

S E S I Ó N



Presentación de una metodología, un concepto o una mejora práctica y de alto impacto.

En la Sesión Spark aprenderás cómo lograr un cambio a corto plazo, mediante proyectos simples y potentes que impactan la confiabilidad de tu planta, aquí se plantea el problema, el fundamento técnico y el paso a paso de implementación incluyendo los detalles y los beneficios esperados en términos financieros y de confiabilidad.

La Sesión Spark está diseñada para que tengas resultados notorios en tu estrategia.



Control de Contaminación en Sistemas Hidráulicos Críticos – Caso Estudio Camión Minero

Leonardo Bustos Benítez

Dir. Proyectos IM – RG SMART SOLUTIONS

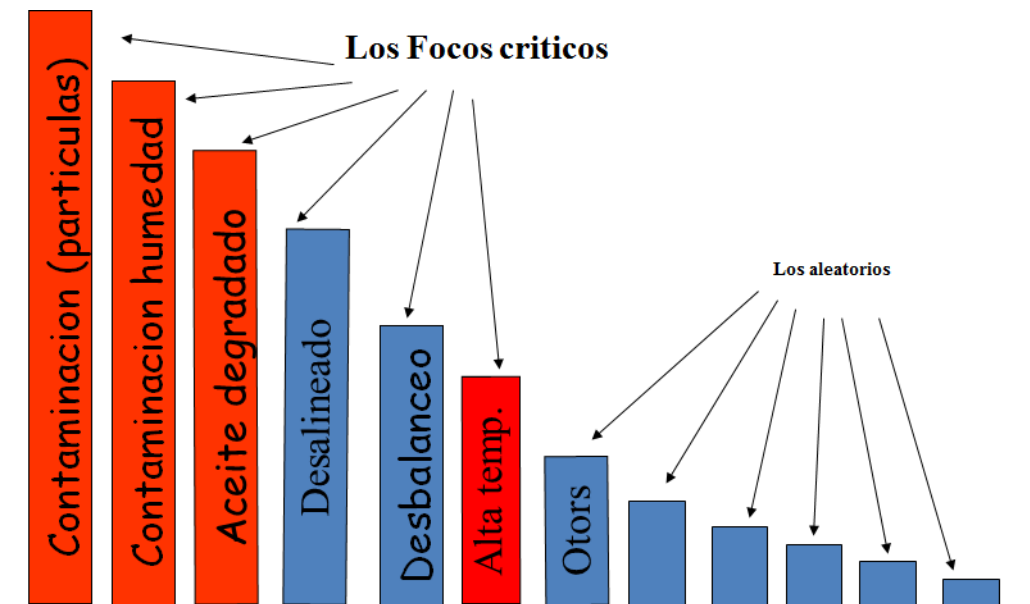


Agenda

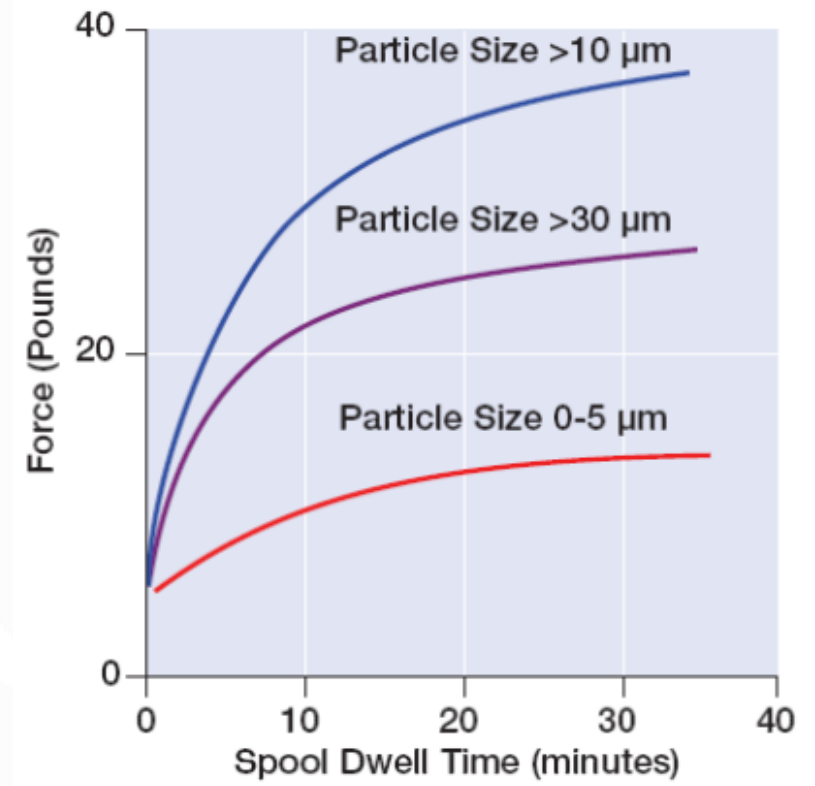
1. Descripción del problema
2. Estrategia de Control
3. Pasos a Seguir
4. Caso de Estudio

1. Descripción del Problema

Modo de Falla de una Bomba Hidráulica



Ref: Vickers



Ref: Oklahoma State University

1. Descripción del Problema

1. Efectos nocivos de la contaminación en el sistema hidráulico
 - Componentes del equipo
 - Aceite hidráulico
 - Personas
2. Capacidad instalada de control de contaminación insuficiente
 - Diseño OEM
 - Estrategia no óptima
 - Tecnología no óptima
3. Confiabilidad en los resultados de limpieza
 - Interferencias en el muestreo
 - Cantidad de datos para análisis
 - Tecnología y modos de medición

2. Estrategia de Control

MONITOREO
MULTI
MODAL



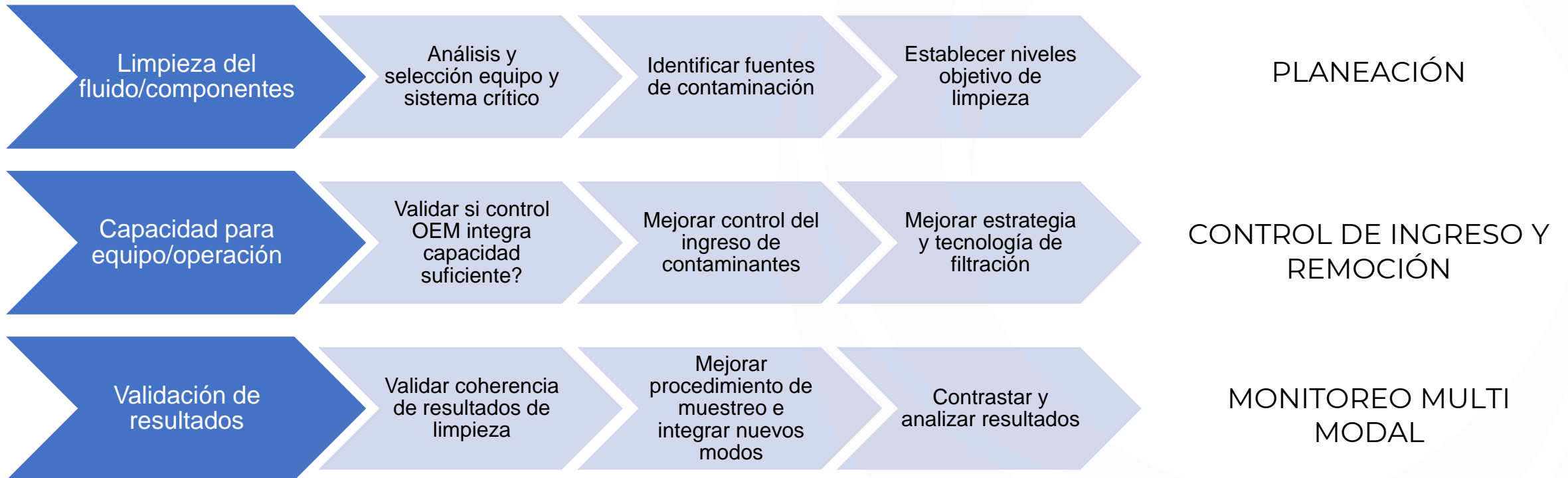
CONTROL DE
INGRESO DE
CONTAMINANTES



REMOCIÓN
EFECTIVA DE
CONTAMINANTES



3. Pasos Estrategia de Control



Criticidad y Nivel Requerido de limpieza

Parámetro 1: Presión de Operación y Ciclo de Trabajo

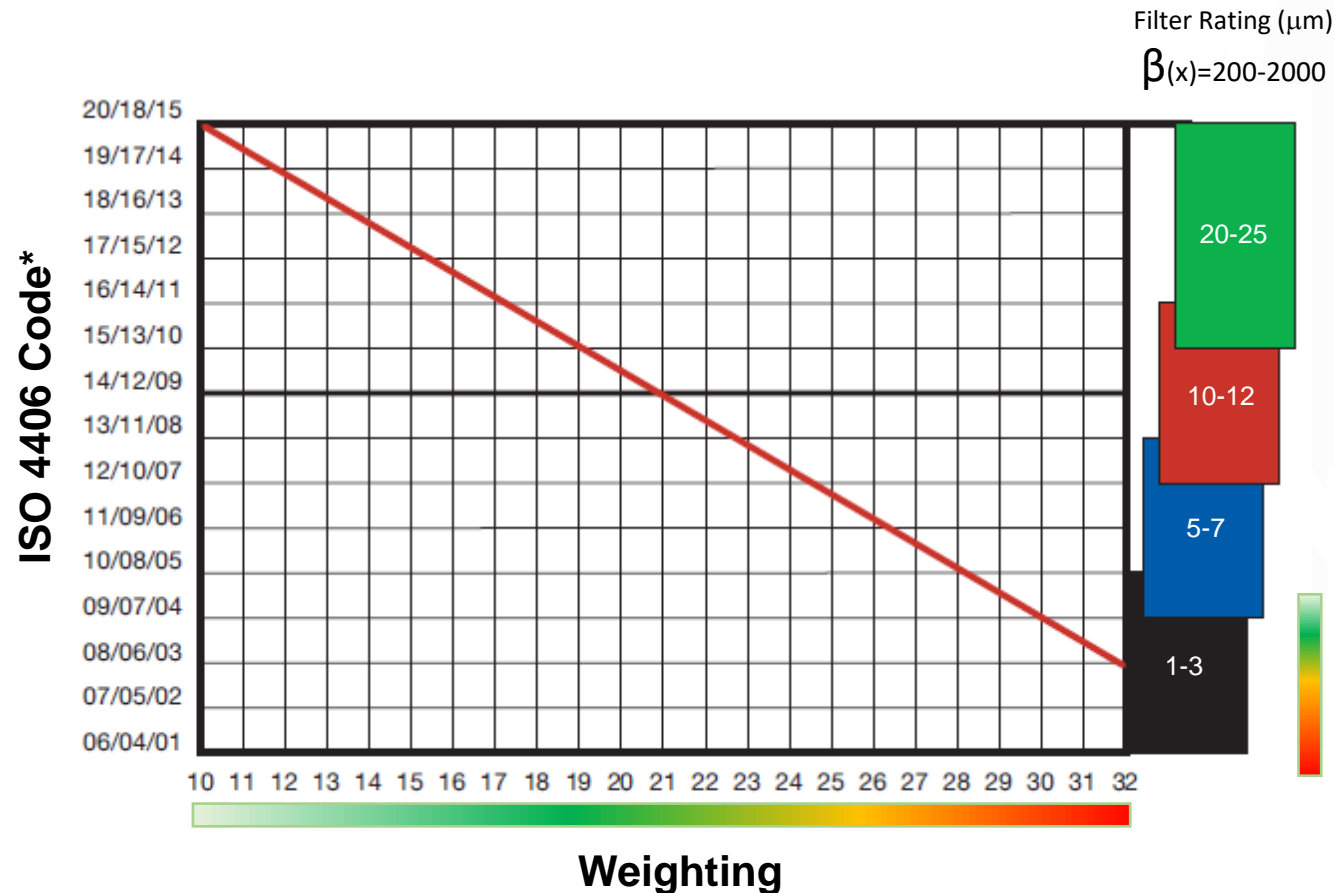


Table 1. Operating Pressure and Duty Cycle

Duty	Examples	Operating Pressure (bar (psi))				
		0-70 (0-1000)	>70-170 (>1000-2500)	>170-275 (>2500-4000)	>275-410 (>4000-6000)	>410 (>6000)
Light	Steady duty	1	1	2	3	4
Medium	Moderate pressure variations	2	3	4	5	6
Heavy	Zero to full pressure	3	4	5	6	7
Severe	Zero to full pressure with high frequency transients	4	5	6	7	8

Adapted from BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 Issue 3 (Using On-line particle counting).

Criticidad y Nivel Requerido de limpieza

Parámetro 2: Sensibilidad de Componentes

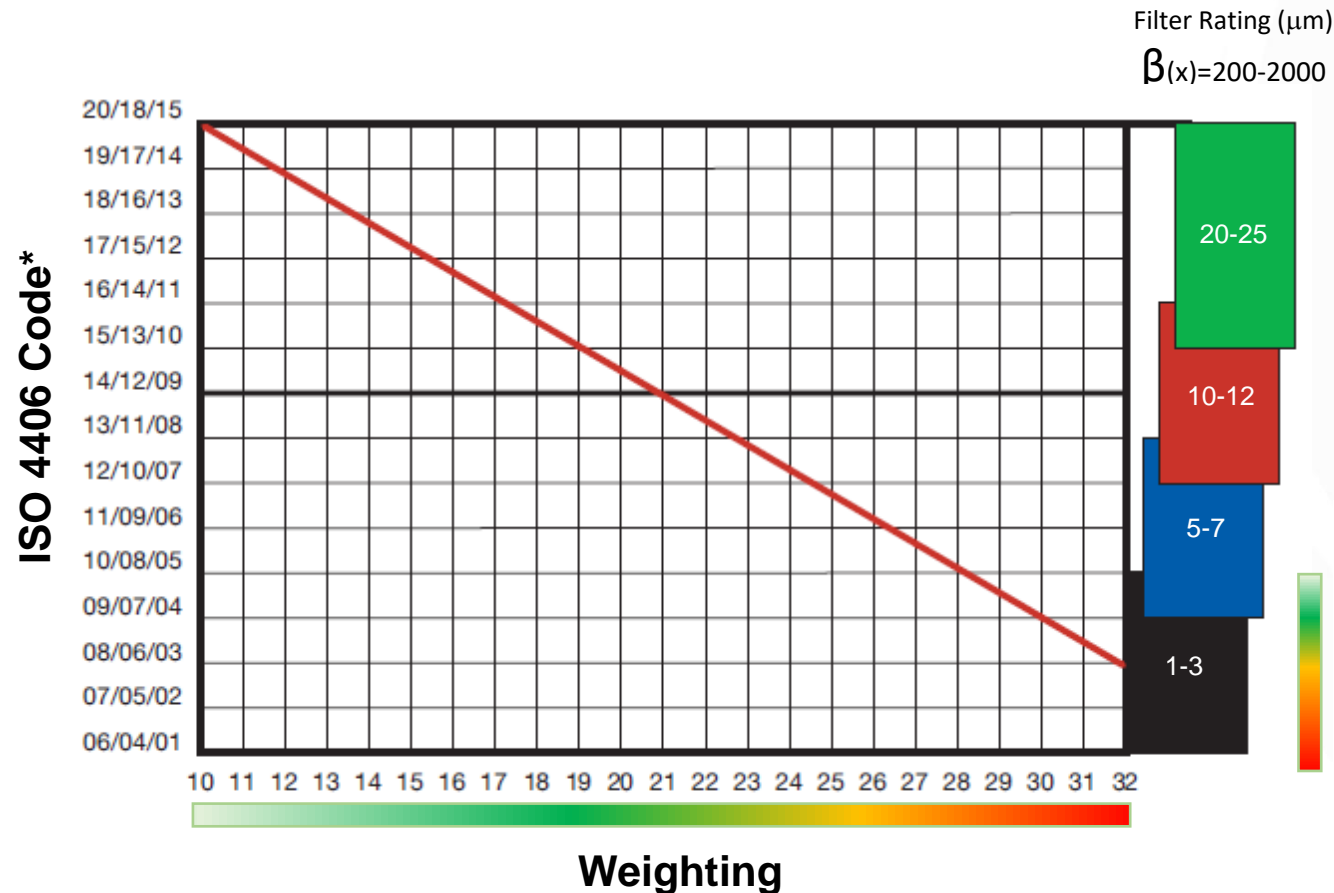


Table 2. Component Sensitivity

Sensitivity	Examples	Weighting
Minimal	Ram pumps	1
Below average	Low performance gear pumps, manual valves, poppet valves	2
Average	Vane pumps, spool valves, high performance gear pumps	3
Above average	Piston pumps, proportional valves	4
High	Servo valves, high pressure proportional valves	6
Very high	High performance servo valves	8

Adapted from BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 Issue 3
(Using On-line particle counting).

Criticidad y Nivel Requerido de limpieza

Parámetro 3: Vida Útil de los Equipos

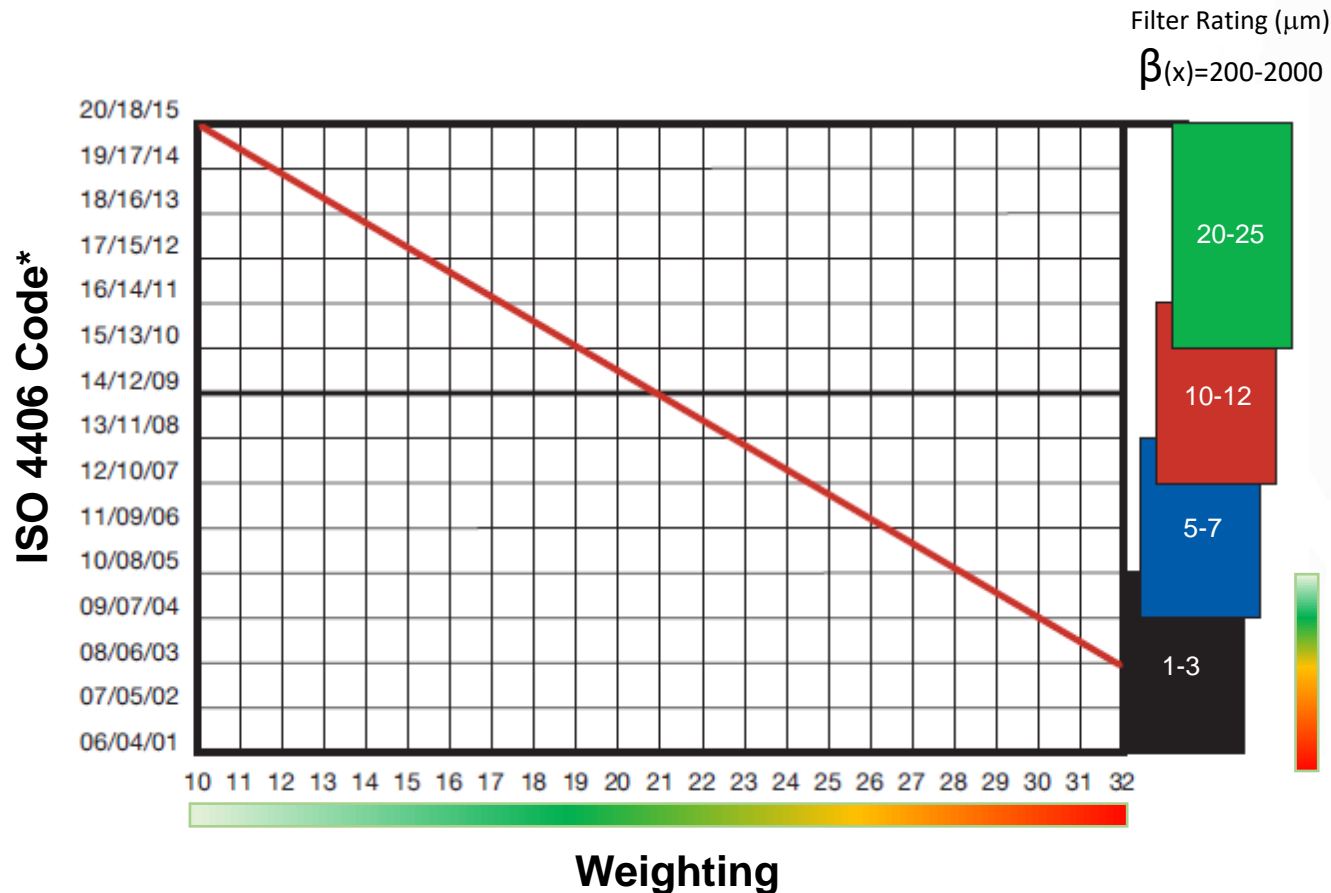


Table 3. Equipment Life Expectancy

Life Expectancy (hours)	Weighting
0-1,000	0
1,000-5,000	1
5,000-10,000	2
10,000-20,000	3
20,000-40,000	4
>40,000	5

Adapted from BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 Issue 3
(Using On-line particle counting).

Criticidad y Nivel Requerido de limpieza

Parámetro 4: Costo de Sustitución del Componente

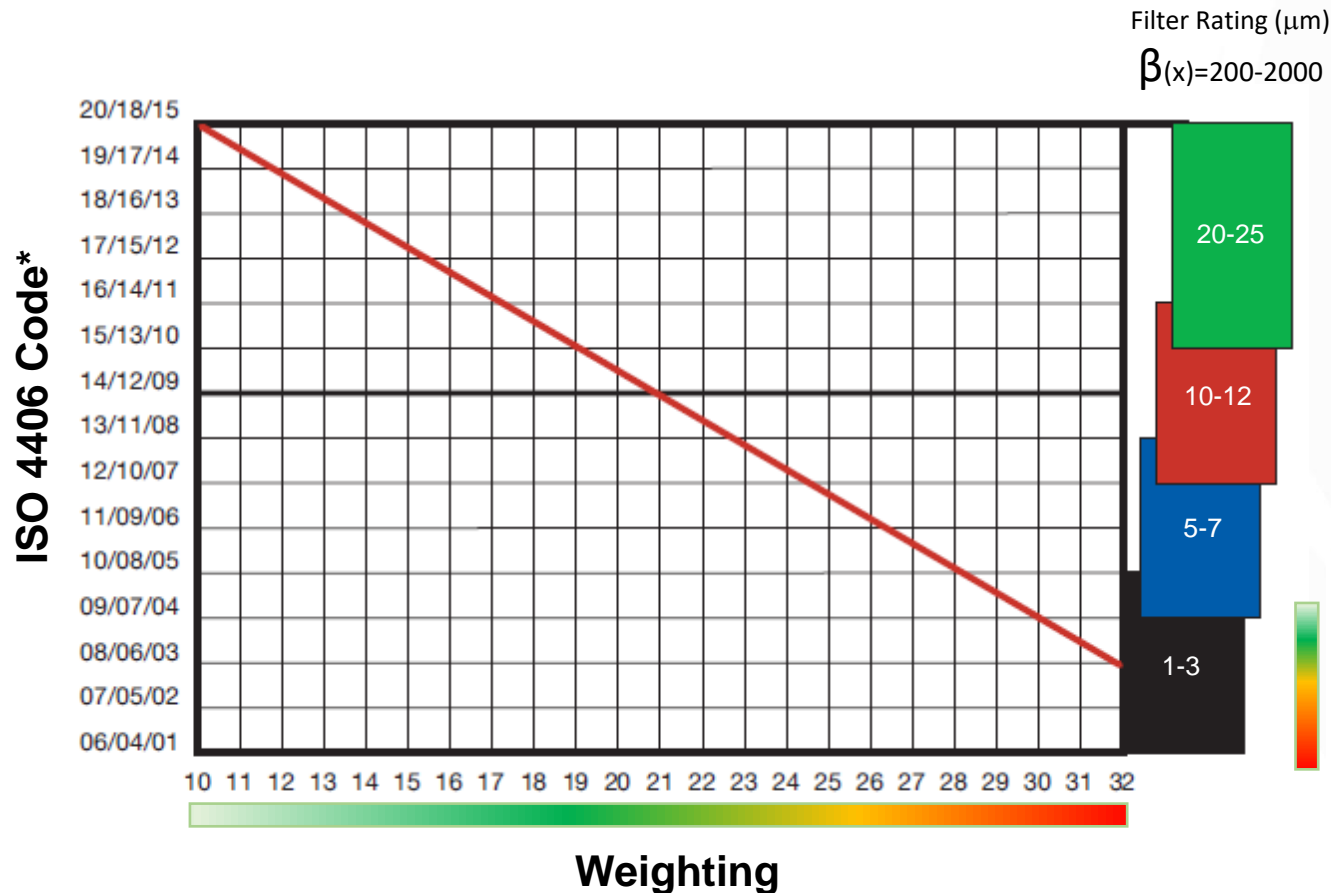


Table 4. Component Replacement Cost

Replacement Cost	Examples	Weighting
Low	Manifold mounted valves, inexpensive pumps	1
Average	Line mounted valves and modular valves	2
High	Cylinders, proportional valves	3
Very high	Large piston pumps, hydrostatic transmission motors, high performance servo components	4

Adapted from BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 Issue 3 (Using On-line particle counting).

Criticidad y Nivel Requerido de limpieza

Parámetro 5: Costo de Inactividad del Equipo

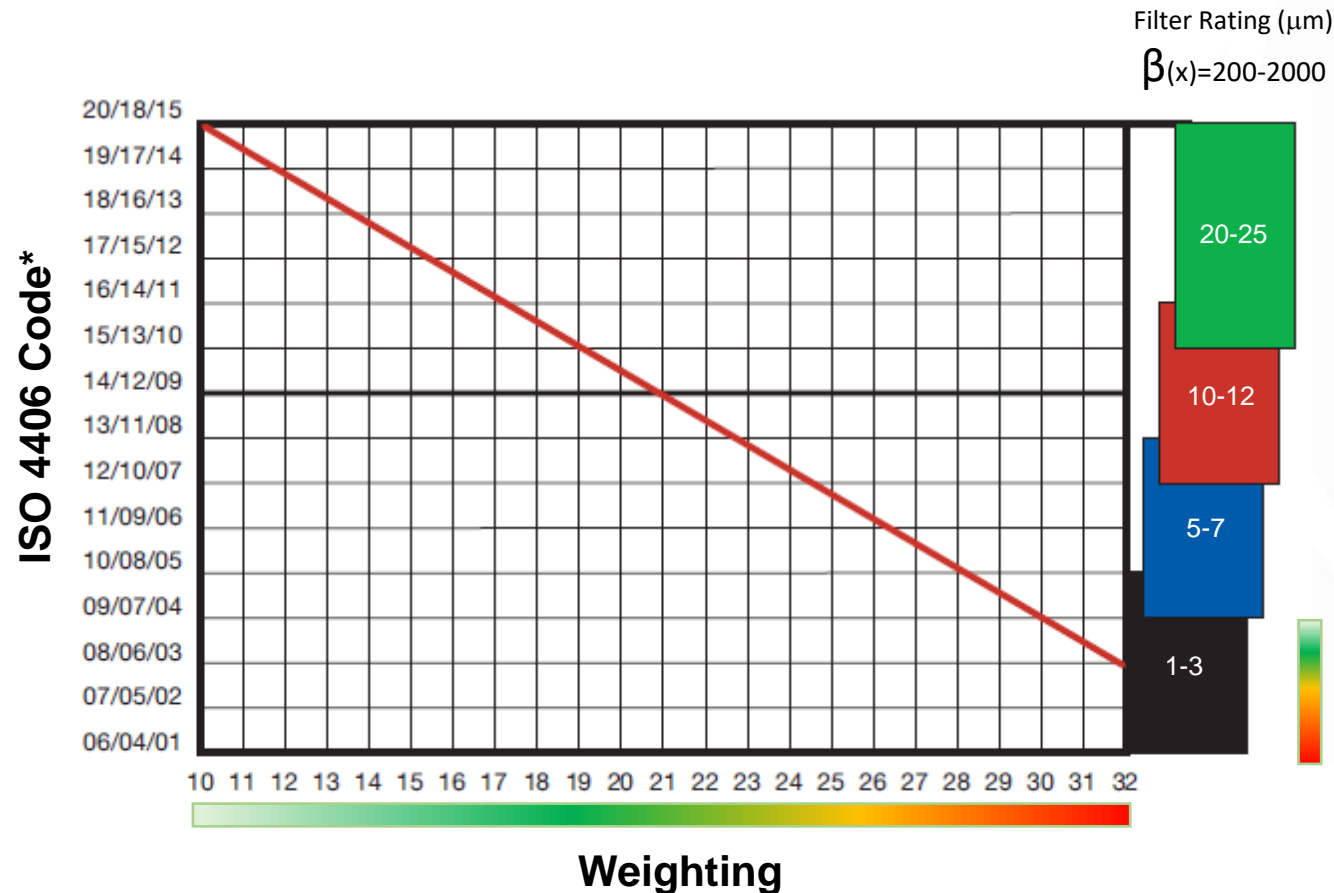


Table 5. Equipment Downtime Cost

Downtime Cost	Examples	Weighting
Low	Equipment not critical to production or operation	1
Average	Small to medium production plant	2
High	High volume production plant	4
Very high	Very expensive downtime cost	6

Adapted from BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 Issue 3 (Using On-line particle counting).

Criticidad y Nivel Requerido de limpieza

Parámetro 6: Responsabilidad en Seguridad

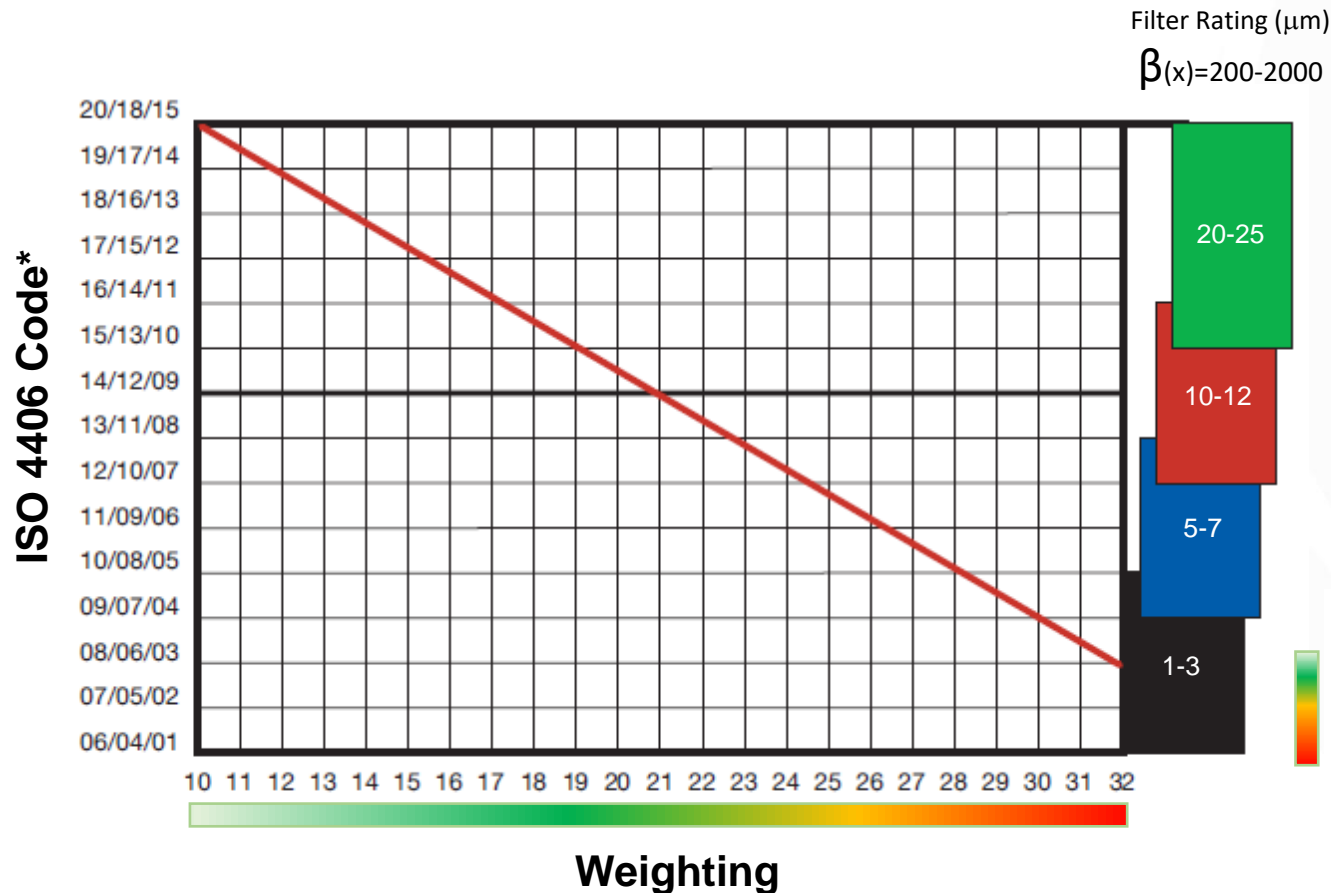


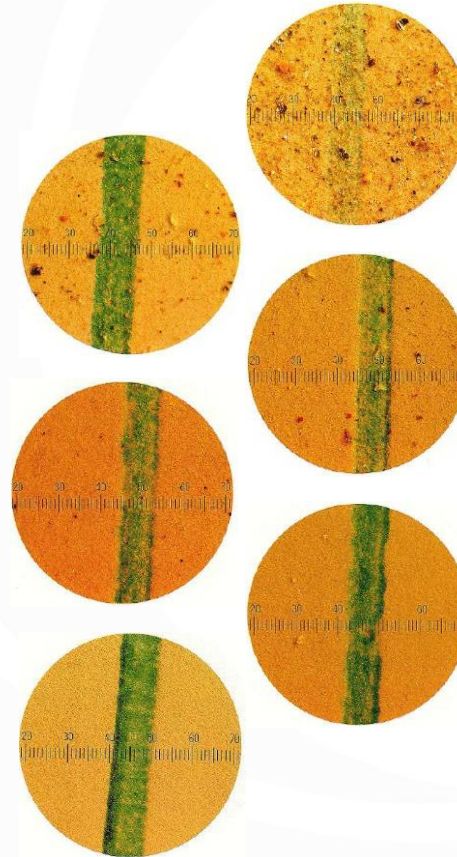
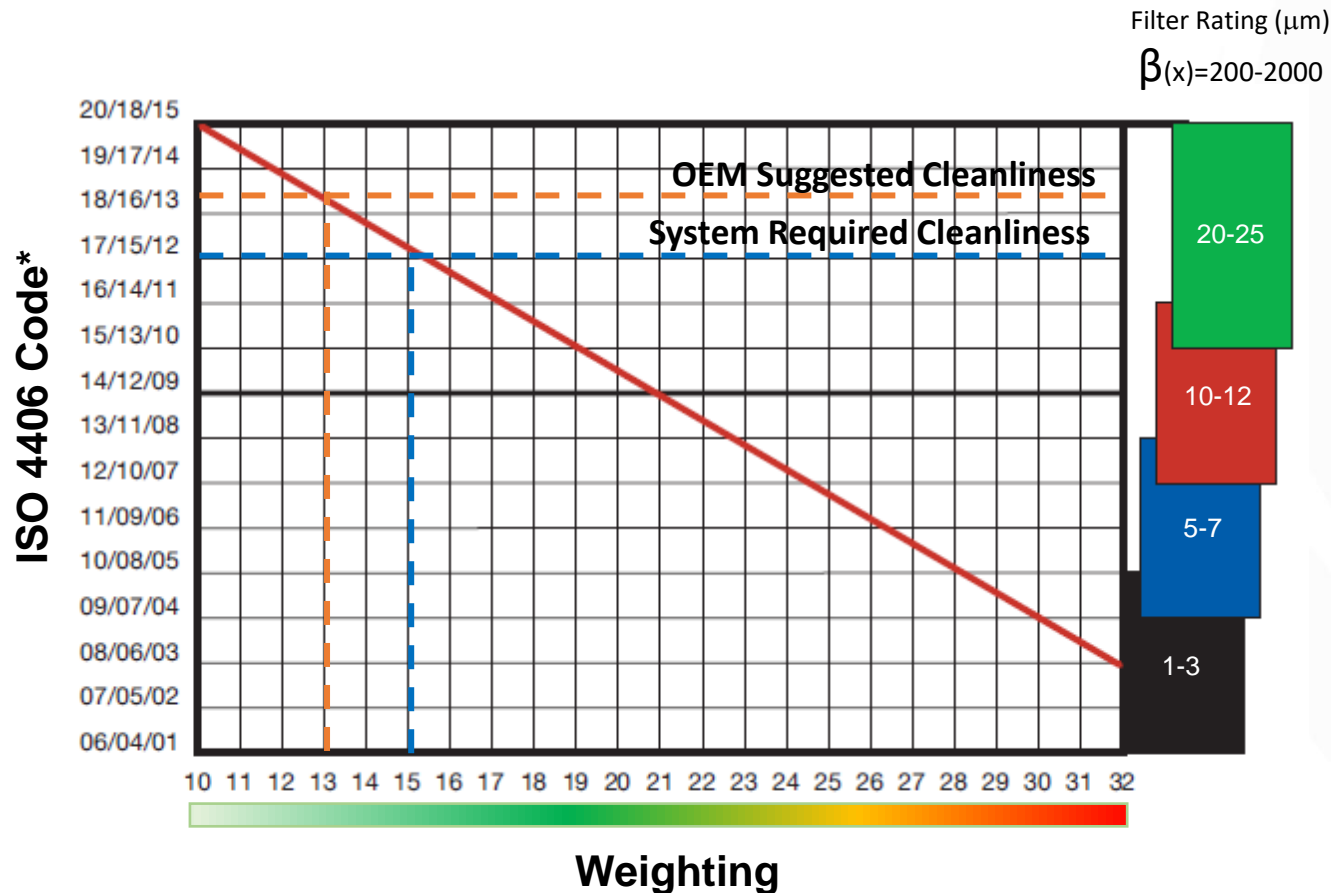
Table 6. Safety Liability

Safety Liability	Examples	Weighting
Low	No liability	1
Average	Failure may cause hazard	3
High	Failure may cause injury	6

Adapted from BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 Issue 3
(Using On-line particle counting).

Criticidad y Nivel Requerido de limpieza

Parámetro 7: Ponderación total de Limpieza Requerida



Adapted from BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 Issue 3
(Using On-line particle counting).

Criticidad y Nivel Requerido de limpieza

Parámetro 8: Ponderación Medioambiental

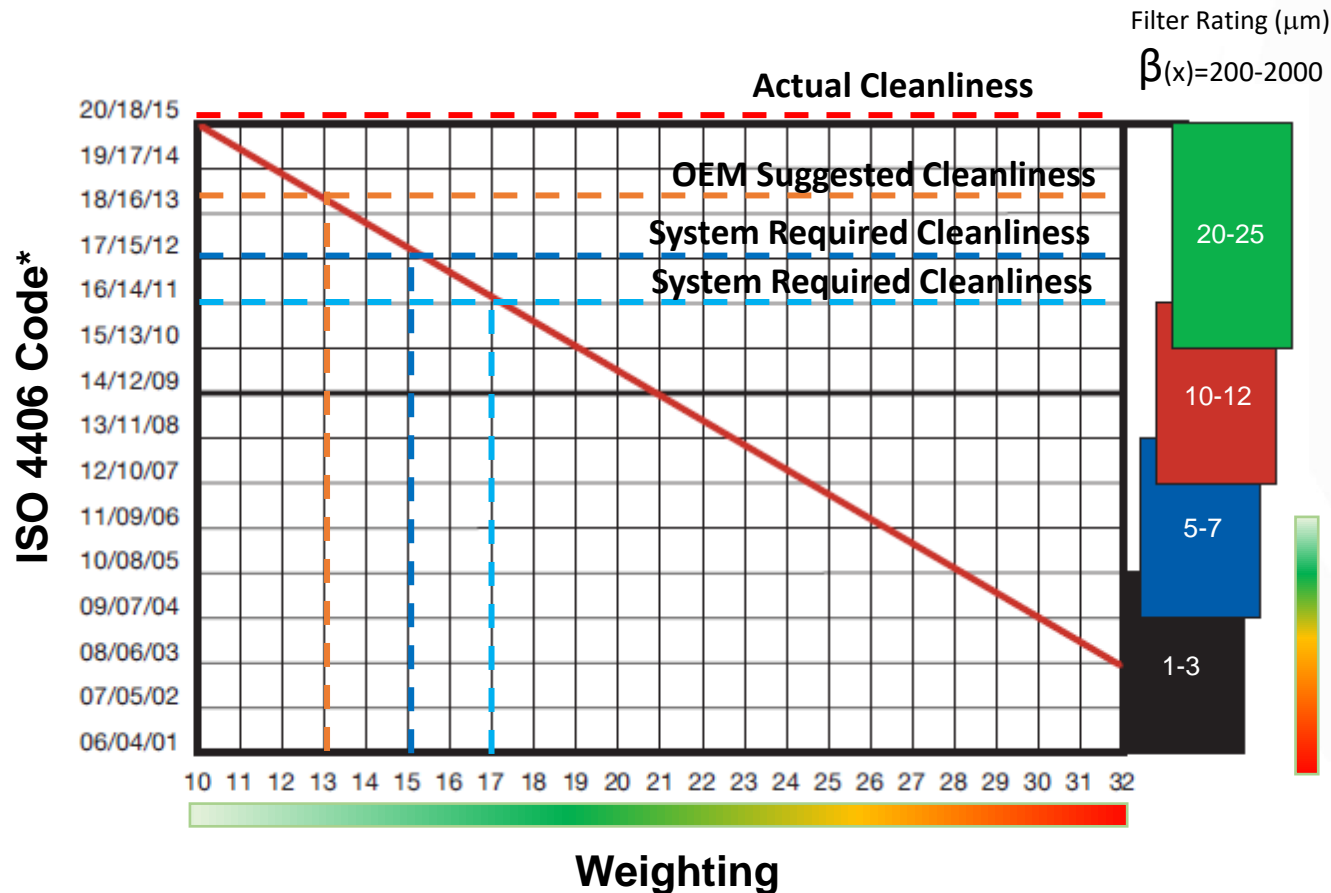


Table 8. Environmental Weighting

Environment	Examples	Weighting	
		Single Filter	Multiple Filters*
Good	Clean areas, few ingress points, filtered fluid filling, air breathers	0	-1
Fair	General machine shops, some control over ingress points	1	0
Poor	Minimal control over operating environment and ingress points e.g. on-highway mobile equipment)	3	2
Hostile	Potentially high ingress (e.g. foundries, concrete mfg., component test rigs, off-highway mobile equipment)	5	4

* Single filter or multiple filters with the same media grade on the system.

Adapted from BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 Issue 3
(Using On-line particle counting).

Identificar Fuentes de Contaminación

Partículas:

1. Incorporadas:

- Fabricación
- Mantenimiento
- Almacenamiento

2. Ingeridas

- Proceso
- Atmósfera

3. Generadas

- Componentes
- Fluido



¿Qué cantidad?

Esta pequeña cantidad de suciedad en un tambor de 55 gal de aceite supera la contaminación permitida requerida en un sistema hidráulico moderno.



Recolección superficial de un respiradero en 500h

Mejorar Control Ingreso de Contaminantes

Seleccionar respiradero adecuado:

1. Capacidad
2. Eficiencia
3. Monitoreo condición
4. Asegurar hermeticidad TK



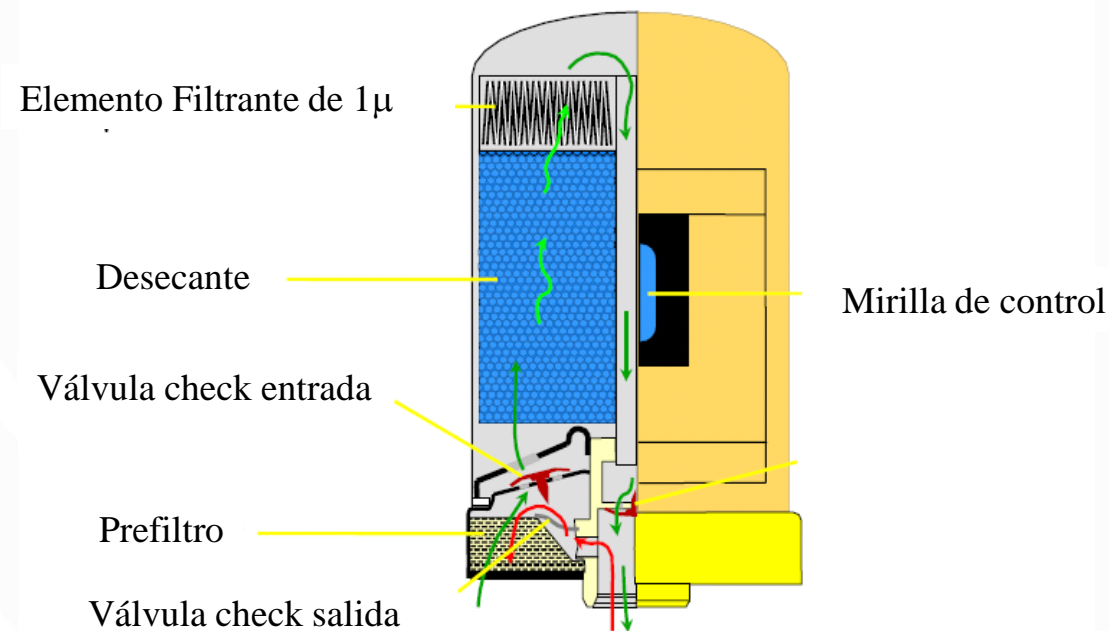
Ref. AS Gauge

Tasa de Ingreso

Cuando se dispensan 10,000 gal de combustible, 10.000 gal de aire ambiental son forzados a ingresar al sistema.



Lado limpio y lado sucio de un respiradero de alta eficiencia

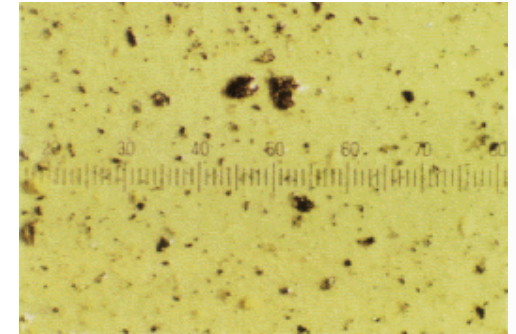
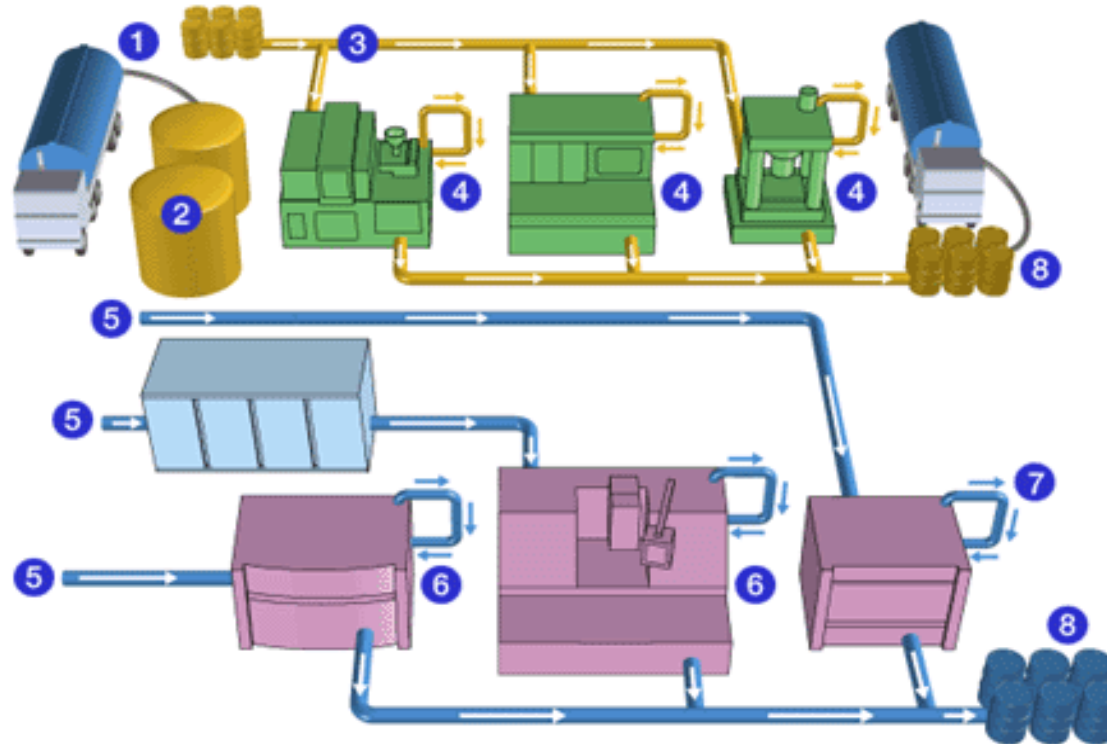


Ref. Pall PFD Breather

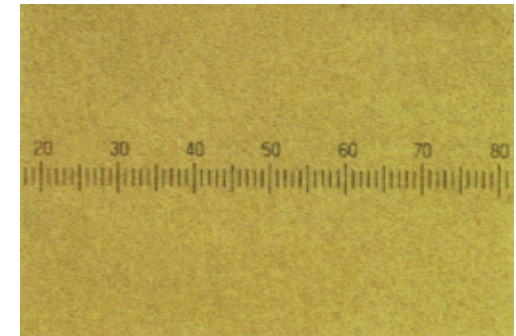
Mejorar Control Ingreso de Contaminantes

Asegurar limpieza de fluido nuevo:

1. Recepción
2. Almacenamiento
3. Transferencia
4. Llenado



Aceite Nuevo Típico:
22/20/18



**Limpieza requerida
para un Sistema
hidráulico moderno**
14/13/11

Mejorar Estrategia de Filtración

Seleccionar filtración frecuencia y tipo de filtración

No	Tipo	Pros	Contras
1	Continua en Línea	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza permanente • Protección de componentes críticos • Evita daño desencadenado • Fácil mtto 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización requiere cálculo técnico • Se requiere dúplex para mantenimiento • Instalación del hardware requiere parada
2	Continua Fuera de Línea	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza permanente • Fácil instalación • Economía • Fácil mtto 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay garantía de protección de componentes críticos • No evita daño desencadenado
3	Cíclica fuera de línea	<ul style="list-style-type: none"> • Economía • Se puede subcontratar 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay limpieza permanente • No hay garantía de protección de componentes críticos • No evita daño desencadenado

Aceite lubricante en eje trasero camión 793D



Rodamientos con filtración continua
18,000h
Aceite c/4000h,



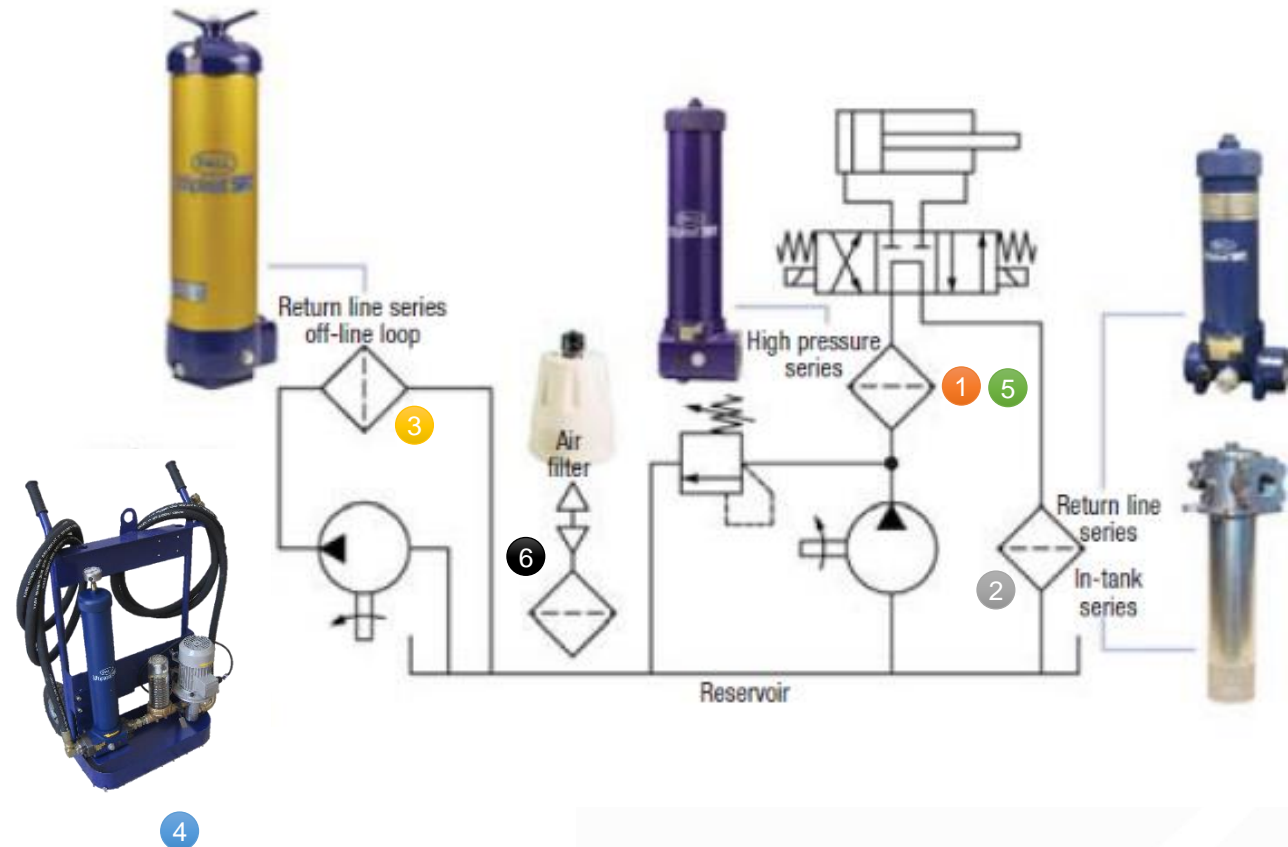
Rodamientos sin filtración continua
13,000h
Aceite c/1,200h

Ref: Caterpillar

Mejorar Estrategia de Filtración

Definir la mejor localización de Filtros

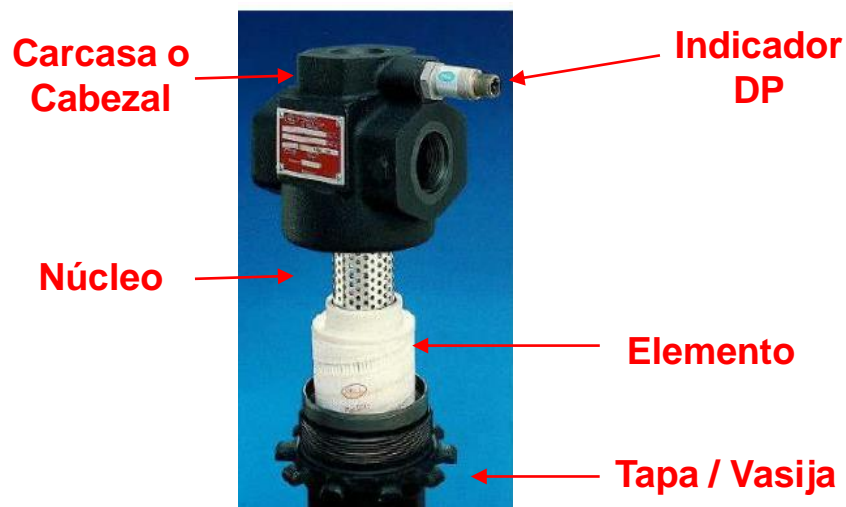
- 1 Flujo Total en Línea de Presión
- 2 Flujo Total en Línea de Retorno
- 3 Filtros Fuera de Línea Fijos
- 4 Filtros Fuera de Línea Portátiles
- 5 Protección de componentes Críticos
- 6 Respiradores de depósitos



Mejorar Tecnología de Filtración

Definir los parámetros del filtro hidráulico

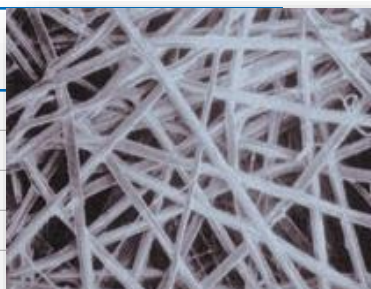
Partes de Un Filtro Hidráulico



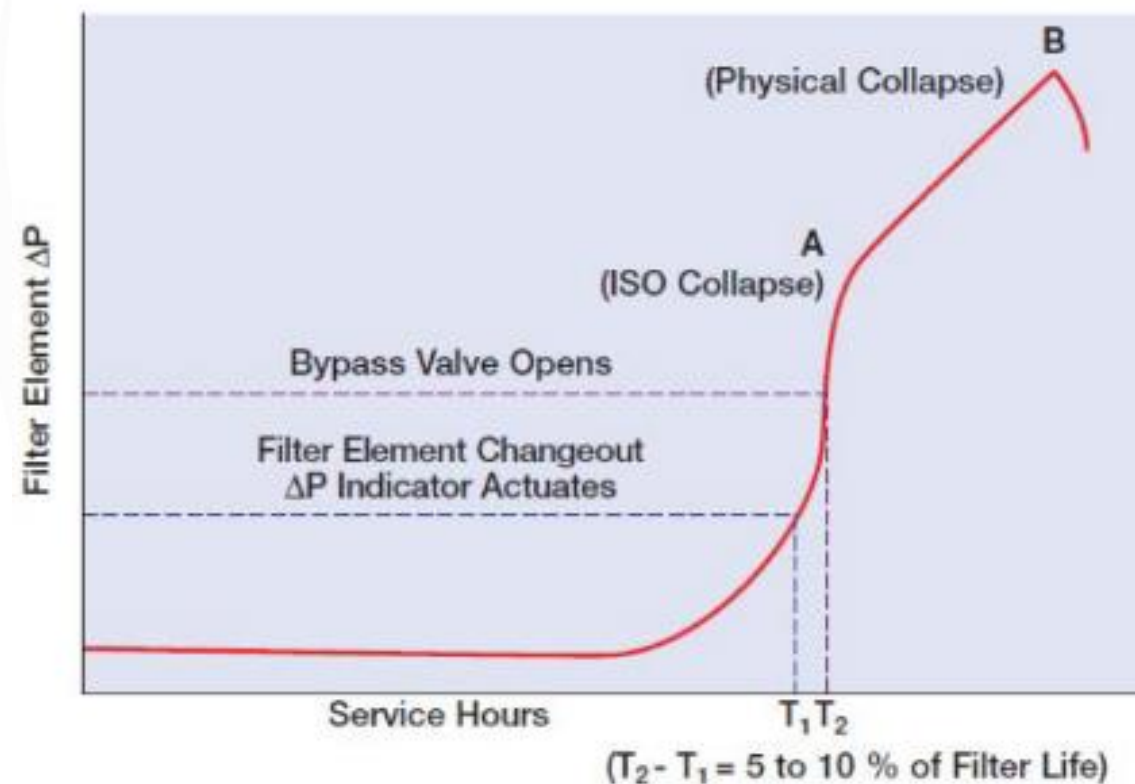
Material y Tamaño de Poro

Medio Filtrante (μm)
 $\beta=1000$

3
5
7
12
22

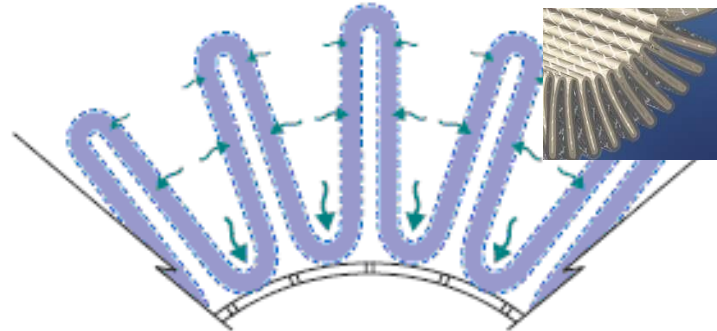


Monitoreo de condición del filtro



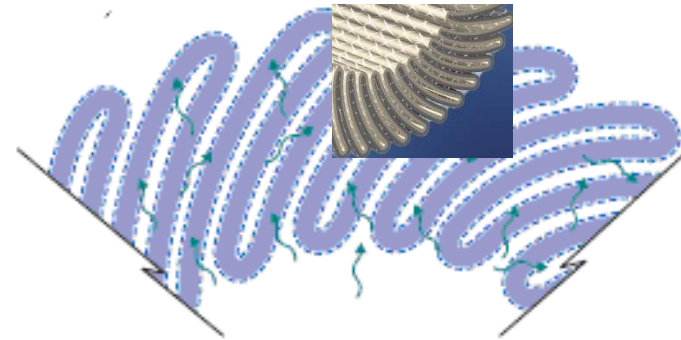
Mejorar Tecnología de Filtración

Definir el desempeño de la tecnología de filtro



Con el pliegue tradicional:

- Distribución de flujo no uniforme
- Menor capacidad de flujo
- Menor vida en servicio
- Menor eficiencia de energía



Con el pliegue Ultipleat se incrementa:

- Capacidad de flujo
- Capacidad de contaminantes
- Vida en servicio
- Ahorro de energía

Resistencia al Estrés Hidráulico

Resistencia a Carga
Electrostática

Eficiencias Beta ≥ 2000

Mayor Vida en Servicio

Realizar Monitoreo de la Limpieza

Definir proceso de muestreo representativo del sistema:

- Tipos de análisis y objetivos de limpieza
- Técnicas y proveedores
- Punto (s) en el circuito
- Frecuencias
- Recipiente y accesorios
- Personas
- Procedimientos

Utilizar Monitoreo Multimodal

Análisis multimodal de partículas ISO4406 en Sistema Hidráulico:

Off-line



Particle Counter (ISO 11500)

ISO4	ISO6	ISO14
20	19	15

Min (ISO 11500)

ISO4	ISO6	ISO14
17	16	12

In-line



Mesh Blockage (ISO 21018-3)

ISO4	ISO6	ISO14
15	13	10

Off-line



Patch Test

ISO4	ISO6	ISO14
15	14	12

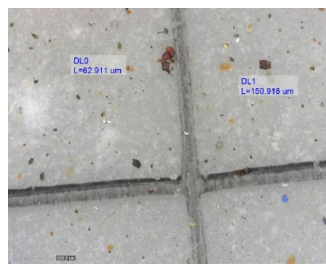
In-line



Visión e IA

ISO4	ISO6	ISO14
17	16	15

Sistema	Fecha Instalación	Horas
Hidráulico	20190528	14431



Validar Integralmente los Resultados

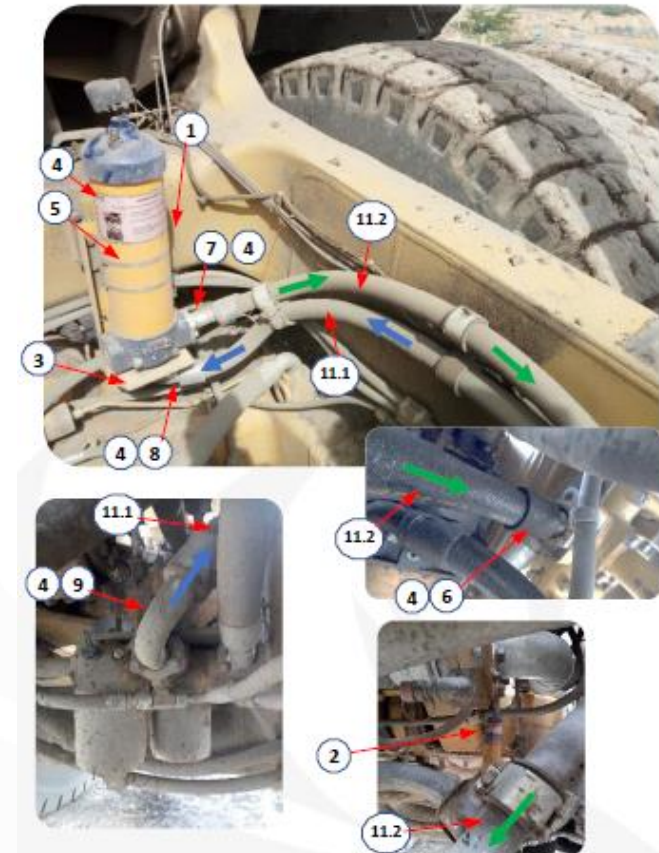
Focos:

1. Equipo y componentes (modo de falla, paradas, eventos, vida útil..)
2. Aceite hidráulico (ISO4406, desgaste Fe, Cu, Al, Cu, salud, PQ I)
3. Filtros y respiraderos (presión, dp limpio, vida util, AFU, caudal..)
4. Instalación (seguridad, facilidad, inspección, mantenimiento..)
5. Personas (seguridad, ergonomía, facilidad, experiencia....)

4. Caso de Estudio - Camión Minero

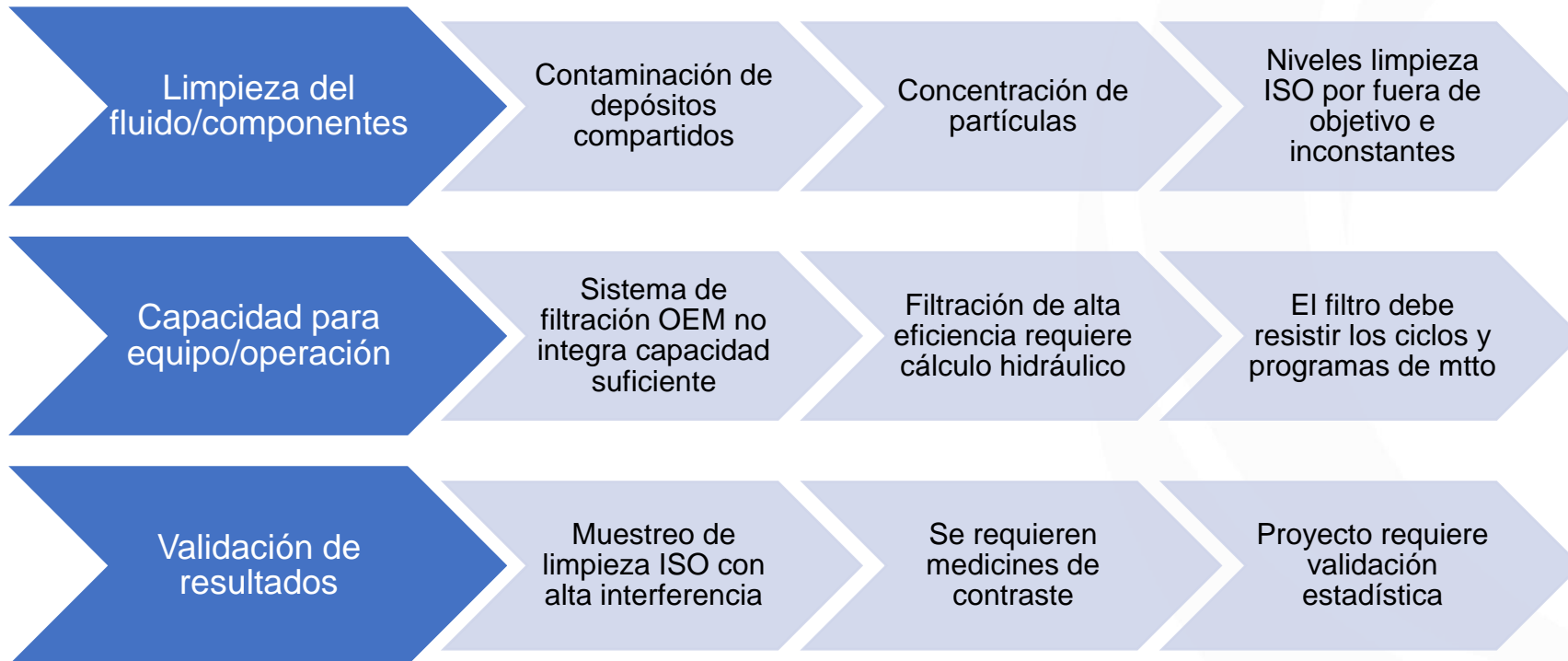
Realizar la optimización de limpieza del sistema hidráulico a bordo del camión 793D como acción para minimizar la recurrencia de eventos de contaminación

- ✓ Alcanzar y mantener un nivel de limpieza ISO 4406 igual o mejor que 18/16/13
- ✓ Reducir el cambio de mandos por paso asociado a deterioro de sellos Duo Cone
- ✓ Apoyar la extensión de vida de componentes del sistema hidráulico



4. Caso de Estudio - Estrategia

Camión Minero CAT 793D – Sistema de levante y enfriamiento frenos



Filtración:

- Tipo: Alta eficiencia Beta B(x)c=2.000
- Estrategia: In Line On board
- Sin necesidad de bomba-motor adicional

Instalación:

- Mayor área filtrante con pliegue Ultipleat
- Filtro resistente al estrés hidráulico
- Ingeniería y experiencia en aplicación

Monitoreo:

- Multimodal de ISO4406 (Inline & Offline)
- Análisis de desgaste y análisis de filtros
- Muestra de varios equipos durante un periodo representativo de tiempo

4. Caso de Estudio - Resultados

Análisis multimodal de partículas ISO4406 del sistema Hidráulico:

Off-line



In-line



Off-line



In-line



Particle Counter (ISO 11500)

ISO4	ISO6	ISO14
20	19	15

Min (ISO 11500)

ISO4	ISO6	ISO14
17	16	12

Mesh Blockage (ISO 21018-3)

ISO4	ISO6	ISO14
15	13	10

Patch Test

ISO4	ISO6	ISO14
15	14	12

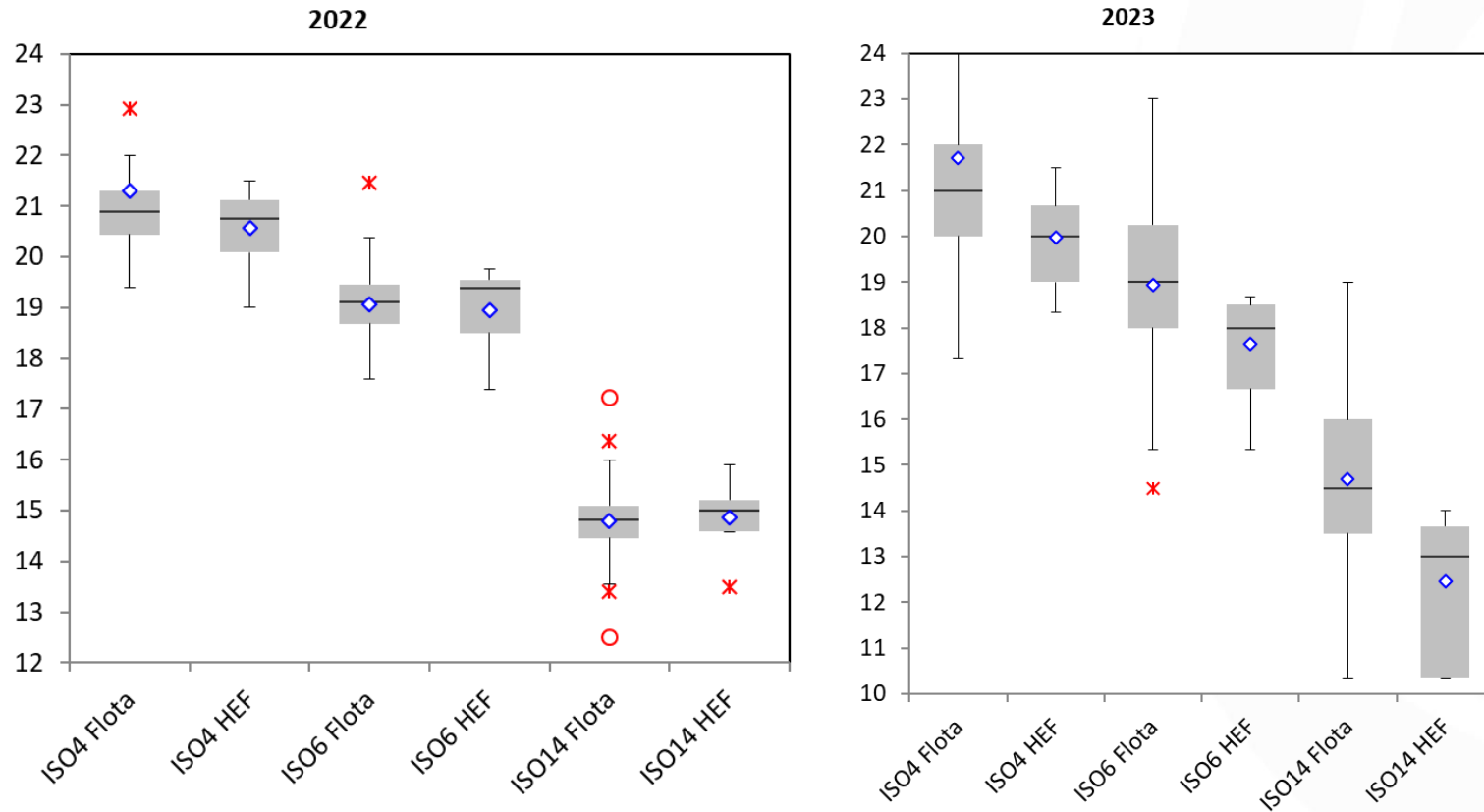
Visión e IA

ISO4	ISO6	ISO14
17	16	15

Sistema	Fecha Instalación	Horas
Hidráulico	20190528	14431

4. Caso de Estudio - Resultados

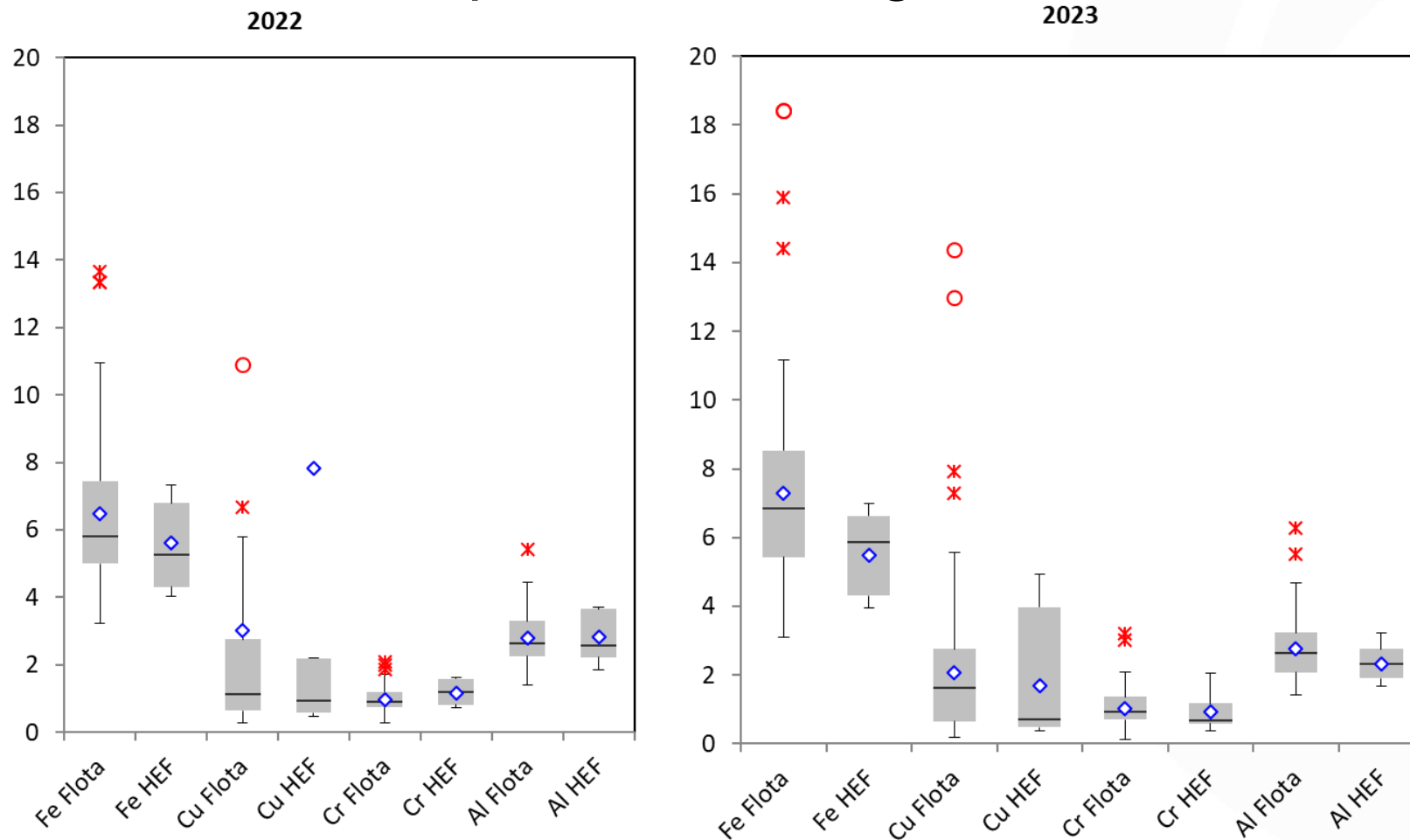
Laboratorio Independiente ISO 4406:



*HEF: High Efficiency Filter and Control (Flota con el filtro de alta eficiencia y controles)

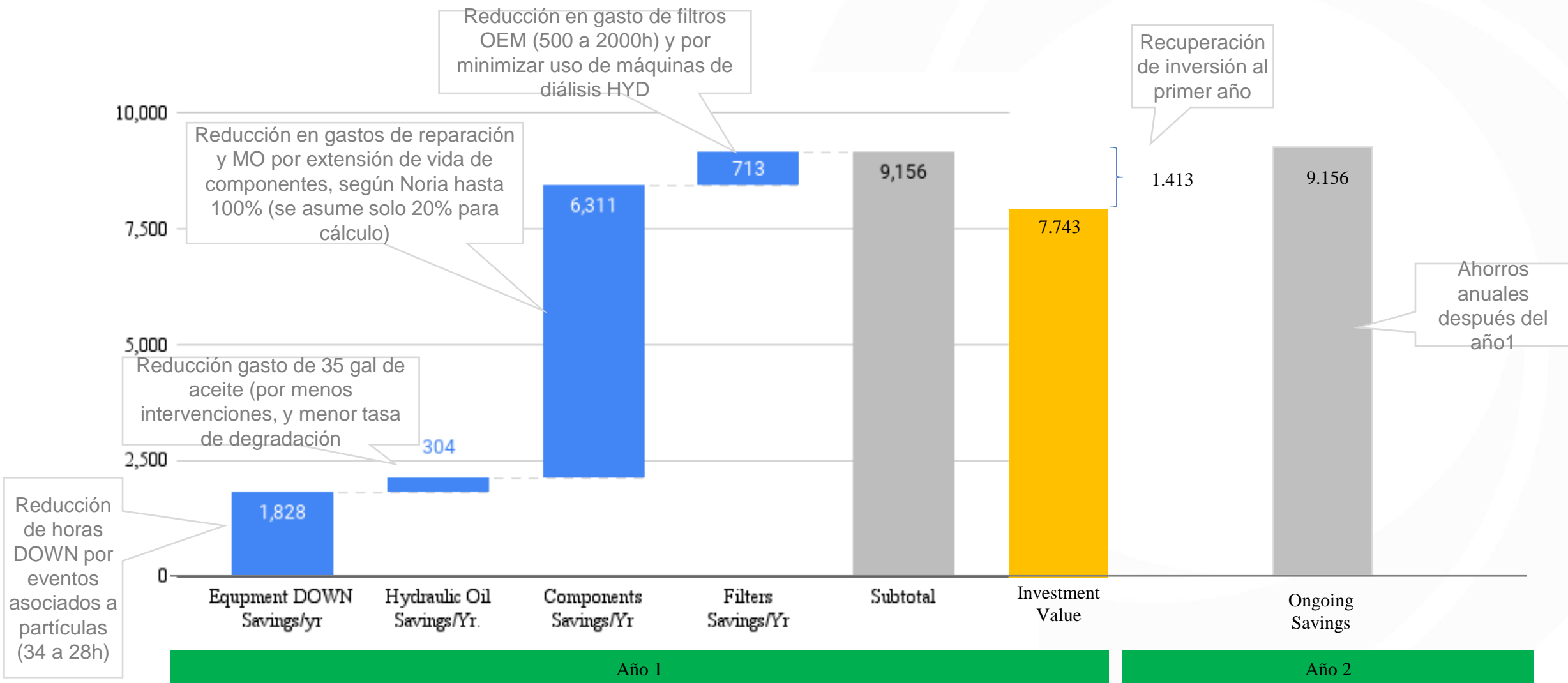
4. Caso de Estudio - Resultados

Laboratorio Independiente desgaste Fe, Cu, Al:



*HEF: High Efficiency Filter and Control (Flota con el filtro de alta eficiencia y controles)

4. Caso de Estudio - Beneficios



Recomendaciones

- Documentar el manejo del cambio
- Utilizar monitoreo multimodal
- Realizar un piloto de validación y ajustar
- Apoyar los análisis con un laboratorio externo
- Registrar todos los cambios de elementos e intervenciones
- Trabajar en la economía del filtro: Costo por gramo de suciedad retirada



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
C H I L E

4^a
EDICIÓN

iGRACIAS!

Leonardo Bustos

Lbustos@rgsmartsolutions.com /
Lbustos@ramguz.com