" Optimización de la Priorización de Proyectos y Tareas en el Departamento de Subestaciones con un enfoque del 50%"

Yelitza Aponte, Raisamarie Robles

IE4990/4995 Capstone Desing Project / Profesor Luis Olivares

Define

Introducción

LUMA Energy, como entidad encargada de la operación, mantenimiento y modernización de la red eléctrica en Puerto Rico, enfrenta en el Departamento de Subestaciones un reto significativo relacionado con la acumulación de proyectos y tareas pendientes, producto de la ausencia de un enfoque sistemático para su priorización. Esta situación ha resultado en una asignación ineficiente de recursos, retrasos en los plazos de entrega e insatisfacción de los clientes, lo que compromete la eficiencia operativa y la percepción del servicio. Para subsanar esta problemática, se propone una transformación integral del proceso de priorización mediante la implementación de flujos de trabajo estructurados, criterios estratégicos de eficiencia y el uso de indicadores clave de desempeño (KPIs), con el fin de fortalecer la gestión documental, garantizar la trazabilidad y promover una orientación hacia la excelencia técnica.

Planteamiento del problema

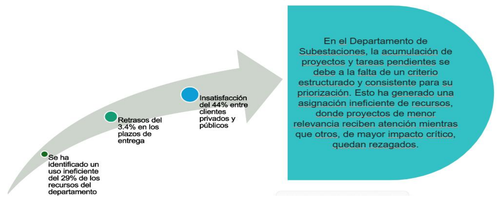
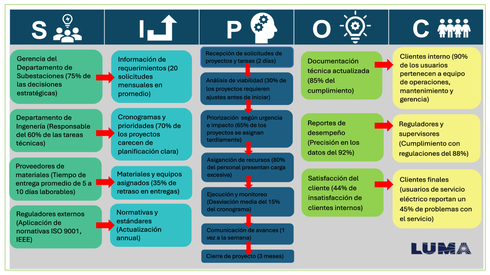


Diagrama de SIPOC



Alineación con Metas de la ONU (ODS)

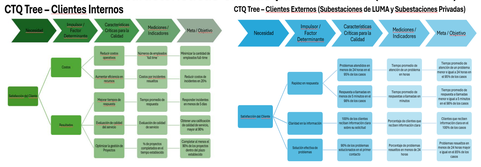
ODS 7
- Energía asequible y no contaminante: Mejora la confiabilidad del sistema eléctrico mediante documentación técnica precisa y oportuna.

ODS 9
- Industria, innovación e infraestructura: Fortalece la infraestructura eléctrica a través de procesos documentales eficientes y digitalizados.

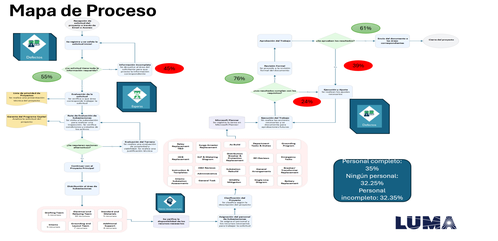
ODS 12
- Producción y consumo responsables: Reduce el desperdicio de tiempo y recursos mediante la estandarización de procesos documentales.

ODS 16
- Paz, justicia e instituciones sólidas: Promueve la transparencia, trazabilidad y gobernanza interna mediante flujos claros y controlados.

Árbol de características críticas para la calidad ("CTQ Tree")



Mapa de Proceso



Modelo Kano

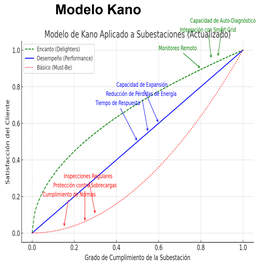
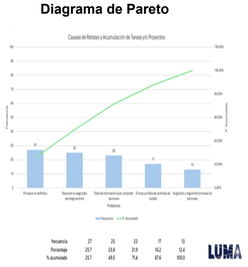


Diagrama de Pareto



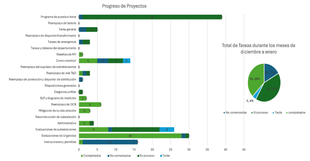
Measure

Tipos de Datos de la Variable

Variable	Tipo de Dato	Escala	Descripción
Tiempo promedio de entrega	Cuantitativo continuo	Razón	Tiempo (en días) desde la creación hasta la aprobación final del documento.
Nivel de satisfacción del cliente	Cuantitativo discreto	Ordinal	Escala de satisfacción (por ejemplo: 1 a 5 o porcentaje).
Porcentaje de cumplimiento de plazos	Cuantitativo continuo	Porcentual (razón)	Porcentaje de proyectos entregados a tiempo.
Tasa de documentos con errores	Cuantitativo discreto	Porcentual	Proporción de documentos devueltos por errores.
Uso de recursos por tipo de proyecto	Cuantitativo continuo	Razón	Porcentaje o cantidad de horas-hombre asignadas por categoría de proyecto.
Número de revisiones por documento	Cuantitativo discreto	Nominal/ Ordinal	Frecuencia con que un documento pasa por revisión.
Tipo de cliente	Cualitativo nominal	Nominal	Cliente interno / cliente externo (público o privado).
Estado del documento	Cualitativo ordinal	Ordinal	Borrador, en revisión, aprobado, archivado.

Distribución de subestaciones

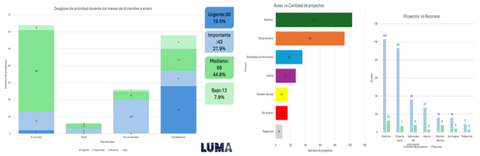
Este gráfico permite visualizar la cantidad de subestaciones, tanto de LUMA como privadas, en cada una de las regiones. En Arecibo, se encuentran 39 subestaciones de LUMA y 93 privadas; en Bayamón, 43 de LUMA y 117 privadas; en Caguas, 48 de LUMA y 155 privadas; en Carolina, 29 de LUMA y 83 privadas; en Mayagüez, 50 de LUMA y 102 privadas; en Ponce, 49 de LUMA y 138 privadas; y finalmente, en San Juan, 81 de LUMA y 136 privadas. Cabe señalar que, entre las subestaciones privadas, se incluyen hospitales, centros comerciales y empresas.



En este gráfico se presenta un análisis sobre el estatus de los proyectos. Según los datos obtenidos, se determinó que el 17% de los proyectos aún no ha comenzado, el 41% se encuentra en proceso, el 38% ha sido completado y el 4% no ha sido trabajado, encontrándose actualmente en retraso.

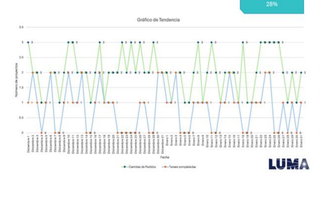
Solicitudes Entradas vs Espera vs Acumuladas

Para este gráfico, se analizó la data correspondiente al periodo de diciembre a enero con el fin de identificar una acumulación de proyectos del 72%. En el gráfico se puede observar la cantidad de solicitudes, las cuales se encontraban en espera, así como el número de acumulaciones registradas por día durante estos meses. Este análisis proporciona una visión clara de los retrasos y el ritmo de acumulación de los proyectos durante dicho periodo, permitiendo identificar patrones y áreas que requieren atención para optimizar el proceso.



La compañía cuenta con un sistema de clasificación por prioridades, y mediante este gráfico se buscó visualizar en qué etapa se encuentran los proyectos según su nivel de prioridad. En la etapa de "En proceso", se identificaron 2 casos urgentes, 11 importantes, 48 de prioridad media y 12 de prioridad baja. En la etapa de "Tarde", no se registraron casos urgentes, pero sí 3 importantes, 3 medianos y ninguno de prioridad baja. En cuanto a los proyectos "No comenzados", se reportaron 0 urgentes, 20 importantes, 5 medianos y 1 de prioridad baja. Finalmente, en la etapa de "Completados", se contabilizaron 28 proyectos urgentes, 9 importantes, 13 medianos y 8 de prioridad baja. Este desglose permite entender con mayor claridad cómo se están gestionando las prioridades dentro del flujo de trabajo de la compañía.

Gráfico de Tendencia



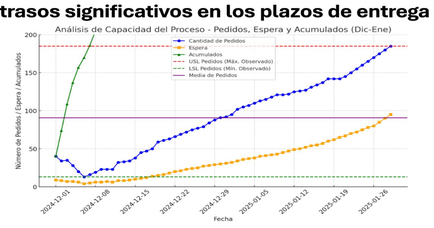
Durante los meses de diciembre a enero se analizó el comportamiento de la cantidad de solicitudes recibidas en comparación con las completadas. Al finalizar este período de dos meses, se determinó que únicamente el 28% de las solicitudes habían sido completadas, lo que evidencia una acumulación significativa de trabajo pendiente y sugiere la necesidad de evaluar la capacidad operativa y los recursos disponibles para mejorar los tiempos de respuesta

Analyze

Uso ineficiente de los recursos del departamento

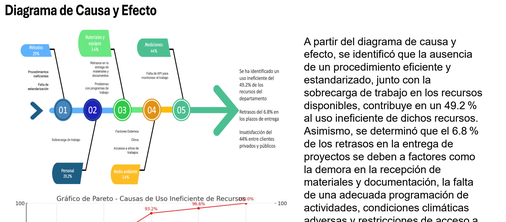
Como parte del análisis orientado a la identificación de ineficiencias en los recursos, se evaluó la capacidad del proceso en función del número de recursos disponibles durante el período comprendido entre diciembre y enero. Las gráficas analizadas demuestran que el proceso es estable y eficiente durante los días operativos, con una cantidad de recursos que se mantiene entre 34 y 36, y un promedio de 35.16. No se observa variabilidad significativa, y todos los valores se mantienen por encima del límite mínimo requerido de 20. Esto confirma que el proceso funciona de manera consistente, y que la capacidad operativa es adecuada cuando el personal está presente.

Retrasos significativos en los plazos de entrega



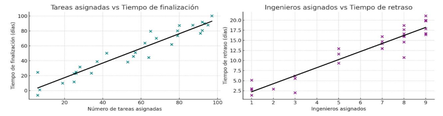
El análisis de los datos de diciembre de 2024 y enero de 2025 revela un aumento constante en la acumulación de pedidos desde mediados de diciembre, indicando retrasos significativos en los plazos de entrega debido a una sobrecarga en el sistema. El gráfico de Análisis de Capacidad del Proceso muestra que la cantidad de pedidos supera el límite superior aceptable (USL) hacia el final del período, mientras que el tiempo de espera también aumenta gradualmente. Además, los pedidos acumulados presentan un pico inicial seguido de estabilización, lo que sugiere un cuello de botella o un aumento en la demanda. La media de pedidos durante el período se mantiene por debajo del nivel final, lo que confirma la existencia de problemas de capacidad y eficiencia en el procesamiento.

Diagrama de Causa y Efecto



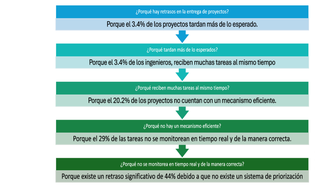
A partir del diagrama de causa y efecto, se identificó que la ausencia de un procedimiento eficiente y estandarizado, junto con la sobrecarga de trabajo en los recursos disponibles, contribuye en un 49.2 % al uso ineficiente de dichos recursos. Asimismo, se determinó que el 6.8 % de los retrasos en la entrega de proyectos se deben a factores como la demora en la recepción de materiales y documentación, la falta de una adecuada programación de actividades, condiciones climáticas adversas y restricciones de acceso a las áreas de trabajo. Adicionalmente, se identificó un nivel de insatisfacción del 44 % entre los clientes, atribuible a la ausencia de indicadores clave de desempeño (KPI) para el monitoreo efectivo del progreso y la calidad del trabajo

Gráficas de Dispersión



El análisis de los gráficos de dispersión revela relaciones significativas entre variables clave del proceso de subestaciones. En primer lugar, se observa una correlación positiva entre el número de tareas asignadas y el tiempo de finalización, lo que sugiere una posible sobrecarga de trabajo que impacta negativamente en los plazos de entrega. En segundo lugar, se identifica también una relación positiva entre el número de ingenieros asignados y el tiempo de retraso, lo cual indica posibles ineficiencias en la asignación de personal, probablemente derivadas de una falta de coordinación o una gestión inadecuada de los recursos. Estos hallazgos resaltan la necesidad de revisar los procesos de planificación, distribución de carga y gestión de calidad para mejorar el desempeño general.

5 Porqué - Acumulación de proyectos y tareas pendientes en subestacion



El análisis de la acumulación de proyectos y tareas pendientes en subestación, utilizando la metodología de los 5 porqués, identificó como causa raíz la falta de planificación y monitoreo adecuado. Se determinó que el 3.4 % de los proyectos sufren retrasos debido a la sobreasignación de tareas a los ingenieros, relacionada con la ausencia de un mecanismo de gestión eficiente en el 20.2 % de los casos. Además, el 29 % de las tareas no son monitoreadas en tiempo real, lo que dificulta la supervisión oportuna, y esto se debe a la falta de un sistema estructurado de priorización, provocando un retraso global del 44 %. Se concluye que es fundamental implementar herramientas de gestión que mejoren la visibilidad, el control y la priorización de actividades.

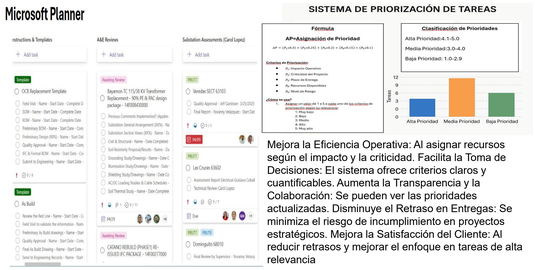
Improve

FMEA

Modo de fallo (Fallos Potenciales)	Efectos del fallo	Causa del fallo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	RPN (S x O x D)	Acción recomendada
Tareas entregadas después del due date	Atrasos en proyectos, afecta KPI de cumplimiento	Falta de seguimiento y alertas de vencimiento	9	8	6	432	Crear dashboard en Power BI con alertas automáticas
Revisiones técnicas tardías	Demoras en aprobaciones finales	Sobrecarga de trabajo o falta de priorización	8	7	5	280	Redistribuir carga, establecer prioridades semanales
Aprobaciones externas lentas	Impacta fechas de entrega al cliente	Falta de recordatorios o tracking de terceros	7	6	7	294	Automatizar notificaciones de recordatorio
Tareas sin asignar	Estancamiento de actividades	Falta de trazabilidad en el sistema	6	5	4	120	Usar Microsoft Planner con responsables asignados y fechas
Cambios de alcance sin actualizar fechas	Fechas irreales vs. tiempo real requerido	Comunicación inefectiva o informal	7	4	6	168	Formalizar cambios con actualización automática de fechas en el sistema

En nuestro análisis FMEA identificamos cinco modos de fallo críticos: la entrega tardía de tareas, revisiones técnicas demoradas, aprobaciones externas lentas, tareas sin asignar y cambios de alcance sin actualizar fechas. Cada riesgo presenta impactos importantes retrasos en proyectos, afectación de KPIs, estancamiento de actividades y desalineación de plazos, con valores de RPN que oscilan entre 120 y 432. Las causas subyacentes abarcan desde la falta de seguimiento y alertas hasta la sobrecarga de trabajo, comunicación informal y ausencia de trazabilidad. Para mitigar estos riesgos proponemos soluciones específicas: implementar un dashboard en Power BI con alertas automáticas para evitar vencimientos pasados, redistribuir la carga y priorizar semanalmente las revisiones técnicas, automatizar recordatorios para aprobaciones externas, usar Microsoft Planner para asignar tareas y fechas, y formalizar los cambios de alcance con actualizaciones automáticas de calendario. Estas acciones, acompañadas de responsables y plazos claros, permitirán reducir la severidad, probabilidad y mejorar la detección de fallos, garantizando un flujo de trabajo más eficiente y confiable.

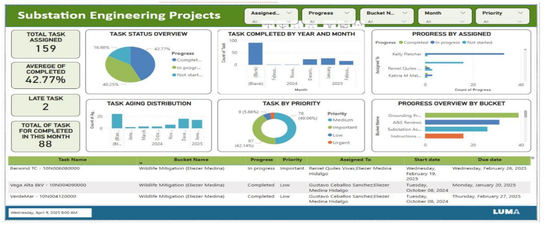
Microsoft Planner



Mejora la Eficiencia Operativa: Al asignar recursos según el impacto y la criticidad. Facilita la Toma de Decisiones: El sistema ofrece criterios claros y cuantificables. Aumenta la Transparencia y la Colaboración: Se pueden ver las prioridades actualizadas. Disminuye el Retraso en Entregas: Se minimiza el riesgo de incumplimiento en proyectos estratégicos. Mejora la Satisfacción del Cliente: Al reducir retrasos y mejorar el enfoque en tareas de alta relevancia

Se implementó una plataforma de seguimiento en Microsoft Planner con el objetivo de mejorar la visibilidad y la gestión de las tareas asignadas dentro del equipo. Esta herramienta permite identificar en tiempo real el estado de cada actividad, así como conocer qué responsable está trabajando en cada una de ellas.

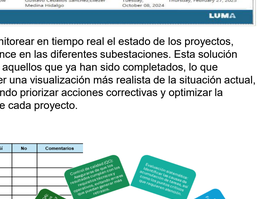
Herramientas de Visualización



La herramienta de visualización implementada permite monitorear en tiempo real el estado de los proyectos, proporcionando una representación clara y precisa del avance en las diferentes subestaciones. Esta solución facilita la identificación inmediata de proyectos atrasados y aquellos que ya han sido completados, lo que contribuye a una gestión más efectiva y proactiva. Al ofrecer una visualización más realista de la situación actual, se fortalecen los procesos de toma de decisiones, permitiendo priorizar acciones correctivas y optimizar la planificación de recursos en función del estado operativo de cada proyecto.

QAQC

Área	Pregunta	Sí	No	Comentarios
Planificación y Asignación	¿Se han identificado claramente las tareas pendientes en la subestación?			
	¿Las tareas tienen fechas de entrega (due date) bien definidas?			
	¿Cada tarea está asignada a un responsable específico?			
	¿Se ha priorizado adecuadamente el orden de ejecución según la criticidad?			
Recursos Humanos y Capacitación	¿Están documentadas las razones de acumulación de tareas anteriores?			
	¿Se cuenta con suficiente personal capacitado para completar las tareas acumuladas?			
Gestión de Proyectos	¿Se ha realizado una evaluación de carga de trabajo para evitar sobrecarga?			
	¿Las tareas están organizadas bajo un cronograma de ejecución actualizado?			
	¿Existen indicadores de rendimiento (KPI) que midan el avance de tareas?			
	¿Se han definido plazos intermedios para el monitoreo del avance?			
Procesos de QA/QC	¿Se cuenta con procedimientos documentados para la revisión de calidad?			
	¿Se están realizando auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de los estándares?			
	¿Existen protocolos claros para la aprobación de tareas finalizadas?			
Monitoreo y Control	¿Se dispone de registros históricos que permitan identificar patrones de acumulación?			
	¿Se está monitoreando continuamente el progreso de las tareas acumuladas?			
	¿Se han implementado alertas tempranas para tareas que se acercan a la fecha límite?			
	¿Se están documentando las desviaciones en los tiempos de entrega y sus causas?			
	¿Existe un plan de acción para mitigar el impacto de las tareas retrasadas?			
Documentación y Reportes	¿Se están generando reportes periódicos sobre el estado de acumulación?			
	¿Los informes incluyen análisis de causas y propuestas de soluciones?			
Lecciones Aprendidas	¿Se está llevando un registro de tareas completadas y pendientes?			
	¿Los resultados del análisis financiero del impacto de los retrasos están documentados?			
	¿Se han documentado los factores que contribuyeron a la acumulación de tareas?			
	¿Se han propuesto acciones correctivas para evitar acumulaciones futuras?			
	¿El equipo ha discutido los aprendizajes obtenidos para mejorar la gestión de tareas en futuras subestaciones?			



Impacto Financiero

- Rango salarial anual de los empleados: $60,700 a $85,000
- Para el cálculo, tomaremos el promedio:

$$\text{Salario Promedio Anual} = \frac{\$60{,}700 + \$85{,}000}{2} = \$72{,}850$$

- Horas de trabajo anuales: 2,080 (40 horas por semana × 52 semanas)
- Costo por hora promedio:

$$\text{Costo por hora} = \frac{\$72{,}850}{2{,}080\,hr} = \$35.03/hr$$

Cálculo del Costo por Retraso:

El gráfico de evolución muestra días de retraso que oscilan entre 100 y 500 días

Costo de Retraso = $Costo\ diario \times Días\ de\ retraso$

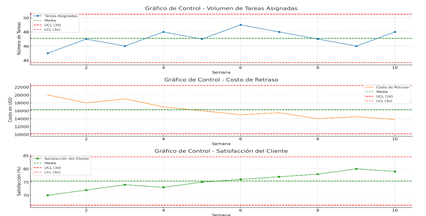
Costo Diario = $Costo\ por\ hora \times 8\ horas$

Costo Diario = $\$35.03 hr \times 8 hr = \$280.24$

Costo por retraso en total de días=$465 \times \$280.24 = \$130{,}311.6$

Control

Gráficas de Control



Capacidad del Proceso (Cp y Cpk):Interpretación: Los valores de Cp y Cpk iguales a 1 indican que el proceso está en control y tiene una capacidad adecuada para cumplir con los límites establecidos. Porcentaje de Puntos Fuera de Control: No hay señales de inestabilidad, lo que refleja un proceso bien controlado tras las mejoras.

Acciones que debe de establecer la empresa

Herramientas para monitorear el proceso

El uso combinado de Power BI y Microsoft Planner en el monitoreo del proceso de subestación en LUMA Energy aporta beneficios significativos al optimizar la gestión y el control operativo. Power BI permite visualizar el progreso de los proyectos en tiempo real mediante dashboards interactivos, identificando rápidamente retrasos y cuellos de botella, mientras que Planner facilita la organización de tareas, asignación de responsabilidades y seguimiento diario, promoviendo una gestión más ágil y eficiente. Además, la integración de ambas herramientas permite generar alertas automáticas ante desviaciones, mejorar la comunicación entre equipos y tomar decisiones fundamentadas basadas en datos actualizados, lo que reduce los costos operativos y mejora la eficiencia del proceso de subestación.

Conclusión

El análisis del proceso de subestaciones en LUMA Energy identificó ineficiencias operativas que afectan la calidad del servicio eléctrico en Puerto Rico, destacándose problemas de distribución de recursos, documentación deficiente y sobrecarga de trabajo. Tras implementar mejoras basadas en herramientas de gestión como SIPOC, FMEA y el Ciclo de Deming, se optimizó la asignación de tareas, aumentando la capacidad operativa en un 166 % sin comprometer la eficiencia. El uso de tecnología como Power BI y Planner permitió monitorear el rendimiento y reducir significativamente los costos por retraso. Estas acciones fortalecieron el control y la eficiencia en la gestión de proyectos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y consolidando a LUMA Energy como referente en calidad y sostenibilidad del sistema eléctrico en Puerto Rico.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al profesor **Luis Olivares** por su valiosa orientación, apoyo y compromiso durante el desarrollo de este proyecto. Su experiencia y dedicación fueron claves para guiarnos en cada etapa del proceso y para motivarnos a alcanzar nuestras metas con excelencia.

También agradecemos a la empresa **LUMA Energy Puerto Rico** por brindarnos la oportunidad de trabajar en un proyecto tan significativo y retador. Esta experiencia nos permitió aplicar nuestros conocimientos en un entorno real y contribuir al mejoramiento de procesos con impacto tangible. A todos los que de alguna manera aportaron a este proyecto, ¡gracias! Su colaboración y apoyo fueron esenciales para hacerlo posible.

" Optimización de la Priorización de Proyectos y Tareas en el Departamento de Subestaciones con un enfoque del 50%"

Yelitza Aponte, Raisamarie Robles

IE4990/4995 Capstone Desing Project / Profesor Luis Olivares

Definir

Introducción

LUMA Energy, como entidad encargada de la operación, mantenimiento y modernización de la red eléctrica en Puerto Rico, enfrenta en el Departamento de Subestaciones un reto significativo relacionado con la acumulación de proyectos y tareas pendientes, producto de la ausencia de un enfoque sistemático para su priorización. Esta situación ha resultado en una asignación ineficiente de recursos, retrasos en los plazos de entrega e insatisfacción de los clientes, lo que compromete la eficiencia operativa y la percepción del servicio. Para subsanar esta problemática, se propone una transformación integral del proceso de priorización mediante la implementación de flujos de trabajo estructurados, criterios estratégicos de eficiencia y el uso de indicadores clave de desempeño (KPIs), con el fin de fortalecer la gestión documental, garantizar la trazabilidad y promover una orientación hacia la excelencia técnica.

Planteamiento del problema

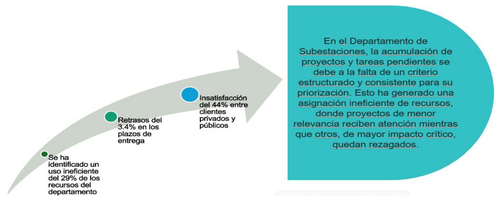
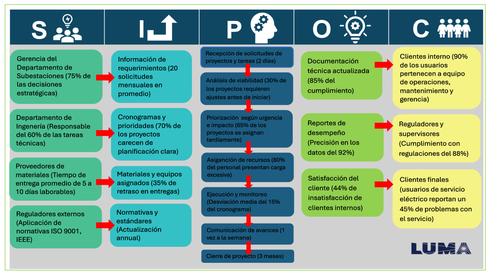


Diagrama de SIPOC



Alineación con Metas de la ONU (ODS)

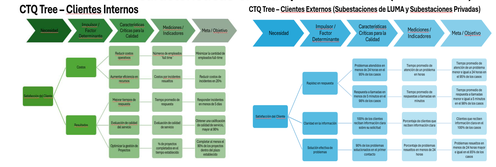
ODS 7
- Energía asequible y no contaminante: Mejora la confiabilidad del sistema eléctrico mediante documentación técnica precisa y oportuna.

ODS 9
- Industria, innovación e infraestructura: Fortalece la infraestructura eléctrica a través de procesos documentales eficientes y digitalizados.

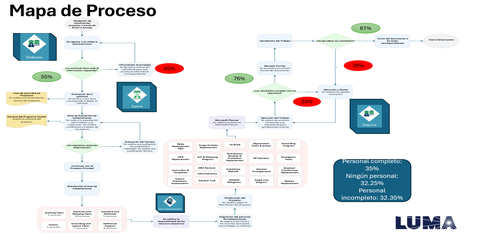
ODS 12
- Producción y consumo responsables: Reduce el desperdicio de tiempo y recursos mediante la estandarización de procesos documentales.

ODS 16
- Paz, justicia e instituciones sólidas: Promueve la transparencia, trazabilidad y gobernanza interna mediante flujos claros y controlados.

Árbol de características críticas para la calidad ("CTQ Tree")



Mapa de Proceso



Modelo Kano

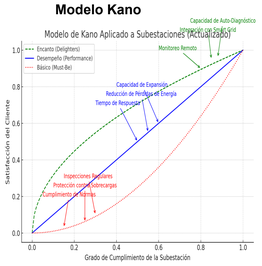
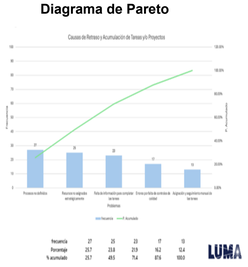


Diagrama de Pareto



Medir

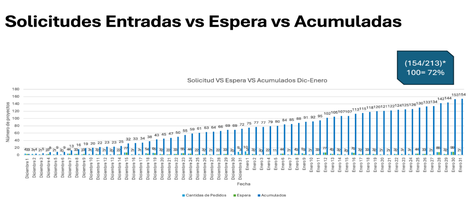
Tipos de Datos de la Variable

Variable	Tipo de Dato	Escala	Descripción
Tiempo promedio de entrega	Cuantitativo continuo	Razón	Tiempo (en días) desde la creación hasta la aprobación final del documento.
Nivel de satisfacción del cliente	Cuantitativo discreto	Ordinal	Escala de satisfacción (por ejemplo: 1 a 5 o porcentaje).
Porcentaje de cumplimiento de plazos	Cuantitativo continuo	Porcentual (razón)	Porcentaje de proyectos entregados a tiempo.
Tasa de documentos con errores	Cuantitativo discreto	Porcentual	Proporción de documentos devueltos por errores.
Uso de recursos por tipo de proyecto	Cuantitativo continuo	Razón	Porcentaje o cantidad de horas-hombre asignadas por categoría de proyecto.
Número de revisiones por documento	Cuantitativo discreto	Nominal/ Ordinal	Frecuencia con que un documento pasa por revisión.
Tipo de cliente	Cualitativo nominal	Nominal	Cliente interno / cliente externo (público o privado).
Estado del documento	Cualitativo ordinal	Ordinal	Borrador, en revisión, aprobado, archivado.

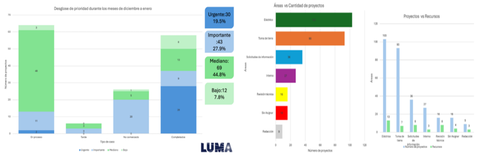
Distribución de subestaciones

Este gráfico permite visualizar la cantidad de subestaciones, tanto de LUMA como privadas, en cada una de las regiones. En Arecibo, se encuentran 39 subestaciones de LUMA y 93 privadas; en Bayamón, 43 de LUMA y 117 privadas; en Caguas, 48 de LUMA y 155 privadas; en Carolina, 29 de LUMA y 83 privadas; en Mayagüez, 50 de LUMA y 102 privadas; en Ponce, 49 de LUMA y 138 privadas; y finalmente, en San Juan, 81 de LUMA y 136 privadas. Cabe señalar que, entre las subestaciones privadas, se incluyen hospitales, centros comerciales y empresas.

Solicitudes Entradas vs Espera vs Acumuladas

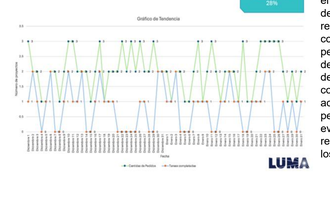


Para este gráfico, se analizó la data correspondiente al periodo de diciembre a enero con el fin de identificar una acumulación de proyectos del 72%. En el gráfico se puede observar la cantidad de solicitudes, las cuales se encontraban en espera, así como el número de acumulaciones registradas por día durante estos meses. Este análisis proporciona una visión clara de los retrasos y el ritmo de acumulación de los proyectos durante dicho periodo, permitiendo identificar patrones y áreas que requieren atención para optimizar el proceso.



La compañía cuenta con un sistema de clasificación por prioridades, y mediante este gráfico se buscó visualizar en qué etapa se encuentran los proyectos según su nivel de prioridad. En la etapa de "En proceso", se identificaron 2 casos urgentes, 11 importantes, 48 de prioridad media y 12 de prioridad baja. En la etapa de "Tarde", no se registraron casos urgentes, pero sí 3 importantes, 3 medianos y ninguno de prioridad baja. En cuanto a los proyectos "No comenzados", se reportaron 0 urgentes, 20 importantes, 5 medianos y 1 de prioridad baja. Finalmente, en la etapa de "Completados", se contabilizaron 28 proyectos urgentes, 9 importantes, 13 medianos y 8 de prioridad baja. Este desglose permite entender con mayor claridad cómo se están gestionando las prioridades dentro del flujo de trabajo de la compañía.

Gráfico de Tendencia



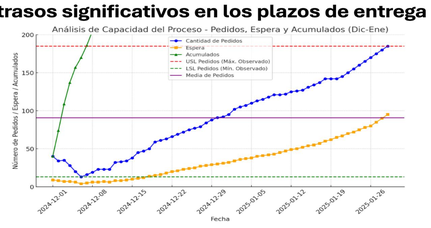
Durante los meses de diciembre a enero se analizó el comportamiento de la cantidad de solicitudes recibidas en comparación con las completadas. Al finalizar este período de dos meses, se determinó que únicamente el 28% de las solicitudes habían sido completadas, lo que evidencia una acumulación significativa de trabajo pendiente y sugiere la necesidad de evaluar la capacidad operativa y los recursos disponibles para mejorar los tiempos de respuesta

Analizar

Uso ineficiente de los recursos del departamento

Como parte del análisis orientado a la identificación de ineficiencias en los recursos, se evaluó la capacidad del proceso en función del número de recursos disponibles durante el período comprendido entre diciembre y enero. Las gráficas analizadas demuestran que el proceso es estable y eficiente durante los días operativos, con una cantidad de recursos que se mantiene entre 34 y 36, y un promedio de 35.16. No se observa variabilidad significativa, y todos los valores se mantienen por encima del límite mínimo requerido de 20. Esto confirma que el proceso funciona de manera consistente, y que la capacidad operativa es adecuada cuando el personal está presente.

Retrasos significativos en los plazos de entrega

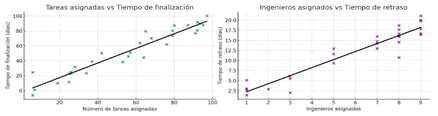


El análisis de los datos de diciembre de 2024 y enero de 2025 revela un aumento constante en la acumulación de pedidos desde mediados de diciembre, indicando retrasos significativos en los plazos de entrega debido a una sobrecarga en el sistema. El gráfico de Análisis de Capacidad del Proceso muestra que la cantidad de pedidos supera el límite superior aceptable (USL) hacia el final del período, mientras que el tiempo de espera también aumenta gradualmente. Además, los pedidos acumulados presentan un pico inicial seguido de estabilización, lo que sugiere un cuello de botella o un aumento en la demanda. La media de pedidos durante el período se mantiene por debajo del nivel final, lo que confirma la existencia de problemas de capacidad y eficiencia en el procesamiento.

Diagrama de Causa y Efecto

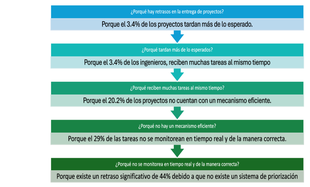
A partir del diagrama de causa y efecto, se identificó que la ausencia de un procedimiento eficiente y estandarizado, junto con la sobrecarga de trabajo en los recursos disponibles, contribuye en un 49.2 % al uso ineficiente de dichos recursos. Asimismo, se determinó que el 6.8 % de los retrasos en la entrega de proyectos se deben a factores como la demora en la recepción de materiales y documentación, la falta de una adecuada programación de actividades, condiciones climáticas adversas y restricciones de acceso a las áreas de trabajo. Adicionalmente, se identificó un nivel de insatisfacción del 44 % entre los clientes, atribuible a la ausencia de indicadores clave de desempeño (KPI) para el monitoreo efectivo del progreso y la calidad del trabajo

Gráficas de Dispersión



El análisis de los gráficos de dispersión revela relaciones significativas entre variables clave del proceso de subestaciones. En primer lugar, se observa una correlación positiva entre el número de tareas asignadas y el tiempo de finalización, lo que sugiere una posible sobrecarga de trabajo que impacta negativamente en los plazos de entrega. En segundo lugar, se identifica también una relación positiva entre el número de ingenieros asignados y el tiempo de retraso, lo cual indica posibles ineficiencias en la asignación de personal, probablemente derivadas de una falta de coordinación o una gestión inadecuada de los recursos. Estos hallazgos resaltan la necesidad de revisar los procesos de planificación, distribución de carga y gestión de calidad para mejorar el desempeño general.

5 Porqué - Acumulación de proyectos y tareas pendientes en subestacion



El análisis de la acumulación de proyectos y tareas pendientes en subestación, utilizando la metodología de los 5 porqués, identificó como causa raíz la falta de planificación y monitoreo adecuado. Se determinó que el 3.4 % de los proyectos sufren retrasos debido a la sobreasignación de tareas a los ingenieros, relacionada con la ausencia de un mecanismo de gestión eficiente en el 20.2 % de los casos. Además, el 29 % de las tareas no son monitoreadas en tiempo real, lo que dificulta la supervisión oportuna, y esto se debe a la falta de un sistema estructurado de priorización, provocando un retraso global del 44 %. Se concluye que es fundamental implementar herramientas de gestión que mejoren la visibilidad, el control y la priorización de actividades.

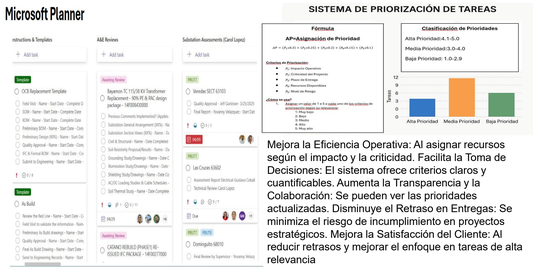
Mejorar

FMEA

Modo de fallo (Fallos Potenciales)	Efectos del fallo	Causa del fallo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	RPN (S x O x D)	Acción recomendada
Tareas entregadas después del due date	Atrasos en proyectos, afecta KPI de cumplimiento	Falta de seguimiento y alertas de vencimiento	9	8	6	432	Crear dashboard en Power BI con alertas automáticas
Revisiones técnicas tardías	Demoras en aprobaciones finales	Sobrecarga de trabajo o falta de priorización	8	7	5	280	Redistribuir carga, establecer prioridades semanales
Aprobaciones externas lentas	Impacta fechas de entrega al cliente	Falta de recordatorios o tracking de terceros	7	6	7	294	Automatizar notificaciones de recordatorio
Tareas sin asignar	Estancamiento de actividades	Falta de trazabilidad en el sistema	6	5	4	120	Usar Microsoft Planner con responsables asignados y fechas
Cambios de alcance sin actualizar fechas	Fechas irreales vs. tiempo real requerido	Comunicación inefectiva o informal	7	4	6	168	Formalizar cambios con actualización automática de fechas en el sistema

En nuestro análisis FMEA identificamos cinco modos de fallo críticos: la entrega tardía de tareas, revisiones técnicas demoradas, aprobaciones externas lentas, tareas sin asignar y cambios de alcance sin actualizar fechas. Cada riesgo presenta impactos importantes retrasos en proyectos, afectación de KPIs, estancamiento de actividades y desalineación de plazos, con valores de RPN que oscilan entre 120 y 432. Las causas subyacentes abarcan desde la falta de seguimiento y alertas hasta la sobrecarga de trabajo, comunicación informal y ausencia de trazabilidad. Para mitigar estos riesgos proponemos soluciones específicas: implementar un dashboard en Power BI con alertas automáticas para evitar vencimientos pasados, redistribuir la carga y priorizar semanalmente las revisiones técnicas, automatizar recordatorios para aprobaciones externas, usar Microsoft Planner para asignar tareas y fechas, y formalizar los cambios de alcance con actualizaciones automáticas de calendario. Estas acciones, acompañadas de responsables y plazos claros, permitirán reducir la severidad, probabilidad y mejorar la detección de fallos, garantizando un flujo de trabajo más eficiente y confiable.

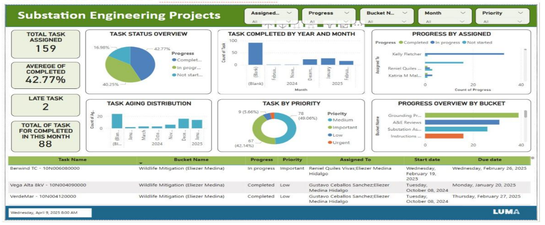
Microsoft Planner



Mejora la Eficiencia Operativa: Al asignar recursos según el impacto y la criticidad. Facilita la Toma de Decisiones: El sistema ofrece criterios claros y cuantificables. Aumenta la Transparencia y la Colaboración: Se pueden ver las prioridades actualizadas. Disminuye el Retraso en Entregas: Se minimiza el riesgo de incumplimiento en proyectos estratégicos. Mejora la Satisfacción del Cliente: Al reducir retrasos y mejorar el enfoque en tareas de alta relevancia

Se implementó una plataforma de seguimiento en Microsoft Planner con el objetivo de mejorar la visibilidad y la gestión de las tareas asignadas dentro del equipo. Esta herramienta permite identificar en tiempo real el estado de cada actividad, así como conocer qué responsable está trabajando en cada una de ellas.

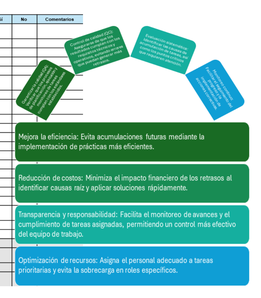
Herramientas de Visualización



La herramienta de visualización implementada permite monitorear en tiempo real el estado de los proyectos, proporcionando una representación clara y precisa del avance en las diferentes subestaciones. Esta solución facilita la identificación inmediata de proyectos atrasados y aquellos que ya han sido completados, lo que contribuye a una gestión más efectiva y proactiva. Al ofrecer una visualización más realista de la situación actual, se fortalecen los procesos de toma de decisiones, permitiendo priorizar acciones correctivas y optimizar la planificación de recursos en función del estado operativo de cada proyecto.

QAQC

Área	Pregunta	Sí	No	Comentarios
Planificación y Asignación	¿Se han identificado claramente las tareas pendientes en la subestación?			
	¿Las tareas tienen fechas de entrega (due date) bien definidas?			
	¿Cada tarea está asignada a un responsable específico?			
	¿Se ha priorizado adecuadamente el orden de ejecución según la criticidad?			
Recursos Humanos y Capacitación	¿Están documentadas las razones de acumulación de tareas anteriores?			
	¿Se cuenta con suficiente personal capacitado para completar las tareas acumuladas?			
Gestión de Proyectos	¿Se ha realizado una evaluación de carga de trabajo para evitar sobrecarga?			
	¿Las tareas están organizadas bajo un cronograma de ejecución actualizado?			
	¿Existen indicadores de rendimiento (KPI) que midan el avance de tareas?			
	¿Se han definido plazos intermedios para el monitoreo del avance?			
Procesos de QA/QC	¿Se cuenta con procedimientos documentados para la revisión de calidad?			
	¿Se están realizando auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de los estándares?			
	¿Existen protocolos claros para la aprobación de tareas finalizadas?			
Monitoreo y Control	¿Se dispone de registros históricos que permitan identificar patrones de acumulación?			
	¿Se está monitoreando continuamente el progreso de las tareas acumuladas?			
	¿Se han implementado alertas tempranas para tareas que se acercan a la fecha límite?			
	¿Se están documentando las desviaciones en los tiempos de entrega y sus causas?			
	¿Existe un plan de acción para mitigar el impacto de las tareas retrasadas?			
Documentación y Reportes	¿Se están generando reportes periódicos sobre el estado de acumulación?			
	¿Los informes incluyen análisis de causas y propuestas de soluciones?			
Lecciones Aprendidas	¿Se está llevando un registro de tareas completadas y pendientes?			
	¿Los resultados del análisis financiero del impacto de los retrasos están documentados?			
	¿Se han documentado los factores que contribuyeron a la acumulación de tareas?			
	¿Se han propuesto acciones correctivas para evitar acumulaciones futuras?			
	¿El equipo ha discutido los aprendizajes obtenidos para mejorar la gestión de tareas en futuras subestaciones?			



Impacto Financiero

- Rango salarial anual de los empleados: $60,700 a $85,000
- Para el cálculo, tomaremos el promedio:

$$\text{Salario Promedio Anual} = \frac{\$60{,}700 + \$85{,}000}{2} = \$72{,}850$$

- Horas de trabajo anuales: 2,080 (40 horas por semana × 52 semanas)
- Costo por hora promedio:

$$\text{Costo por hora} = \frac{\$72{,}850}{2{,}080\,hr} = \$35.03/hr$$

Cálculo del Costo por Retraso:

El gráfico de evolución muestra días de retraso que oscilan entre 100 y 500 días

Costo de Retraso = $Costo\ diario \times Días\ de\ retraso$

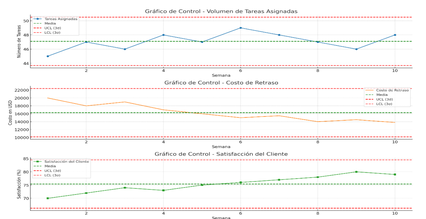
Costo Diario = $Costo\ por\ hora \times 8\ horas$

Costo Diario = $\$35.03 hr \times 8 hr = \$280.24$

Costo por retraso en total de días=$465 \times \$280.24 = \$130,311.6$

Control

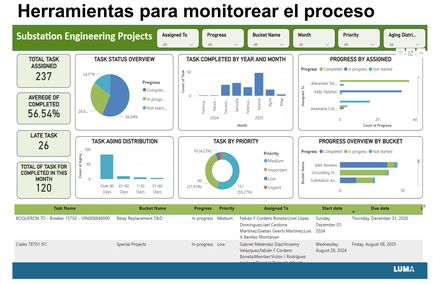
Gráficas de Control



Capacidad del Proceso (Cp y Cpk):Interpretación: Los valores de Cp y Cpk iguales a 1 indican que el proceso está en control y tiene una capacidad adecuada para cumplir con los límites establecidos. Porcentaje de Puntos Fuera de Control: No hay señales de inestabilidad, lo que refleja un proceso bien controlado tras las mejoras.

Acciones que debe de establecer la empresa

Herramientas para monitorear el proceso



El uso combinado de Power BI y Microsoft Planner en el monitoreo del proceso de subestación en LUMA Energy aporta beneficios significativos al optimizar la gestión y el control operativo. Power BI permite visualizar el progreso de los proyectos en tiempo real mediante dashboards interactivos, identificando rápidamente retrasos y cuellos de botella, mientras que Planner facilita la organización de tareas, asignación de responsabilidades y seguimiento diario, promoviendo una gestión más ágil y eficiente. Además, la integración de ambas herramientas permite generar alertas automáticas ante desviaciones, mejorar la comunicación entre equipos y tomar decisiones fundamentadas basadas en datos actualizados, lo que reduce los costos operativos y mejora la eficiencia del proceso de subestación.

Conclusión

El análisis del proceso de subestaciones en LUMA Energy identificó ineficiencias operativas que afectan la calidad del servicio eléctrico en Puerto Rico, destacándose problemas de distribución de recursos, documentación deficiente y sobrecarga de trabajo. Tras implementar mejoras basadas en herramientas de gestión como SIPOC, FMEA y el Ciclo de Deming, se optimizó la asignación de tareas, aumentando la capacidad operativa en un 166 % sin comprometer la eficiencia. El uso de tecnología como Power BI y Planner permitió monitorear el rendimiento y reducir significativamente los costos por retraso. Estas acciones fortalecieron el control y la eficiencia en la gestión de proyectos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y consolidando a LUMA Energy como referente en calidad y sostenibilidad del sistema eléctrico en Puerto Rico.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al profesor **Luis Olivares** por su valiosa orientación, apoyo y compromiso durante el desarrollo de este proyecto. Su experiencia y dedicación fueron claves para guiarnos en cada etapa del proceso y para motivarnos a alcanzar nuestras metas con excelencia.
También agradecemos a la empresa **LUMA Energy Puerto Rico** por brindarnos la oportunidad de trabajar en un proyecto tan significativo y retador. Esta experiencia nos permitió aplicar nuestros conocimientos en un entorno real y contribuir al mejoramiento de procesos con impacto tangible. A todos los que de alguna manera aportaron a este proyecto, ¡gracias! Su colaboración y apoyo fueron esenciales para hacerlo posible.