

“UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN E INSPECCIÓN DE TUBING Y VARILLAS DE BOMBEO”

Autores:

J. César Caleau (*)

Sergio Páez (*)

Martín Iriarte (*)

(*) Petrobras Energía S.A.

Abstract

En este trabajo se muestran los resultados y las mejoras obtenidas en el proceso de recuperación e inspección de tubing y varillas de bombeo de dos yacimientos operados por Petrobras Energía S.A., los cuales fueron seleccionados debido al importante volumen anual de material procesado. En adelante denominadas como Área A y Área B.

Para llevar a cabo esta tarea se utilizó una metodología de reconocida aplicación que permite detectar y concretar oportunidades de mejoras en procesos. El método se basa en el desarrollo de las etapas DMAIC (Definir - Medir - Analizar - Mejorar - Controlar). Se desarrollará el proceso de mejora a través de cada una de las etapas mencionadas incluyendo sus respectivos entregables y se expondrá la herramienta de Calidad que mejor se ajustó a cada etapa.

Se conformó un equipo de trabajo integrado por Ingeniería de Producción, Abastecimientos y Calidad Seguridad Medio Ambiente y Salud Ocupacional (CSMS) con la asistencia de un facilitador. Además intervinieron en la mejora todos los responsables del proceso (desde los proveedores hasta los clientes), entre ellos, el contratista responsable de la recuperación e inspección de los materiales. Las mejoras propuestas, luego de ser consensuadas con los "dueños del proceso" se incluyen en un plan de acción para su implementación.

El factor distintivo en la aplicación de este tipo de metodología radica en que la recolección correcta de datos e información y su medición es fundamental, permitiendo asegurar que la toma de decisiones se base y esté soportada con hechos concretos.

Mediante la utilización de esta metodología es posible analizar, mejorar y controlar procesos utilizando herramientas para la calidad de distinto potencial que permitan localizar y describir los problemas subyacentes en los mismos.

Introducción

La particularidad que tiene todo negocio que produce bienes considerados “commodities”, sumado a la variabilidad del precio del crudo, hace que las metodologías de mejoras de procesos orientados a satisfacer los requerimientos de los clientes o minimizar costos por medio de técnicas que

requieran excesivos tiempos de recolección de datos o experimentación sean de difícil sustento en el tiempo.

Por otro lado, la gran mayoría de los ejemplos de mejoras en calidad provienen de la industria manufacturera, es así que existen relativamente pocos especialistas que hayan desarrollado temas específicos para las actividades del Upstream en E&P frente a lo desarrollado en otros sectores industriales.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados, la Compañía ha implementado el Programa de Excelencia en la Gestión (PEG), donde un componente fundamental está vinculado a las mejoras de los procesos operacionales y de gestión que se desarrollan en E&P.

Para llevar adelante las mejoras propuestas en forma sistemática se ha desarrollado un procedimiento documentado a fin de guiar a los equipos de trabajo y obtener resultados aplicando la rigurosidad de una metodología ampliamente reconocida. El procedimiento está basado en la aplicación de las etapas DMAIC (Definir - Medir - Analizar - Mejorar - Controlar), técnica utilizada por Six Sigma TM (1), una de las actuales tendencias de gestionar la Calidad en las organizaciones.

Como parte de este programa ha sido diseñado un sitio específico dentro de la Intranet de la Compañía en el cual se encuentran los proyectos seleccionados para la mejora. El mismo cuenta con un foro de discusión, bibliografía de calidad y guías para orientar a los equipos en cada instancia de la mejora. Entre estos se encuentra el trabajo “Mejora del proceso de recuperación e inspección de tubing y varillas de bombeo”.

El objetivo fue considerar este proceso como "Caso de Estudio" a fin de ser consultado por los distintos equipos de estudio e implementación de mejoras. En el mismo se puede observar como fueron aplicadas algunas herramientas tradicionales de la Calidad para la resolución de cada etapa de la metodología DMAIC.

La bibliografía especializada demuestra que a través de la implementación de las mejoras por medio de la citada metodología se pueden lograr niveles de ahorros significativos, los que pueden obtenerse ya sea a través de una reingeniería compleja o por la ejecución de varios proyectos simples como el presente caso.

Desarrollo

1. Definición del Equipo de trabajo

Como parte integral de un trabajo de optimización de recursos de Ingeniería de Producción, se decidió comenzar con el análisis del proceso de recupero e inspección de tubing y varillas de pozos para su reutilización. Para ello se conformó un equipo de trabajo compuesto por un Ing. de Producción de cada una de las áreas y uno de los servicios centralizados. Además de los referentes técnicos en el tema se incorporaron representantes de las gerencias de Abastecimientos y de Calidad, Seguridad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional (CSMS)

A medida que se avanzó en el estudio del proceso, surgió la necesidad de redefinir su alcance ampliando el foco de la mejora, ya que en principio se contemplaron las actividades vinculadas exclusivamente a la inspección no destructiva.

En un primer análisis, para determinar los problemas existentes se concluyó que el proceso analizado formaban parte de un proceso más amplio sobre el que existían mayores oportunidades de

mejora. Parte de las mejoras a incorporar al proceso deberían ser responsabilidad de los contratistas que prestan el servicio de transporte e inspección de los materiales.

Se redefinieron entonces los nuevos límites del proceso en estudio, comprendiendo ahora a las actividades desde la toma de decisión de envío de material a inspeccionar mediante su observación en boca de pozo, hasta la provisión del material requerido para su instalación entregado estibado en boca de pozo. El proceso comprende tanto a pozos actualmente en explotación, como a las nuevas perforaciones. Estas actividades son desarrolladas principalmente por los equipos de Pulling y de Work-Over de la empresa contratista.

2. Selección del proyecto

Los principales motivos por los cuales se seleccionó este proceso para su estudio se resumen a continuación.

- **Integración de Ingeniería de Producción:** La misión de Ingeniería de Producción de E&P Argentina es la optimización de la producción de las reservas de la compañía. Este trabajo, al reducir los costos totales por unidad recuperada, está orientado en este sentido. Además, se entiende que una mayor interacción con los departamentos de Ingeniería de Producción de los yacimientos y nuestra estructura centralizada permite encontrar la sinergia necesaria para lograr cumplir con la misión del sector.
- **Optimización de Recursos Operativos:** La aplicación de este proyecto requiere un análisis de todos nuestros procesos, proporcionando las bases para futuros trabajos.
- **Necesidad de ejercitar el trabajo en equipos multidisciplinarios:** Las habilidades necesarias para el logro de resultados en estas modalidades se adquieren mediante la práctica con este tipo de caso de estudio.
- **Optimización de los contratos:** Adecuación de nuestros contratistas a las nuevas modalidades de trabajo planteadas por la operación.

3. Objetivo de mejora del Equipo: “Reducir en un plazo de seis meses, al menos un 20% el costo unitario de recuperación (Recolección e inspección) y provisión (material nuevo y usado) de tubing y varillas de bombeo”

Existen también otros objetivos secundarios a alcanzar:

- Mayor comprensión de los procesos de producción.
- Adquirir las habilidades necesarias para analizar procesos mediante el estudio de procesos sencillos.
- Promover, a través de la práctica, una mayor y mejor integración intersectorial.

4. Aplicación de la metodología DMAIC

4.1. Etapa de DEFINICION:



Los entregables principales de esta etapa son:

- Definición del “dueño del proceso”
- Definición de los clientes del proceso
- Límites y actividades (diagrama de flujo del Proceso)
- Recursos utilizados

Definición del Dueño del proceso:

Función no definida específicamente al momento del inicio de la implementación de las mejoras sobre este proceso.

Se entiende como “Dueño del Proceso” a aquel que cumpla con las siguientes características:

- Impactado por los resultados
- Controla recursos importantes
- Orientado al cliente
- Con autoridad y respetado
- Posea motivación e interés

En función a lo precedente, el equipo ha identificado como dueño de este proceso al Líder de Ingeniería de Producción. Quien, luego de las mejoras pasa a tener también responsabilidades sobre las tareas de transporte para la recolección y provisión de materiales. Esta función previamente estaba a cargo del Jefe de Almacenes quien no tenía control sobre la demanda, ni poseía información suficiente sobre las prioridades que le permita optimizar el transporte de materiales.

Definición de los Clientes del proceso y sus requerimientos:

Por medio de esta actividad quedó definido:

- Quiénes son (clientes internos o externos)
- Qué esperan que el equipo de mejora entregue

Para definir los clientes del proceso fue necesario:

- Revisar datos disponibles:
 - Sobre necesidades, expectativas, reclamos, quejas, comentarios
 - Estos datos deben ser objetivos y cuantificados
- Definir los requerimientos de los clientes:
 - Traducir lo que el cliente dice...
 - ...en algo observable, medible y con estándar

El equipo detectó para este proceso tres segmentos de clientes diferentes:

Segmento 1:

- Ingeniería de Producción

Requerimientos:

- “Maximizar la cantidad de material recuperado al menor costo posible”
- “Minimizar la exposición a los peligros de la actividad”
- “Minimizar los costos de la No Calidad”

Segmento 2:

- Explotación (Supervisor de producción):

Requerimientos:

- “Locación limpia y libre de materiales de subsuelo en el plazo acordado”.

Segmento 3:

- Ingeniería de Producción (Supervisores de Pulling)
- Construcción de Pozos (Workover):

Requerimientos:

- “Retiro y Provisión de material inspeccionado en locación, descargado y estibado en caballetes, en el momento acordado”

Límites y Actividades del Proceso:

La definición de los Límites y Actividades del proceso contribuye a:

- Entender cómo fluye el trabajo alrededor del problema
- Focalizar el análisis
- Visualización de posibles causas raíz “obvias”
- Clarificar entradas, roles y relaciones con proveedores y clientes
- Clarificar qué y dónde medir

Una adecuada definición de la situación actual consiste en un análisis del conjunto de actividades desarrolladas previo a la implementación de las mejoras. La forma mas apropiada de visualizar el proceso es mediante un diagrama de flujo en donde se representan las entradas y salidas del mismo.

El proceso comprende las etapas de recuperación y provisión de materiales para equipamiento de pozos en explotación. En forma genérica se ha subdividido el proceso en cuatro sub-procesos que conforman las actividades de toma de decisión de extraer materiales del pozo, recolección de materiales, lavado e inspección no destructiva y provisión de materiales en boca de pozo.

En la Figura 1 se esquematiza el diagrama de flujo que representa el proceso en cuestión. A continuación se hace una breve descripción del mismo:

Subproceso 1: Toma de decisión: Incluyen las tareas llevadas a cabo para la determinación de los materiales a reemplazar en cada pozo, y en consecuencia el que será enviado a inspección. También contempla la definición del material que será instalado cuando se trate de un pozo nuevo.

Subproceso 2: Recupero de materiales: Actividades de traslado, mediante transporte provisto de hidrogúa, del material desde los pozos productores, tanto del que será inspeccionado en las instalaciones del Contratista de Inspección de materiales, como de los sobrantes de material nuevo y condicionado con destino a los almacenes de Petrobras Energía S.A.

Subproceso 3: Inspección no destructiva: Actividades relacionadas a la adecuación (limpieza mecánica y lavado con vapor) de los tubulares (tubing y varillas de bombeo) y a la inspección por ultrasonido de los materiales.

Como salida de este proceso se obtiene un material clasificado en diferentes grados en función a la pérdida de espesor (de pared del tubo para tubing y de sección para varillas de bombeo), brindando además la determinación de las causas de descarte. En las figuras 2 y 3 se presentan los diagramas de flujo en detalle de estos sub-procesos.

En el año 2002 se incorporó en el área B la modalidad de inspección selectiva de materiales seguida desde el año 1997 en el yacimiento A, en donde la información de los resultados del descarte de materiales se encuentra asociada al pozo correspondiente.

Subproceso 4: Provisión de materiales: Actividades relacionadas al transporte y descarga en locación de material clasificado y de material nuevo a los pozos en explotación.

Recursos del Proceso

Otro aspecto de fundamental interés en esta etapa es la definición detallada de los recursos involucrados en el proceso.

Recurso	Descripción	Unidad	% Incidencia	Subproceso
Trabajo	Horas supervisor de Pulling	\$/hh	2.1%	1-2 y 4
	Horas Ingeniero de Producción	\$/hh	4.1%	1-2-3 y 4
	Horas Almacenero	\$/hh	4.4%	2 -3 y 4
Capital	Facturación anual servicio Inspec. Tbg.	\$/Unidad	31.4%	3
	Facturación anual servicio Inspec v/b	\$/Unidad	7.7%	3
	Facturación anual transporte normales	\$/hs	33.2%	2-3 y 4
	Facturación anual transporte extras	\$/hs	17.0%	3
	Facturación Horas de espera pulling	\$/hs	0.0%	1-2 y 4
	Costo de superficiarios	\$/mes	0.0%	3
Energía	Consumo de Agua	\$/m3	0.0%	3
	Consumo de Gas	\$/m3	0.0%	3
	Consumo de Energía Eléctrica	\$/kwh	0.0%	3

hh: horas / hombre

4.2. Etapa de MEDICION:



Entregables de esta etapa:

En esta etapa es necesario saber cual es la situación actual del proceso. Las actividades necesarias se listan a continuación:

- Medir y obtener datos y Comparar.
- Determinar las “brechas” entre la situación actual y los valores de la situación deseable.
- Redefinir, si es necesario, los Objetivos de Mejora.

Definición de indicadores: Debido a que no existían indicadores que midan la eficiencia del proceso en el pasado, es necesario definir nuevos indicadores para observar la evolución del proceso.

Se listan a continuación los indicadores seleccionados para el estudio. Para cada uno de ellos se aclara la fuente de información utilizada para su cálculo.

- **Costo por unidad recuperada/nueva recolectada/puesta en Boca de Pozo:** Se incluyen los costos totales asociados al proceso de materiales. El mismo se determinó dividiendo los costos totales en la cantidad total de material transportado desde los pozos al sitio de inspección (incluye material de reemplazo nuevos o usado).
- **% de material enviado a inspección:** Este indicador se lleva en el área A desde el año 1997 a partir de los datos almacenados en una base de datos de producción identificando además al pozo al cual pertenece el material inspeccionado. A partir del año 2002 también se incorpora el área B.
- **Costo por unidad ingresada (Facturación + HH Propias):** Este indicador se obtiene de la misma fuente que el anterior.
- **Cantidad de horas diarias en transporte (Horas hábiles y feriados):** Para determinar estos datos se realizó un muestreo de tres meses de operación en el área A. Para tal efecto se recolectaron los registros (partes diarios) del contratista del transporte.
- **Horas en exceso trabajadas, horas nocturnas y feriados:** Este indicador se obtiene de la misma fuente que el anterior.

4.3. - Etapa de ANÁLISIS



Entregables de la Etapa:

- Análisis de los datos y del Proceso.
- Análisis de las causas raíces del problema.
- Cuantificación de las brechas.

El desarrollo de esta etapa se condujo bajo la siguiente secuencia:

- a) Entrevistas para identificación de necesidades.
- b) Brainstorming.
- c) Diagrama de Afinidad.

- d) Votación Múltiple.
- e) Diagrama Causa–Efecto.
- f) Validación de causas.

a) **Entrevistas:** Antes de comenzar el análisis y con la finalidad de lograr un mayor entendimiento del proceso por parte de aquellos integrantes del equipo que desconocían los detalles del mismo, se llevaron a cabo una serie de entrevistas en el área A para recolectar las opiniones de los involucrados en el proceso en cuestión.

Las personas entrevistadas fueron el Líder de Ingeniería de Producción, el Jefe de Base, supervisor de zona y Gerente del contratista de servicio de Inspección, el Jefe de Almacenes y el Supervisor de Pulling de Petrobras Energía S.A.

Se resumen a continuación los puntos significativos de las mismas:

- Reiterados problemas por disponibilidad de material condicionado en Almacenes.
- Necesidad de agilizar el recupero de otros materiales en los pozos
- Múltiples requerimientos provenientes de distintos sectores.
- Complicado sistema de facturación por la cantidad de ítems.
- Paradigma de “primero abastecer y luego recolectar” sin optimizar el circuito de recolección.
- Problemas con los pedidos de materiales, especialmente relacionados con la disponibilidad del material procesado en Almacenes.
- Discrepancias entre lo informado para recuperar con lo que efectivamente hay en el pozo.
- Excesiva contratación de personal temporario para tareas generales.
- Interrupciones en el proceso de inspección modificando la requisición original en función de las urgencias.

b) Brainstorming:

Consiste en la generación de un gran número de ideas sin censura y en un tiempo limitado. Sirve para exponer todas las ideas con respecto a un tema; asegurando la participación de todos y un máximo nivel de sinergias evitando las censuras.

La actividad se desarrolló con la asistencia de un facilitador aportando dinámica al grupo. De esta manera se obtuvo una alineación de todos los asistentes a través de la participación y el compromiso en la búsqueda de soluciones. De este ejercicio se obtuvieron aproximadamente sesenta ideas en un lapso de 40 minutos.

c) Diagrama de Afinidad

Es una forma especial de estructurar y diagramar datos verbales (ideas / asuntos / hechos / causas) Sirve para organizar y clasificar, en grupos o categorías afines, un gran número de ideas o causas, a fin de comprender la esencia de un problema y hallar soluciones.

- Permite visualizar la magnitud del problema o asunto.
- Permite que las soluciones salgan naturalmente.
- Vence la “parálisis del equipo” que surge por la gran cantidad de datos.

Las ideas resultantes del Brainstorming se categorizaron, quedando reagrupadas bajo conceptos comunes, de esta manera se redujo la lista original, eliminando aquellas que conceptualmente coincidían.

d) Votación múltiple:

Se trata de una herramienta que permite seleccionar las ideas más importante del resto cuando no hay suficientes datos como para hacerlo por medio de una discusión limitada, para lo cual deben participar las personas que mejor conocen el proceso o tema.

Esta actividad se realizó en dos etapas de 20 minutos cada una, logrando una reducción del listado original a cinco ideas finales.

Como resultado de la aplicación conjunta de las herramientas Brainstorming – Diagrama de Afinidad - Votación Múltiple se obtuvieron las siguientes líneas de trabajo:

- Capacidad ociosa del camión de transporte materiales.
- Ineficiencias en el sub-proceso de inspección no destructiva
- Conflicto entre sectores

e) Diagrama causa efecto:

El diagrama de Ishikawa, o Diagrama Causa - Efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas originarias de problemas. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

- Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.

Por cada uno de los tres factores determinados se desarrolló su correspondiente diagrama Causa – Efecto los cuales se detallan en las figuras 4, 5 y 6.

Un análisis pormenorizado de los diferentes problemas y sus causas raíces, contrastados con las realidades y posibilidades operativas, nos dejan para evaluar las siguientes líneas de mejora:

- Mejorar la utilización del camión mediante un correcto aprovechamiento de las horas de transporte con material. Evitar la sobrecarga horaria de los operarios.
- Mejorar el proceso de recupero de material enviado desde los pozos en el área A. Se observa una diferencia apreciable respecto al área B en el porcentaje de material descartado. Esto puede deberse a que en el área A existe el problema de acumulación de parafinas y es práctica habitual enviar este material a lavar e inspeccionar.
- Mejorar la metodología actual de pedido y provisión de materiales para minimizar algunos costos de la 'no-calidad', que no son fácilmente identificables.

- f) **Validación de las hipótesis:** Con el fin de validar las hipótesis de las causas propuestas se analizaron datos de diversas fuentes. Las mismas y el resultado de dichos análisis se detallan a continuación:

A. - Capacidad ociosa en el transporte

Los datos provenientes del muestreo de los partes diarios del transporte del Yacimiento del área A fueron analizados mediante Histogramas, otra herramienta clásica de la calidad y se obtuvieron los siguientes resultados:

- El camión de transporte, debido a la premisa aceptada por todos de priorizar la provisión de materiales a los equipos frente a la recolección y a la ausencia de un único responsable que programe los requerimientos y diagrame las cargas y los viajes, realiza gran parte de los viajes con el camión descargado. Específicamente el 34% en horario diurno, y el 48% en horario nocturno. Es destacable también los elevados niveles de actividad que se registran en horario nocturno y de fines de semana, elevando no solo los riesgos asociados a la actividad nocturna sino también las mayores erogaciones en concepto de horas extras.
- Otro punto analizado fue la certeza de que no siempre es necesario disponer del camión con hidrógua para el transporte de materiales. En muchas ocasiones es posible y hasta deseable poder realizar el transporte con un vehículo más versátil y económico. Un análisis del material transportado en cada viaje en el mismo periodo nos confirma que existe un alto porcentaje de veces en las cuales la capacidad del camión utilizado para el transporte excede varias veces el volumen transportado. Contrastando esto con la capacidad de transporte estimada de un vehículo mas liviano arroja que podrían reemplazarse los viajes del camión un 38% de la veces durante el día y un 25 % durante la noche.

B. - Ineficiencias en los procesos de inspección no destructiva

El análisis de los datos estadísticos de los últimos años de las inspecciones de tubulares de las dos áreas sugiere que posiblemente el contratista se encuentre sobre inspeccionando el material en área A tal como se muestra en los siguientes indicadores.

	Area A	Area B
Unidades Inspeccionadas	16,304	11,625
Porcentaje descartado	34 %	64 %
Vida útil (años)	7.9	6.2

Cabe aclarar que el costo final de inspección se compone de diversos ítems que tienen en cuenta la etapa del proceso en la que el material fue descartado. El mayor costo se obtiene al completar todas las etapas, tal es el caso de los materiales recuperados para su reutilización en pozo.

La pregunta que surge es por qué en el área A el descarte es tan bajo. Lo ideal sería que el porcentaje de descarte sea lo más alto posible, ya que indicaría una muy buena eficiencia en la inspección visual que se realiza en el campo y complementada con el análisis realizado antes y durante la intervención. Esto obviamente de la mano de una cantidad constante de intervenciones anuales, que implicarían que no existe demasiado riesgo asumido en la decisión de dejar el material en pozo.

La diferencia observada en los porcentajes descartados puede deberse a que en el área A existe la práctica de reemplazar los tubing que se encuentran con acumulaciones interiores de parafina

(Normalmente hasta 500 mts. desde la superficie) en las intervenciones y estos se envían a inspeccionar. Esta práctica se sustenta en el alto costo del equipo de Pulling asociado a la limpieza mecánica de los materiales en pozo comparado con los costos de inspección en el recinto de inspección del Contratista.

En general estos tubing por definición del proceso de parafinación, deberían salir siempre en buenas condiciones, ya que la parafina depositada en las paredes del tubing actúa como una barrera física entre el acero del mismo y el agente corrosivo constituido por los fluidos de producción. La confirmación de esto se obtiene al analizar los datos estadísticos de inspección de materiales de los pozos con problemas de parafina. Este nos dice que en promedio el recupero de materiales para los pozos con problemas de parafina es de alrededor del 80 %, mientras para el resto de los pozos de los que se disponen datos es de cerca del 58%.

C. - Conflictos entre sectores

El problema se fundamenta principalmente en los siguientes aspectos:

- Falta de planificación y coordinación entre sectores
- Falta de responsables directos
- Falta de conocimiento de los costos asociados a cada decisión
- Alta actividad
- Error en la confección de los vales
- Sobre control

Todos ellos contribuyen a incrementar las horas hombres trabajadas en el proceso, incrementar las horas de utilización del camión y a empobrecer la calidad de las mismas por falta de planificación. Además se deteriora constantemente el clima laboral por las continuas fricciones entre los clientes y proveedores internos del proceso.

Una correcta identificación del Dueño del Proceso, el reconocimiento de los responsables en cada etapa del mismo y las tareas a realizar, todo esto debidamente reflejado en los procedimientos e instrucciones de trabajo, contribuye a eliminar en gran medida los conflictos entre los sectores intervinientes.

4.4. - Etapa de MEJORA



Entregables de la etapa

- Generar y probar las posibles soluciones
- Seleccionar las mejores soluciones
- Diseñar un plan de implementación de las mejoras

Generación y selección de las posibles soluciones

En función de los resultados obtenidos se procede a elaborar las propuestas de mejora del proceso. A continuación se resumen las líneas de mejora planteadas:

1. Realizar un cambio en el proceso de inspección de tubulares consistente en un lavado previo de los tubing tapados por parafina y luego realizar una inspección visual equivalente a la que se realiza en el equipo de Pulling. Esta puede ser realizada por personal propio o por la empresa contratista.
2. Analizar la posibilidad de conseguir precios diferenciales para los caños con parafina.
3. Reemplazar el esquema de itemizado actual de manera tal de simplificar la tarea del personal de Petrobras Energía S.A y de minimizar las horas hombre asociadas.
4. Lograr que sea el contratista quien confeccione los documentos en para la certificación del servicio y diseñar una herramienta para el control.
5. Optimización del trabajo del camión al menos en los recuperos, mediante una mejor diagramación
6. Reemplazar toda vez que sea posible los transportes que realiza el camión por un vehículo más adecuado.
7. Optimización del trabajo del camión logrando que sea el mismo contratista encargado de la inspección no destructiva quien efectúe a su vez la recolección.
8. Que parte del servicio de transporte sea realizado por la empresa de servicio de pozo.
9. Eliminar la mayor cantidad de controles intermedios innecesarios minimizando las horas hombres involucradas del personal de Petrobras Energía S.A
10. Utilizar el servicio de dos camiones, uno para la recolección y otro para la provisión.

Los ítems marcados como 1, 3, 7, 9 y 10 fueron utilizados como ideas fuerzas para implementar las mejoras.

Además fueron consideradas diversas posibilidades en la concreción de las mejoras seleccionadas:

- La mejora la realiza totalmente Petrobras Energía S.A
- La mejora la realiza totalmente un contratista (Tercerización total)
- La mejora se realiza en forma compartida

Para estimar cual es la mejora esperable en costos, se realiza una estimación utilizando los datos procesados en el diagnóstico precedente. Las consideraciones realizadas para el planteo del escenario de mejora fueron las siguientes:

A) Modificación del sub-proceso de inspección con un lavado previo de los caños parafinados.

Se tomó como objetivo alcanzar los valores de descarte de Puesto Hernández y se supuso que la diferencia completa se debía a caños con parafina. Se supuso además un costo de inspección de aproximadamente la mitad del costo actual de inspección completa.

B) Modalidad de transporte

Se propone dividir esta actividad de manera que la provisión y la recolección se realicen con vehículos diferentes, dejando además la responsabilidad por la planificación de la recolección a la empresa que realiza la inspección como parte integral del servicio.

C) Optimización del transporte

Reducción de las horas extras trabajadas por el camión mediante una mejor diagramación del trabajo.

Resultado de la validación del análisis

Efectuando los cálculos necesarios para determinar los costos derivados del nuevo proceso, se estima alcanzar una reducción de un 18 % de los valores originales, representado en términos económicos una reducción de aproximadamente U\$S 100.000 anuales.

El porcentaje alcanzado se considera suficientemente próximo al objetivo de este Proyecto, por lo tanto no fue necesario su redefinición.

Validación con el Dueño del Proceso

Estos resultados fueron consensuados con el nuevo Dueño del Proceso consiguiendo el aval y compromiso necesario para pasar a la etapa de implementación controlada de las mejoras propuestas a fin de lograr su validación.

Plan de implementación de las mejoras propuestas

Se decidió avanzar en la implementación de las mejoras con un esquema de aplicación controlada en ambas áreas frente a la posibilidad de realizar una prueba piloto de menor escala debido a que el impacto asociado a los desvíos que pudieran presentarse no presentan un riesgo elevado.

Por otra parte, en función a las negociaciones con los contratistas se contempló la posibilidad de iniciar la implementación en forma parcial según los acuerdos logrados.

A continuación se resumen las acciones que se consideran necesario implementar para el logro de las mejoras en el proceso actual:

Acción	Responsable	Plazo Estimado (Semanas)
1- Diseñar el nuevo proceso para que incluya el lavado previo y la inspección visual de tubing con parafina.	Ingeniería de Producción	3 (*)
2- Diseño de la modalidad de trabajo para el recupero de materiales por parte del contratista del servicio de inspección.	Ingeniería de Producción	2
3- Negociar tarifas que incluyan solamente el lavado de caños con parafina y el costo del camión de recupero.	Abastecimiento	3 (*)
4- Revisar contrato actual con el servicio de pulling por la provisión de un vehículo liviano	Abastecimiento	1
5- Rediseñar contrato con contratista del servicio de inspección.	Abastecimiento	4 (*)
6- Elaboración de los documentos necesarios y capacitación.	Ingeniería de Producción	4
Tiempo total estimado (Suma de las tareas criticas marcadas con *)		13

En la figura 7 se describe el nuevo diagrama de flujo donde se observa el cambio en el proceso de inspección de tubing.

Al momento de redactar este documento se ha logrado un acuerdo sobre la recolección de materiales por parte del contratista. Asimismo, el cambio del proceso de inspección de tubing se encuentra en estado avanzado de negociación.

5 - Etapa de Control



El objetivo de esta etapa es verificar que los cambios y las mejoras propuestas logren el objetivo de mejora planteado. En esta etapa se elaboran los documentos necesarios para mantener la vigencia de las mejoras en el tiempo.

Como parte de la etapa de control fue desarrollado el Procedimiento que controla el nuevo proceso y se desarrolló la capacitación informando los cambios efectuados a las personas involucradas en el mismo.

En la figura 8 se detalla en Plan de Control diseñado con los avances logrados al momento de redactar este documento.

Conclusiones

Aplicando esta metodología de mejora sobre un caso concreto para Ingeniería de Producción se considera que el objetivo consistente en presentar la aplicación teórica de algunas herramientas clásicas de la calidad, ha sido alcanzado satisfactoriamente. Esto está sustentado con los primeros resultados luego de la implementación de algunas de las mejoras propuestas.

La practica de analizar procesos simples contribuye en la detección temprana de oportunidades de mejoras que pueden ser implementadas con inversiones menores y en muchos casos sin costos asociados, logrado de esta manera un convencimiento de sus beneficios.

Un análisis en detalle de los procesos basados en datos mensurables brinda el soporte necesario tanto para establecer alianzas con contratistas considerados estratégicos como para defender una negociación particular.

A través del desarrollo de sólidos casos de estudios, se tiene la oportunidad de conocer los potenciales beneficios derivados de su implementación. Así, por ejemplo, si como promedio se logran ahorros de \$100.000 por proyecto, se podrá conocer cuantos proyectos serán necesarios para ahorrar \$ 1.000.000 o \$ 10.000.000 en épocas de crisis en los precios del crudo.

(1)Six Sigma : Marca registrada por Motorota Inc.

Bibliografía

Manual de Inspección No Destructiva de Tubing y Varillas de Bombeo
Procedimiento de Implementación de mejoras de Procesos de E&P

Figura 1: Diagrama de Flujo del Proceso de recuperación e Inspección de tubing y varillas de bombeo.

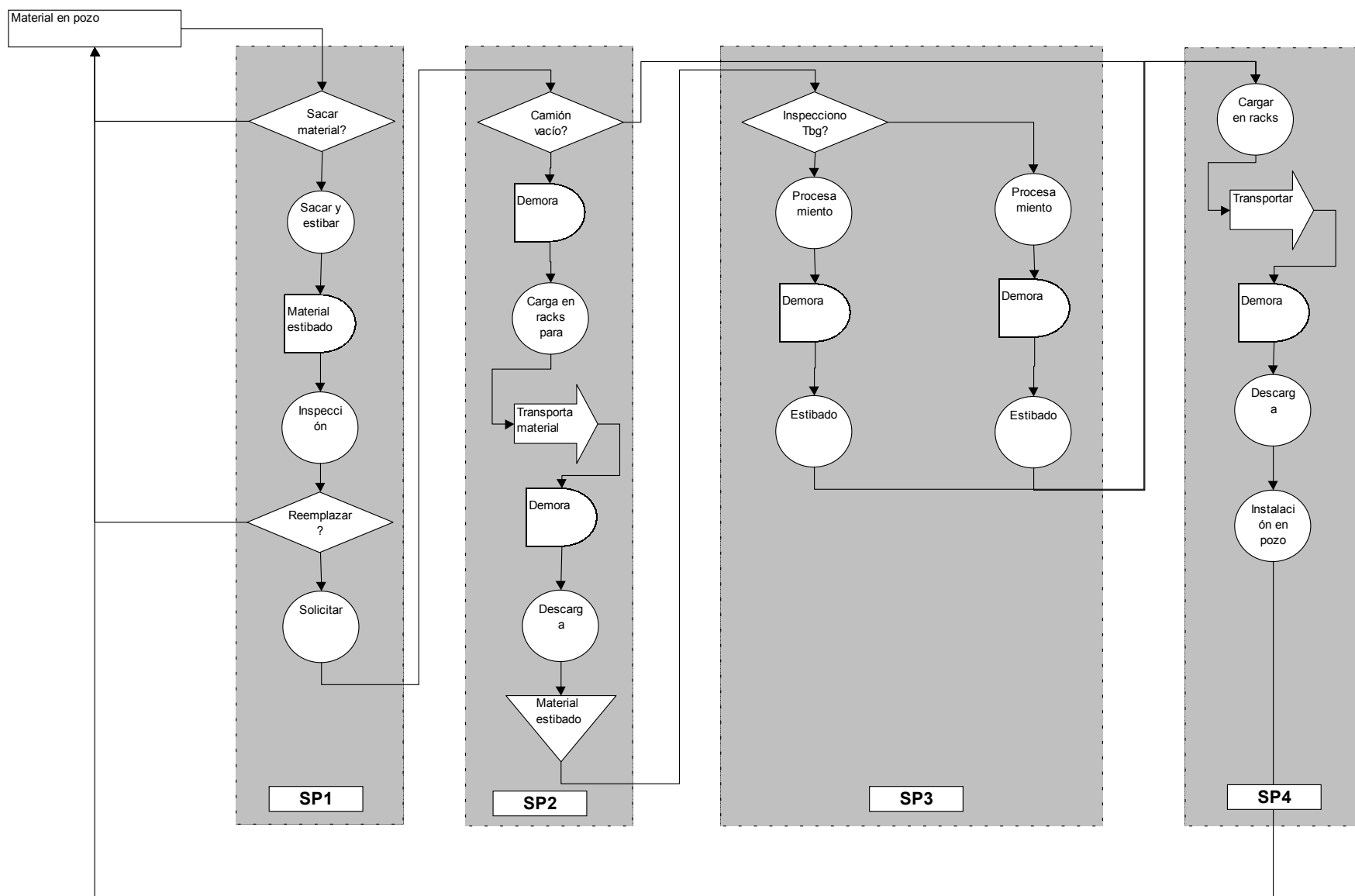


Figura 2: Diagrama de Flujo del Proceso de inspección de tubing

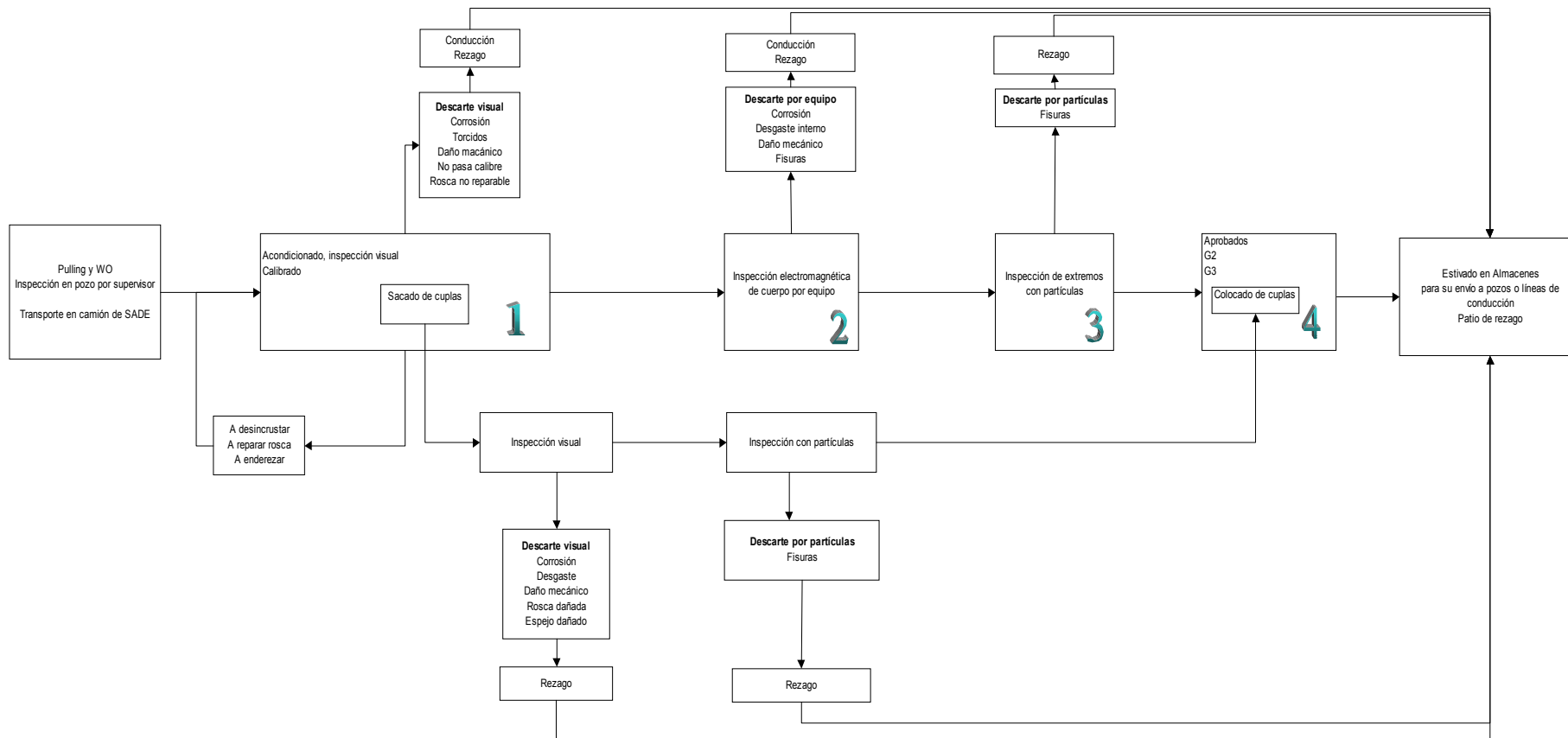


Figura 3: Diagrama de flujo del Proceso de Inspección de varillas de bombeo

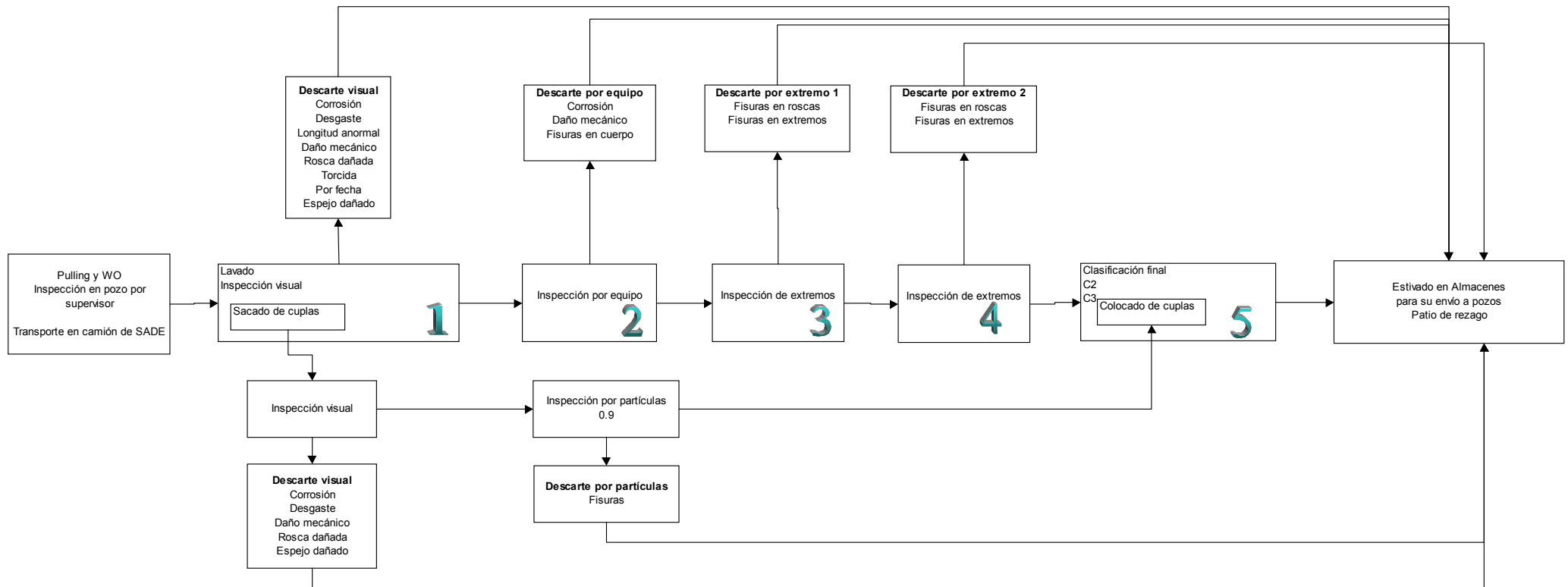


Figura 4: Diagrama Causa – Efecto “Capacidad Ociosa del camión”

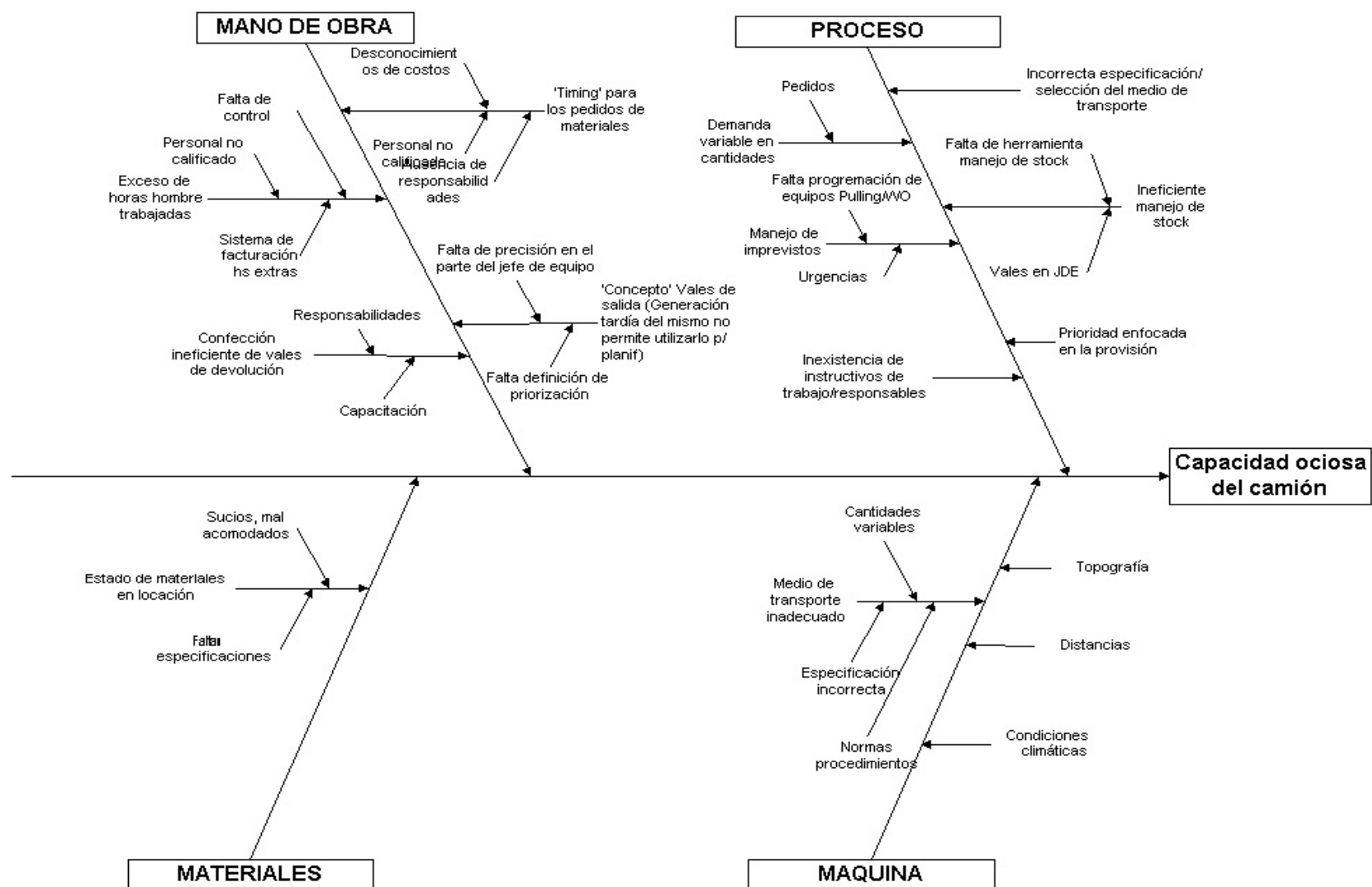


Figura 5: Diagrama Causa Efecto “Conflicto entre sectores”

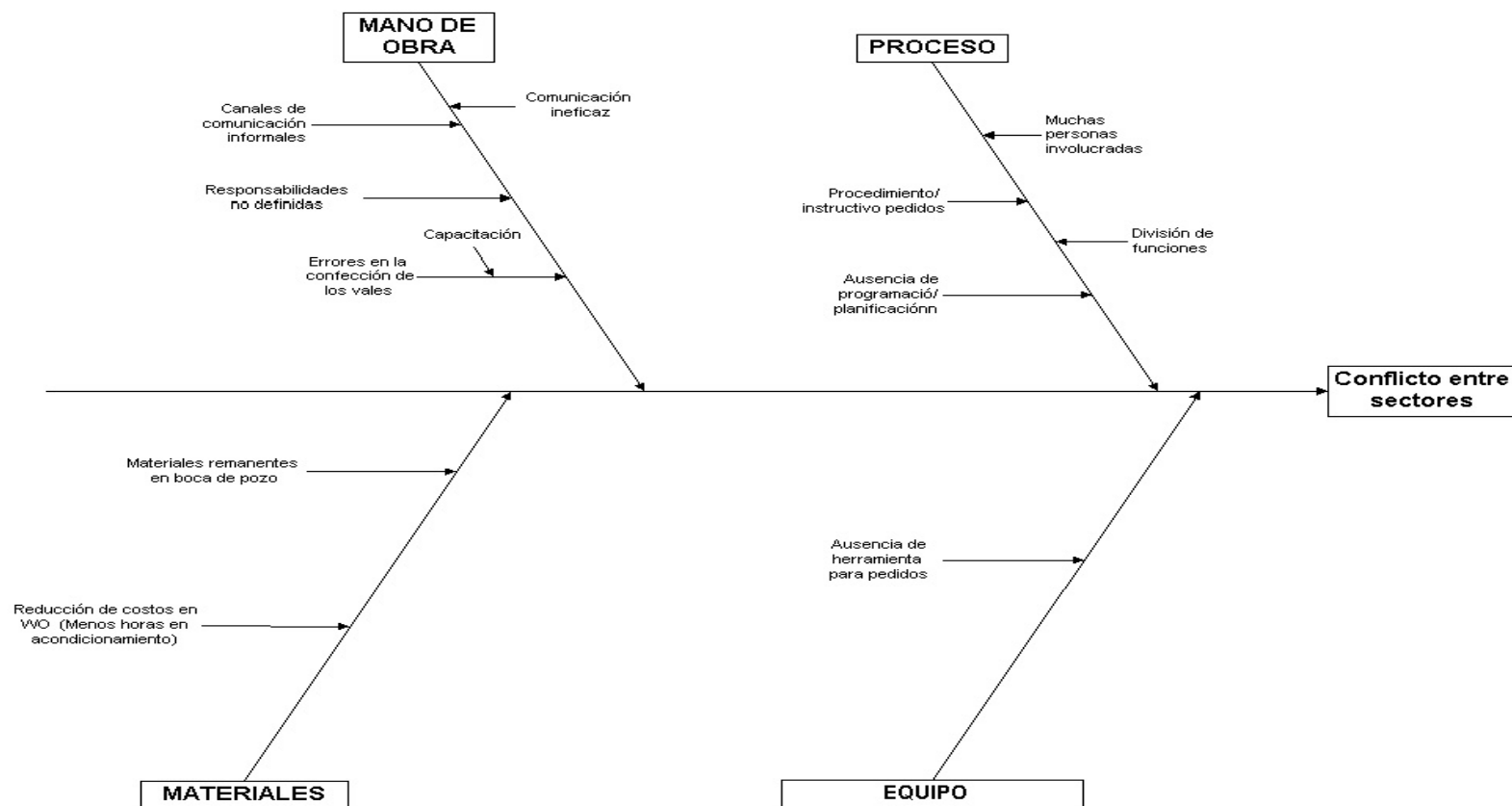


Figura 6: Diagrama Causa Efecto “Ineficiencia en el Proceso de Inspección”

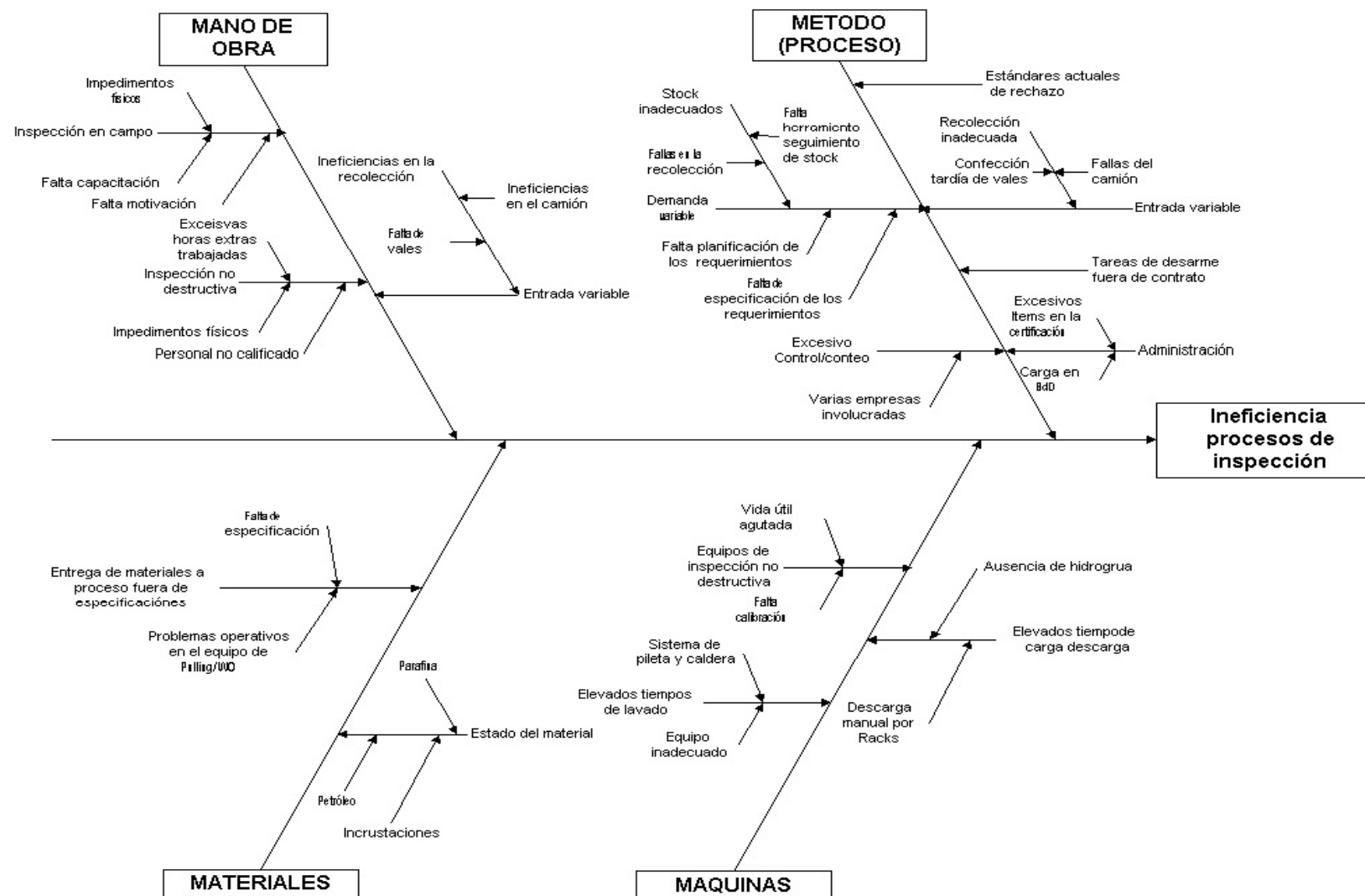


Figura 7: Diagrama de flujo del nuevo proceso de inspección de tubing

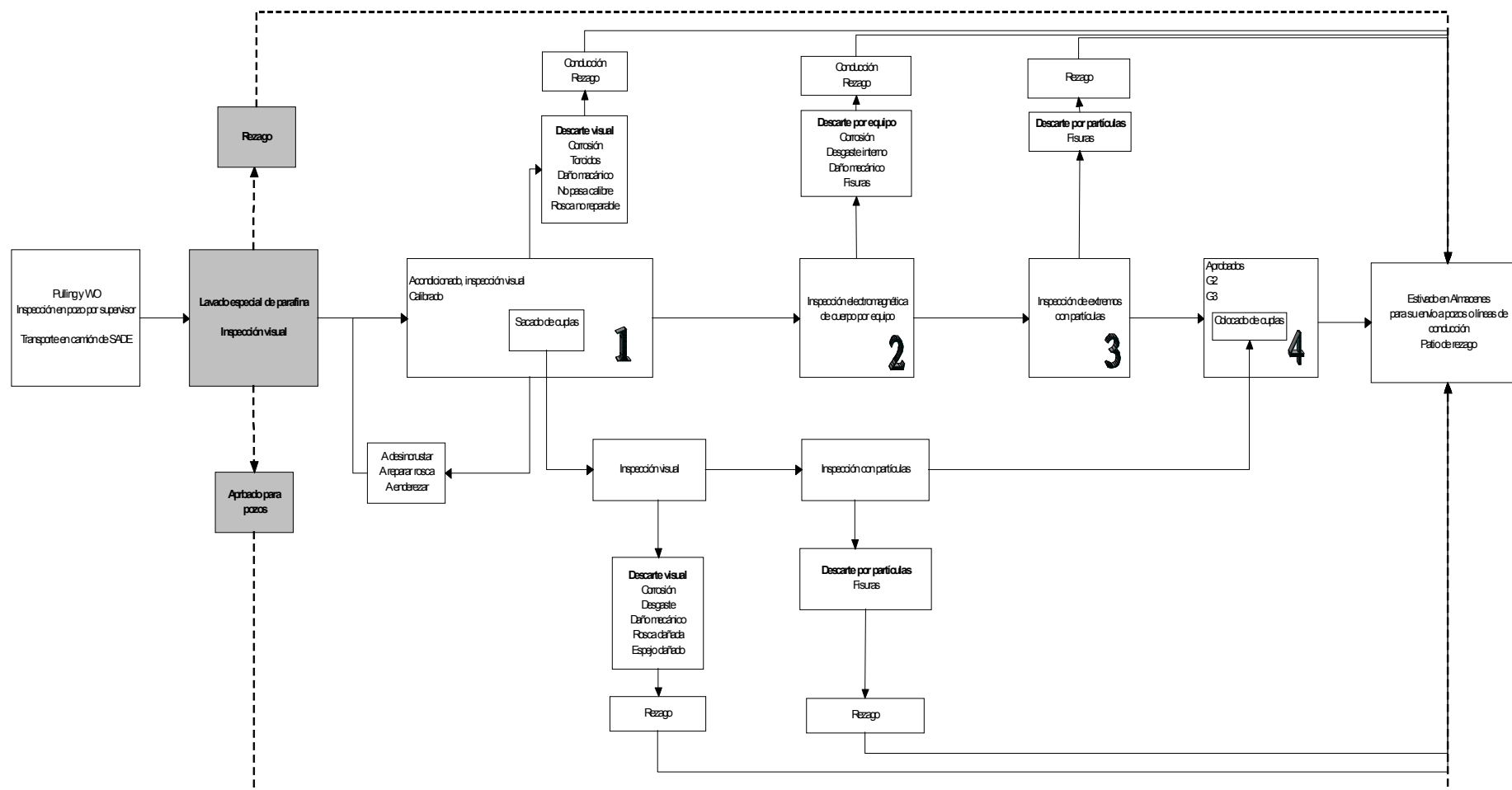


Figura 8: Plan de Control

					MEDICION					VALIDACION			
MEJORA	PLAZO DE IMPLEM.	ESTADO DE IMPLEM.	CARACTERISTICA	RESPONSABLE	INSTRUMENTO	INDICADOR	UNID. MED.	FRECUENCIA	CRITERIO ACEPTACION	CHECK POINT	AREA	RESULTADOS PARCIALES	ACCION CORRECTIVA
RECOLECCION	6 meses	Parcial	Hs totales trabajadas	Contratista	Planilla de control del camión	Dias por semana trabajada	Dias	Mensual	<= 2 dias/sem	Cada 2 meses	A	OK	
							B		NO		Reforzar concientización de funciones		
			Utilización			% de viajes vacíos	%		> 80%		A	OK	
							B		NO		Reforzar concientización de funciones		
			Material disponible para inspección			Evolución del stock	Nº		>= 0 siempre		A	OK	
							B		OK				
			Material procesado disponible	Evolución del stock	Nº	>= 200 tbg >= 400 v/b	A		OK				
					B	OK							
			Clima laboral	Ing de Producción	Encuestas		%		< 20%		A	OK	
					B	OK							
LAVADO DE TUBING CON PARAFINA	6 meses	No iniciado	Material con parafina	Contratista	Base de datos de producción	% caños con parafina	%	Mensual	> 40 %	Cada 2 meses	A		
			Descarte visual	Contratista		% descarte	%		< 70 %		A		
			Intervenciones de pulling asociadas	Ing de Producción		% Intervenciones	%		< 1 %		A		