorar la eficiencia en la ejecución de órdenes de trabajo en servicios técnicos. Se implementaron soluciones de estandarización como un kit portátil, checklist previo y control de inventario mínimo, logrando reducir tiempos no productivos y optimizar el desempeño operativo.



Definir

El proyecto utiliza datos históricos de órdenes de trabajo desde enero hasta diciembre de 2025. A través de la metodología DMAIC, se busca abordar la alta variabilidad en los tiempos de ejecución y la presencia de reprocesos, los cuales afectan la eficiencia operativa y la consistencia del servicio.

Figura 1: Diagrama de CTQ



En la fase Define se caracterizó el proceso de ejecución de órdenes de trabajo en ARA Security Integrators, desde la recepción hasta el cierre del servicio. Se desarrolló un diagrama SIPOC para identificar los proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes, permitiendo una visión macro del sistema y su interacción entre áreas. Además, se elaboró el flujograma del proceso con sus etapas clave, facilitando la identificación de puntos críticos. A partir de este análisis, se definieron los CTQ (Critical to Quality), enfocados en el tiempo de ciclo, la calidad en la ejecución (reprocesos) y la satisfacción del cliente, los cuales guían las mejoras en las siguientes fases de DMAIC.

Figura 2: Diagrama de Flujo

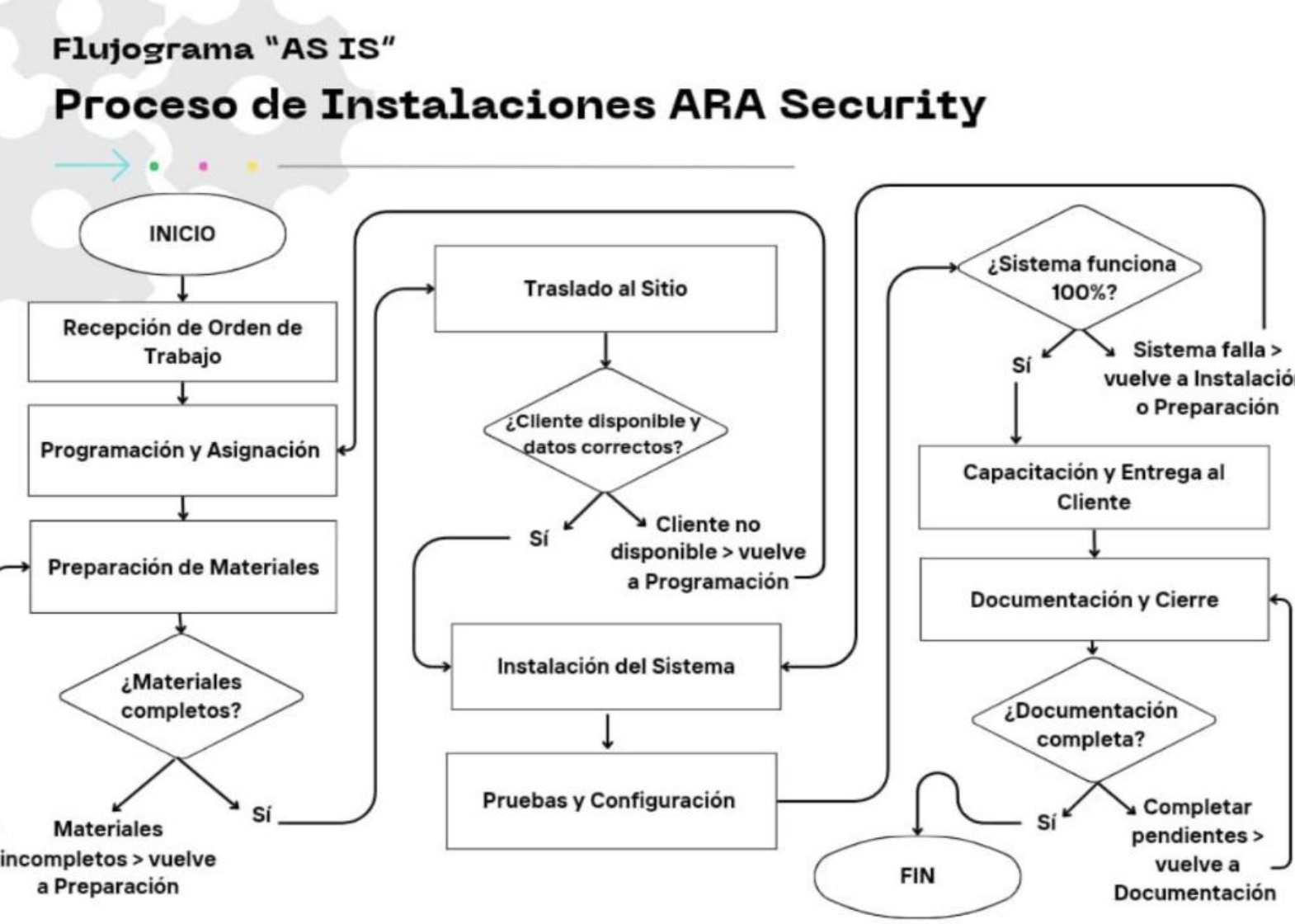
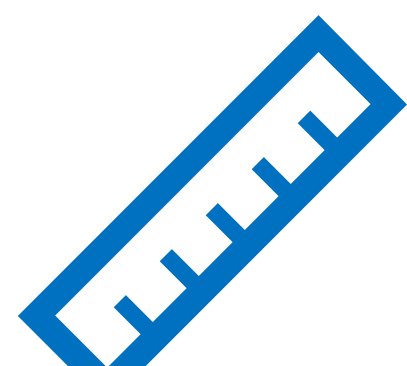


Figura 3: SIPOC



Medir

Durante la fase de Medir se analizan datos para entender la situación actual del proceso.

Figura 4: Gráfica de barra 100% apilada sobre distribución del tiempo.

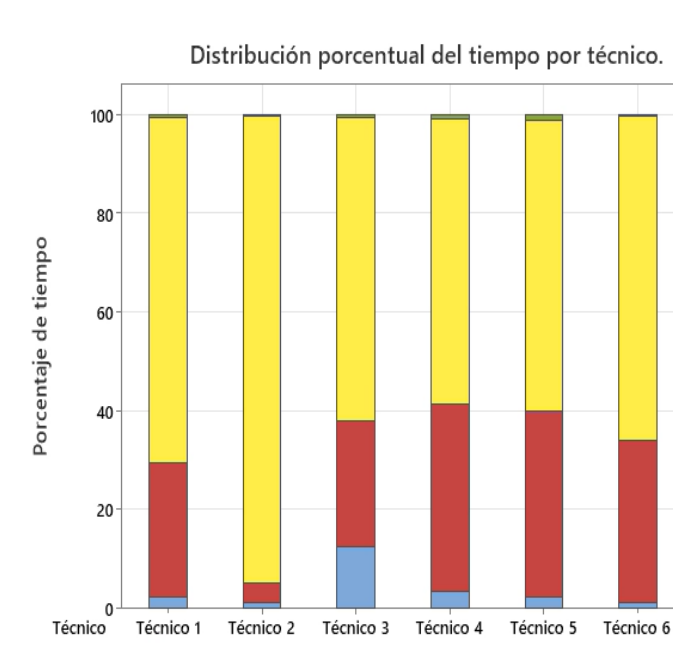
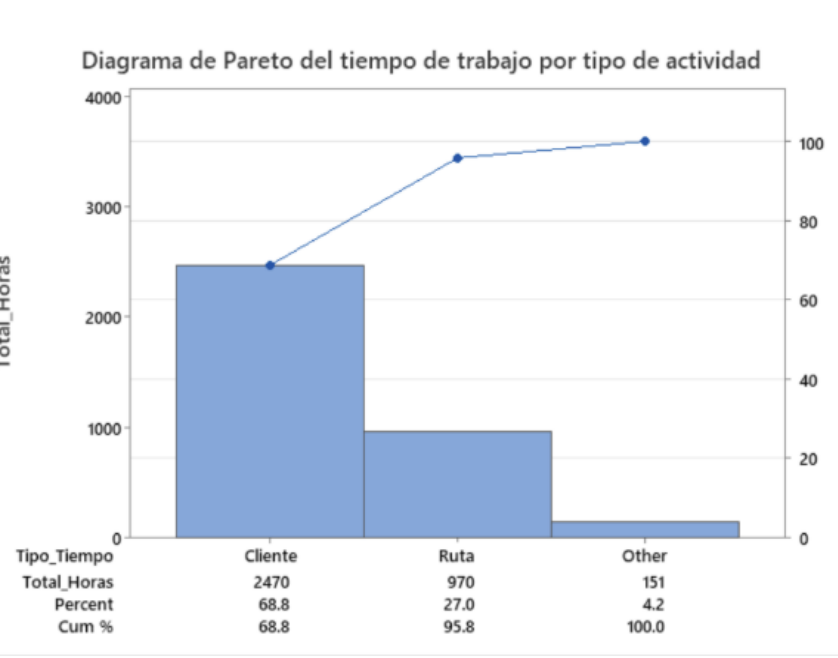


Figura 5: Diagrama de Pareto del tiempo de trabajo por tipo de actividad.

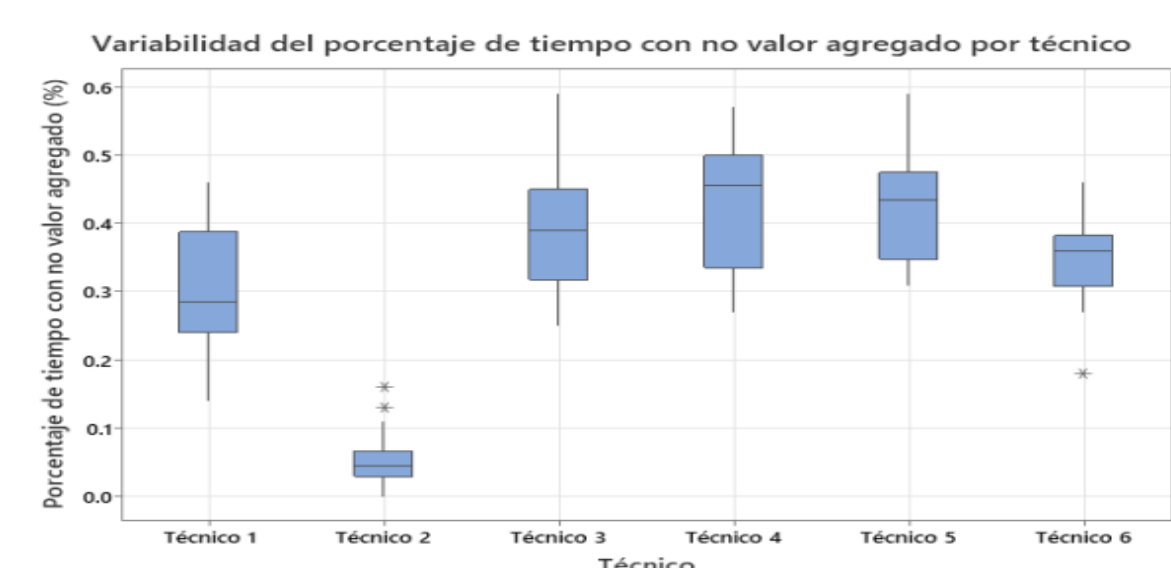


La gráfica de barras 100% apiladas muestra la distribución porcentual del tiempo de trabajo por técnico, segmentando las horas en actividades de preparación, ruta, trabajo en cliente y cierre de labores. Esta sugiere la necesidad de estandarización de los tiempos. En la gráfica de Pareto, el tiempo dedicado a actividades en cliente representa la mayor proporción del tiempo total.

Figura 6: Diagrama de dispersión de relación entre horas pagadas y horas en cliente.



Figura 7: "Box Plot" de la variabilidad del porcentaje de tiempo con no valor agregado por técnico



El diagrama de dispersión entre horas pagadas y horas en cliente muestra una tendencia positiva, indicando que a mayor tiempo pagado aumenta el tiempo en cliente. Sin embargo, la dispersión de los datos evidencia variabilidad en el aprovechamiento del tiempo, reflejando inconsistencias en la ejecución del proceso. El "boxplot" del porcentaje de tiempo no valor agregado muestra alta variabilidad entre técnicos, evidenciando diferencias en la proporción de tiempo dedicado a actividades no productivas.

Tiempos de ejecución de Work Orders

Se realizó un estudio de tiempos durante la ejecución de órdenes de trabajo para identificar la distribución entre actividades de valor agregado (VA), no valor agregado (NVA) y necesarias pero no agregan valor (NNVA). Los resultados muestran que solo el 42.62% del tiempo corresponde a actividades de valor, mientras que el 46.54% es tiempo NVA, evidenciando una alta proporción de ineficiencias en el proceso.

Tiempo de ruta estimado vs real

Se comparó el tiempo de traslado estimado con el tiempo real hacia los clientes para evaluar la precisión en la planificación de rutas. Los resultados reflejan una diferencia total de 62 minutos adicionales, lo que evidencia desviaciones significativas que impactan la eficiencia operativa y la puntualidad en la ejecución de las órdenes de trabajo.



Analizar

Los análisis de Pareto muestran que el mayor desperdicio del proceso proviene de actividades NVA como la búsqueda de materiales, el transporte interno y los tiempos de espera, concentrando más del 70% del tiempo no valor agregado. Además, una parte importante de las órdenes de trabajo pendientes se debe a limitaciones de tiempo, cambios en el cliente y falta de recursos o materiales críticos.

Figura 8: Gráfica de Pareto para los tiempos de actividades de no valor.

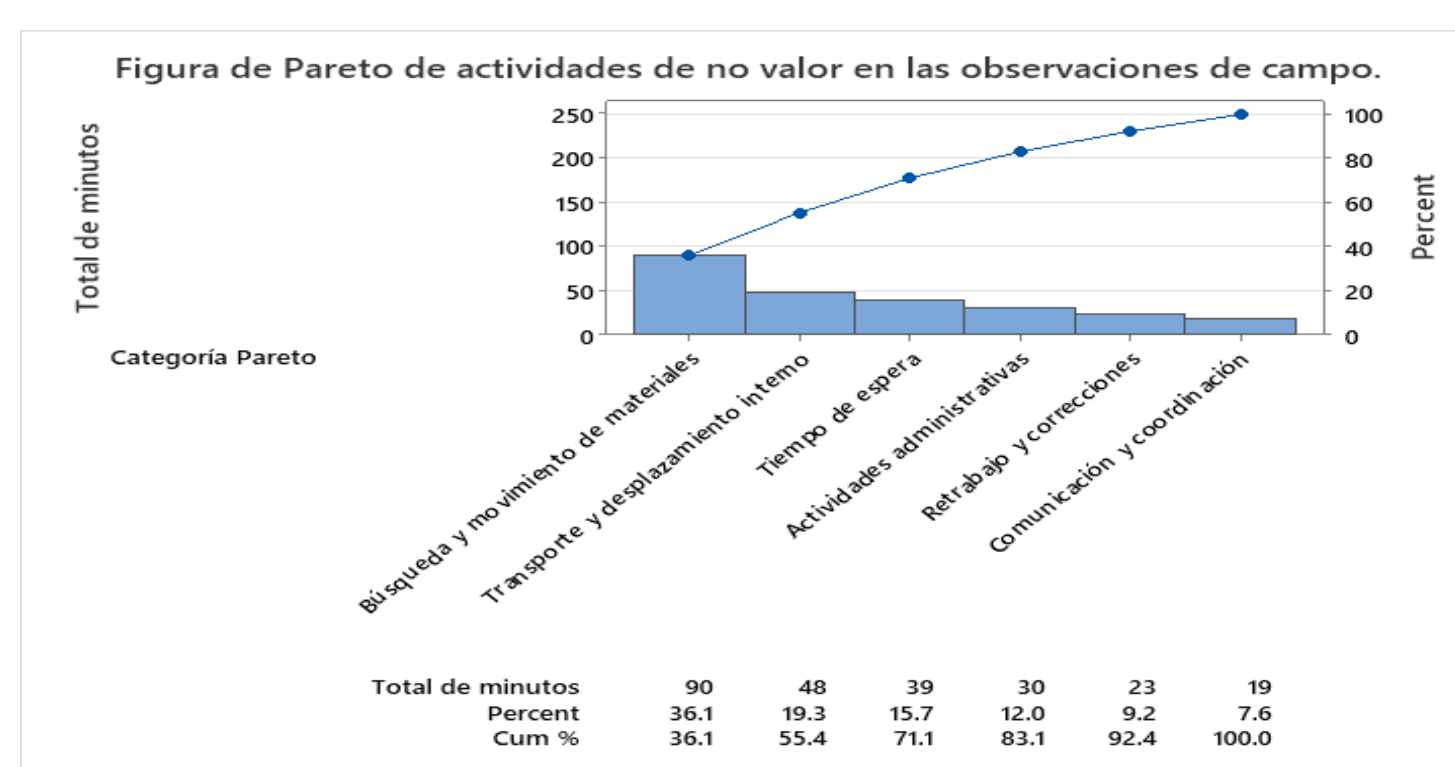


Figura 9: Gráfica de Pareto para los órdenes de servicios pendiente de labor

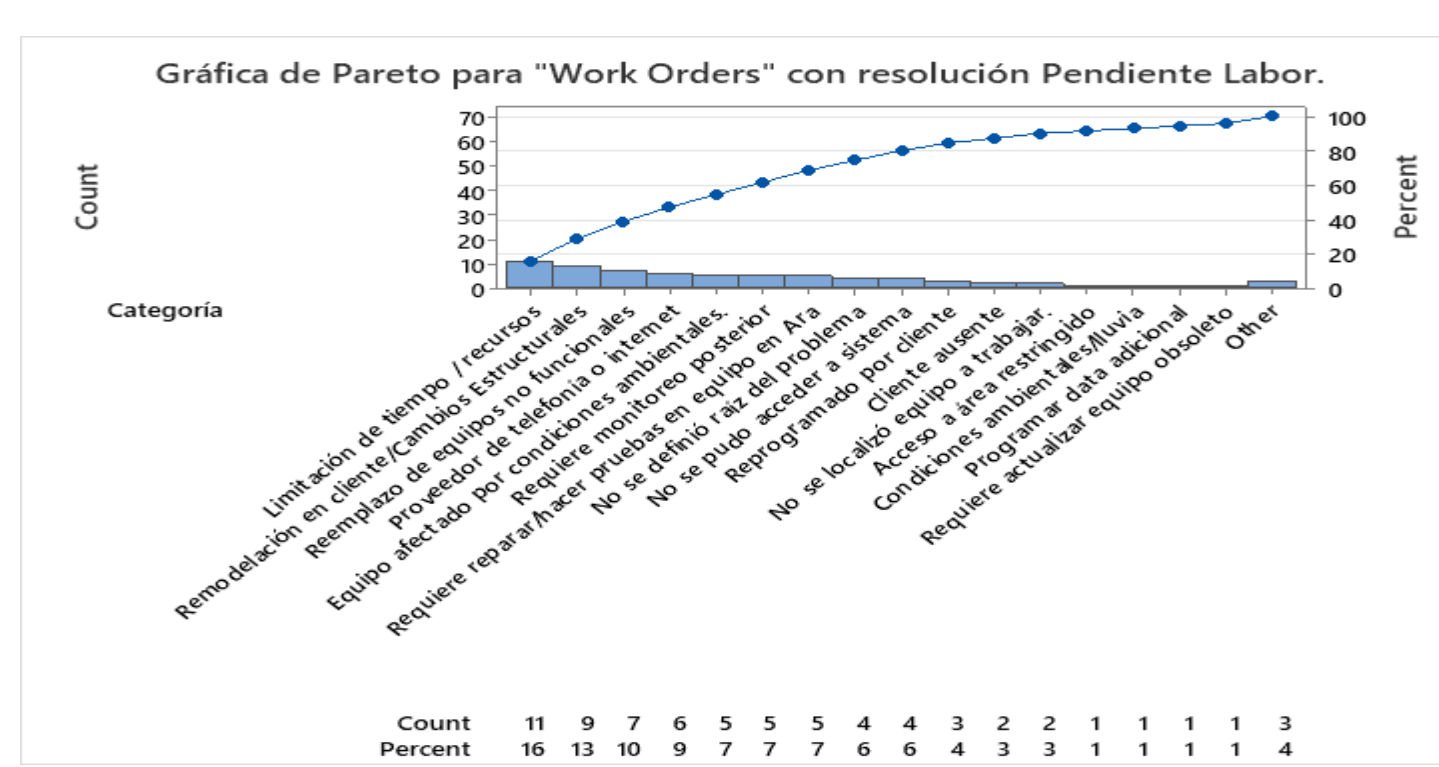
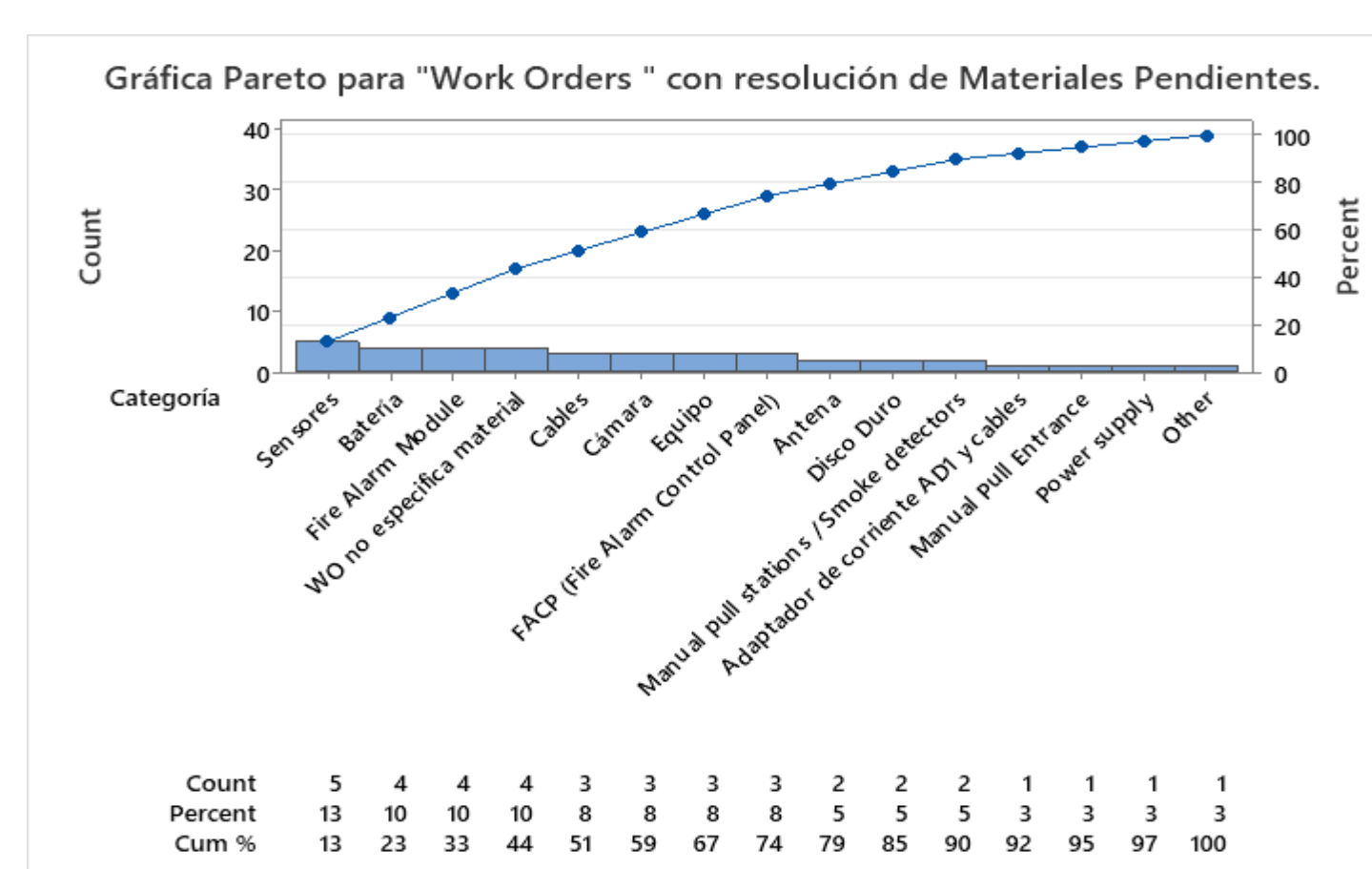
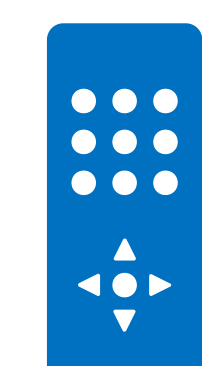
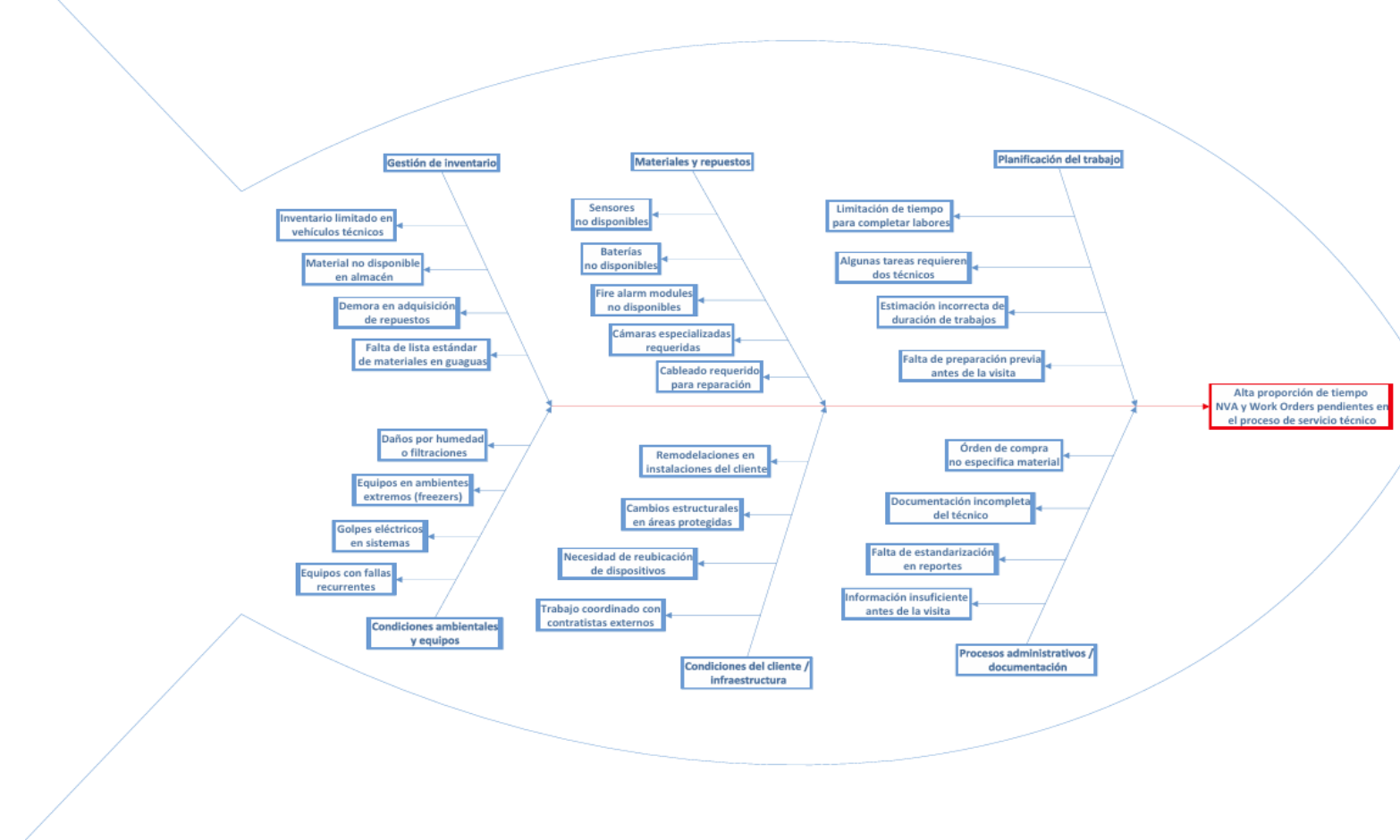


Figura 10: Gráfica de Pareto para las órdenes de servicios con resolución pendiente por materiales



El diagrama de Ishikawa muestra las causas potenciales para la alta proporción de tiempo NVA y órdenes de trabajo pendientes en el proceso de servicio técnico. Se agruparon en seis categorías principales: planificación del trabajo, disponibilidad de materiales, gestión de inventario, procesos administrativos, condiciones del cliente e impacto de factores ambientales o del equipo.



Mejorar

En la fase de mejorar se presentan soluciones dirigidas a reducir desperdicios y mejorar la eficiencia del proceso.

Tabla 2: Mejoras sugeridas

Mejora	Descripción	Impacto esperado
1. Kit portátil estándar	Dotar a cada técnico de un kit con herramientas y materiales más utilizados (sensores, baterías, conectores, cableado básico).	Reduce búsquedas y movimientos innecesarios, disminuye tiempos NVA y mejora la eficiencia en sitio.
2. Checklist previo a la visita	Lista de verificación antes de cada servicio para confirmar materiales, tipo de trabajo, historial del cliente y recursos necesarios.	Mejora la planificación, reduce visitas fallidas, reprocesos y tiempos de espera.
3. Inventario mínimo de materiales críticos	Definir niveles mínimos de stock en vehículos y almacén para piezas clave como sensores y baterías.	Evita retrasos por falta de materiales, reduce visitas adicionales y mejora continuidad del servicio.

Impacto Financiero

Concepto	Horas estimadas	Costo por hora	Costo total estimado
Horas regulares de trabajo	8	\$14	\$112
Horas extra	1	\$21	\$21
Reproceso o correcciones	0.75	\$14	\$10.50
Costo diario total	9.75	-	\$143.50
Costo anual (costo diario x 52 semanas x 5 días)	-	-	\$37,310

Este costo se calculó utilizando una tarifa de \$14 por hora, una hora adicional asociada a extensiones de trabajo o retrasos en la ejecución, y un promedio de 0.75 horas dedicadas a reprocesos o correcciones.

Análisis económico de mejoras

Actualmente, cerca de \$57.40 del costo diario por técnico (40% de \$143.50) corresponde a actividades sin valor agregado; al implementar el kit portátil, el checklist previo y mejoras en inventario, una reducción estimada del 20% en este tiempo permitiría disminuir proporcionalmente ese costo, generando un ahorro aproximado de \$11.48 por técnico por día.

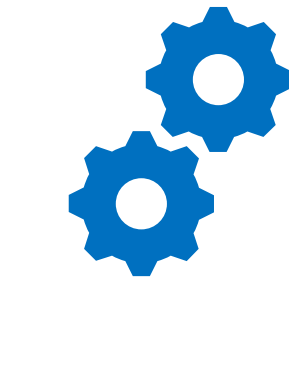
Concepto	Estado actual	Estado mejorado (estimado)
Costo asociado a actividades NVA	\$57.40	\$45.92
Reducción estimada diaria	-	\$11.48
Costo total anual por técnico	\$37,310	\$34,329.2
Reducción estimada anual de 20% del tiempo NVA	-	\$2,984.80
Total ahorro anual (6 técnicos)	-	\$17,908.80

Para implementar estas mejoras, se requiere una inversión inicial enfocada en capacitación y equipamiento. Inversión inicial es \$898, la cual se divide en \$448 en capacitación del personal y \$ 450 por el costo de los Kits portátiles para los 6 técnicos.

Tabla 4: Retorno de inversión (ROI)

Concepto	Valor
Inversión inicial total	\$898
Ahorro anual total	\$17,908.80
Payback	0.6 meses (~18 días laborales)
ROI anual	1,994%
Retorno por \$1 invertido	~20

El período de recuperación (payback) es menor a un mes, lo que evidencia una rápida recuperación de la inversión. Además, el ROI demuestra que, por cada dólar invertido, el proyecto genera aproximadamente \$20 en beneficios anuales.



Control

El objetivo de esta fase de control es asegurar que las mejoras implementadas se mantengan en el tiempo y continúen generando eficiencia en el proceso.

La siguiente tabla resume las acciones de control diseñadas para mantener el proceso estable y bajo monitoreo, asegurando la estandarización de las operaciones, la detección oportuna de desviaciones y la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

Tabla 5: Resumen de herramientas de control y la alineación de las acciones de control con las mejoras propuestas en la Fase de mejorar

Herramientas de control	
Elemento	Descripción
KPIs	% órdenes completadas en primera visita % órdenes pendientes tiempo por orden % tiempo NVA
Checklist previo	Estandariza la planificación antes de cada visita.
Auditorías + 5S	Control del orden y uso del kit en vehículos Sistema de inventario mínimo
Inventario mínimo	Asegura disponibilidad de materiales críticos
Alineación con Fase de Mejorar	
Elemento	Descripción
Kit portátil	Mantenido con auditorías y 5S
Checklist	Estandarizado como requisito del proceso
Inventario	Monitoreado mediante KPIs

Conclusión

El proyecto, siguiendo la metodología DMAIC, permitió identificar, analizar y validar las principales fuentes de desperdicio en el proceso. A lo largo de las fases de análisis y mejora se determinaron las causas raíz de las ineficiencias y se implementaron soluciones enfocadas en la reducción de actividades sin valor agregado. Como resultado, se logró optimizar el flujo del proceso y mejorar su eficiencia general.

Lecciones de aprendizaje y futuras investigaciones

El equipo fortaleció habilidades en análisis de procesos, trabajo en equipo y aplicación de herramientas Lean. Para la empresa, se evidenció el impacto positivo de implementar mejoras estructuradas en la eficiencia operativa.

Se recomienda evaluar el impacto a largo plazo de las mejoras e investigar la digitalización del proceso para reducir tareas manuales y optimizar la planificación.

Referencias

- George, M. L. (2003). Lean Six Sigma for service: How to use Lean speed and Six Sigma quality to improve services and transactions. McGraw-Hill.
- George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). The Lean Six Sigma pocket toolkit: A quick reference guide to 100 tools for improving quality and speed. McGraw-Hill.

Agradecimientos

Estamos agradecidos con Ara Security Integrators por brindarnos la oportunidad de llevar a cabo este proyecto. Agradecemos especialmente a nuestro patrocinador, Pedro Ramírez, por sus recursos, conocimiento y orientación. También expresamos nuestro agradecimiento a nuestro profesor, Carlos González, cuya experiencia y recomendaciones fueron fundamentales para el éxito del proyecto. Esta experiencia ha sido de gran valor para nuestra formación como futuros ingenieros industriales.

