

**UN NUEVO MODELO DE GESTIÓN  
EN PRODUCTOS SANITARIOS  
AUTÓNOMOS NO IMPLANTABLES  
(PSANI)**

**Pius Hospital de Valls (Tarragona)**

*Albert Cortines Montalvo  
Responsable Servicios Generales*

---

# Un nuevo modelo de gestión de equipos electromédicos

## ÍNDICE

- Introducción al mantenimiento
- Nuevo modelo de gestión de PSANI
  - Objetivos
  - Análisis del riesgo
  - Criterios de costes
  - Matriz de Kraljic
- Aplicación del modelo en 2 servicios hospitalarios

## PRINCIPALES AVANCES TECNOLÓGICOS EN MEDICINA



# Introducción

## PRINCIPALES AVANCES TECNOLÓGICOS EN MEDICINA

---

### 1926 Electrobisturí

# 1926 Electrobisturí



# Introducción

## PRINCIPALES AVANCES TECNOLÓGICOS EN MEDICINA

1926 Electrobisturí

1941 La ecografía



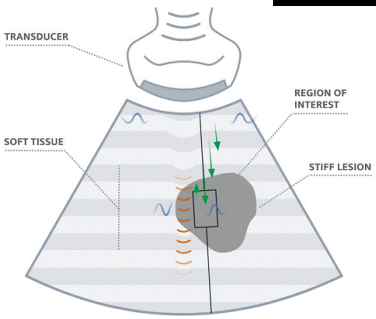

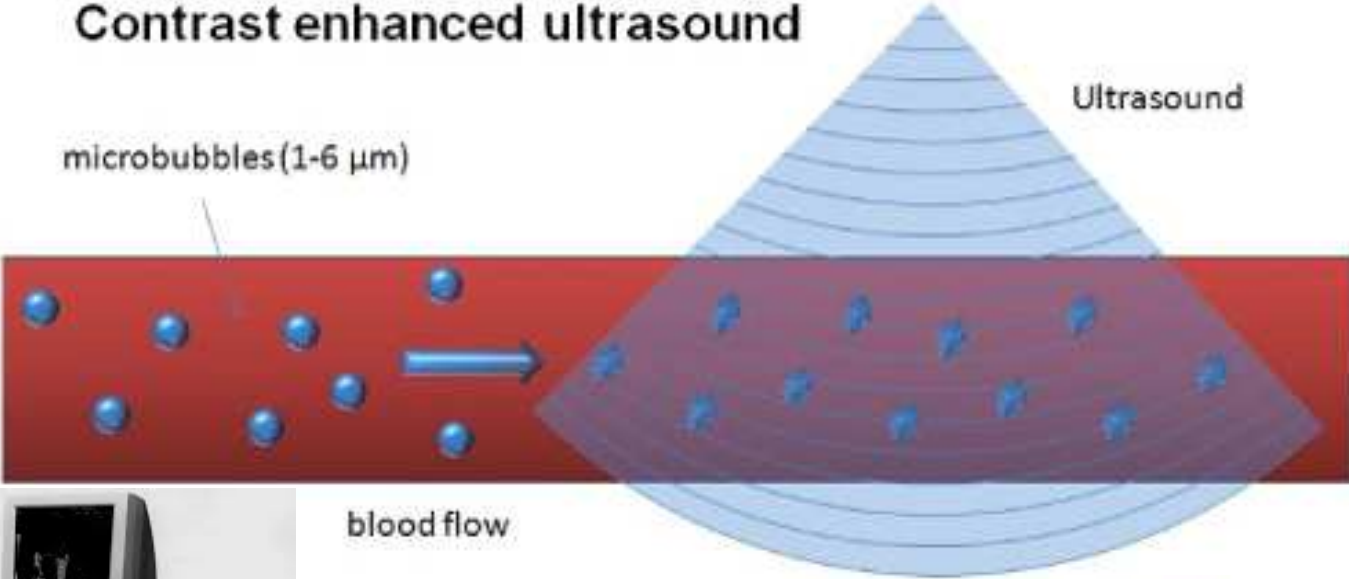
# 1941 La ecografía

### Contrast enhanced ultrasound

microbubbles (1-6  $\mu\text{m}$ )

Ultrasound

blood flow



# Introducción

## PRINCIPALES AVANCES TECNOLÓGICOS EN MEDICINA

---

1926 Electrobisturí

1941 La ecografía

1987 Introducción a la cirugía laparoscópica



# 1987 Introducció a la cirurgia laparoscòpica

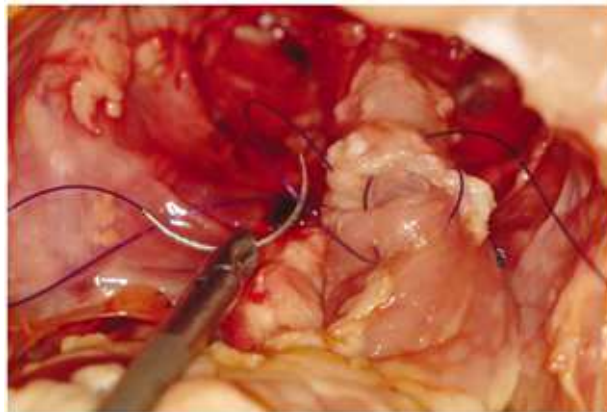
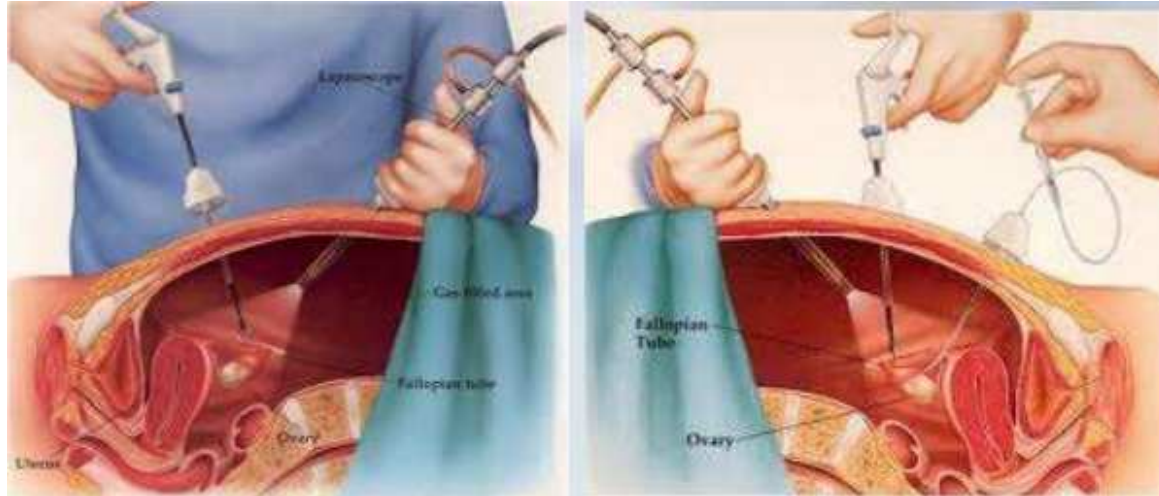
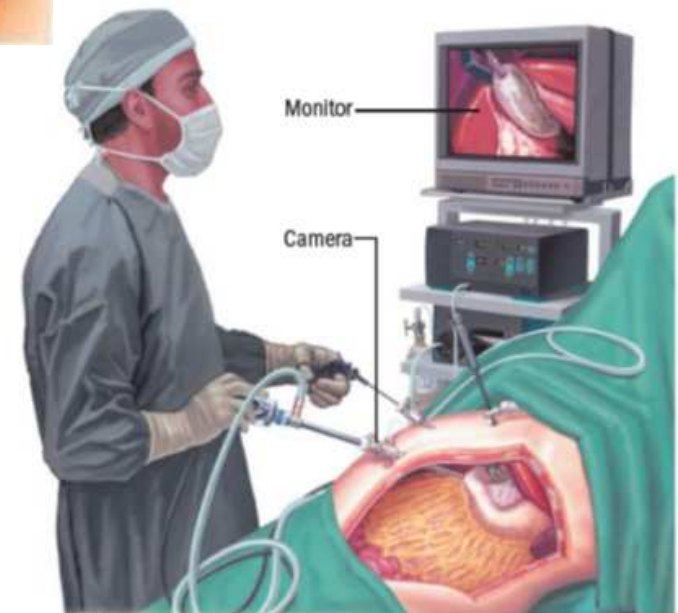


FIGURA 16. Ejemplo de sutura contínua en modelo de experimentación.



# Introducción

## PRINCIPALES AVANCES TECNOLÓGICOS EN MEDICINA

1926 Electrobisturí

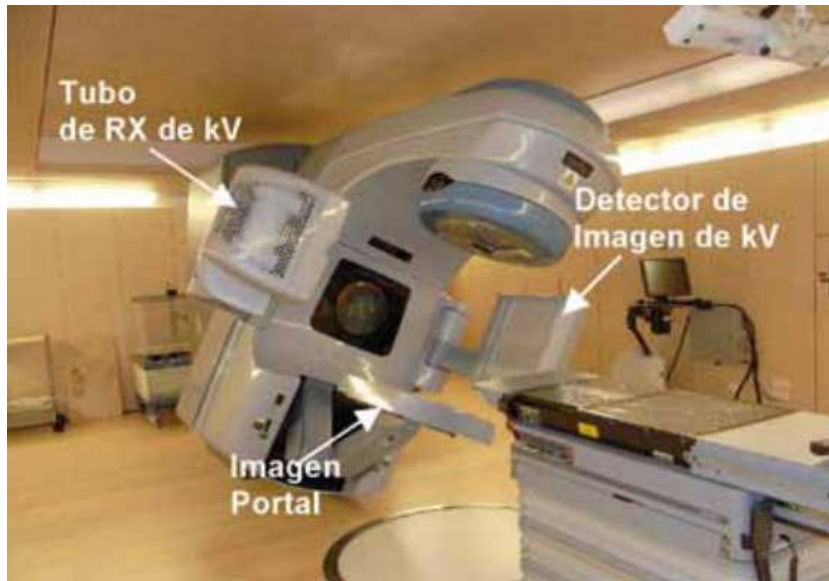
1941 La ecografía

1971 Primera Tomografía (Rx). Introducció hospitalaria: 1974

1987 Introducció a la cirugia laparoscópica

1990 Utilizació de la robótica para la radioterapia (CyberKnife)

# 1990 Utilización de la robótica para la radioterapia (CyberKnife)



# Introducción

## PRINCIPALES AVANCES TECNOLÓGICOS EN MEDICINA

1926 Electrobisturí

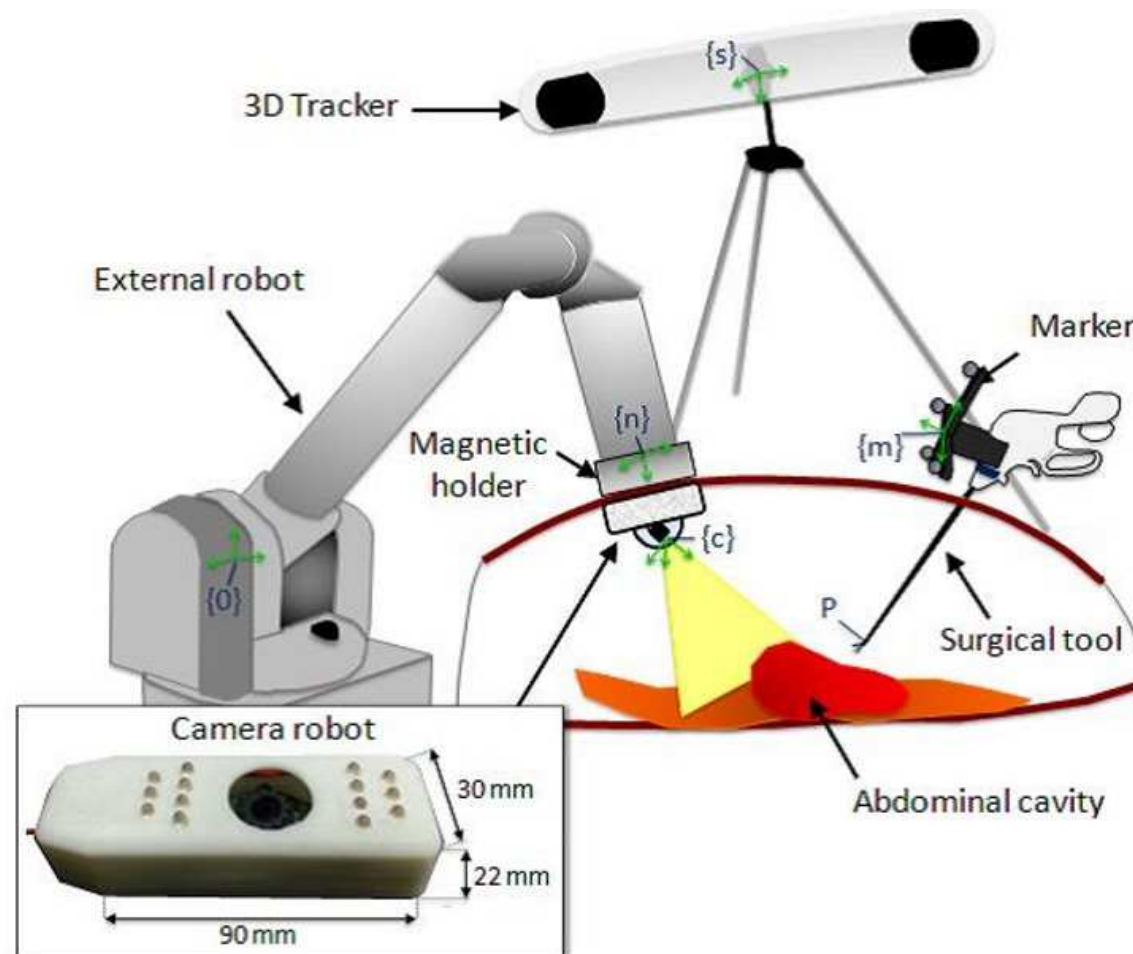
1941 La ecografía

1987 Introducció a la cirugia laparoscópica

1990 Utilizació de la robótica para la radioterapia (CyberKnife)

1995 Robotizació de la cámara en cirugia laparoscópica (UPC)

# 1995 Robotització de la càmera en cirurgia laparoscòpica (UPC)



# Introducción

## PRINCIPALES AVANCES TECNOLÓGICOS EN MEDICINA

1926 Electrobisturí

1941 La ecografía

1987 Introducció a la cirugía laparoscópica

1990 Utilizació de la robótica para la radioterapia (CyberKnife)

1995 Robotizació de la cámara en cirugía laparoscópica (UPC)

**2000 Introducció de la robótica en cirugía laparoscópica (Da Vinci)**

# 2000 Introducció de la robòtica en cirurgia laparoscòpica (Da Vinci)



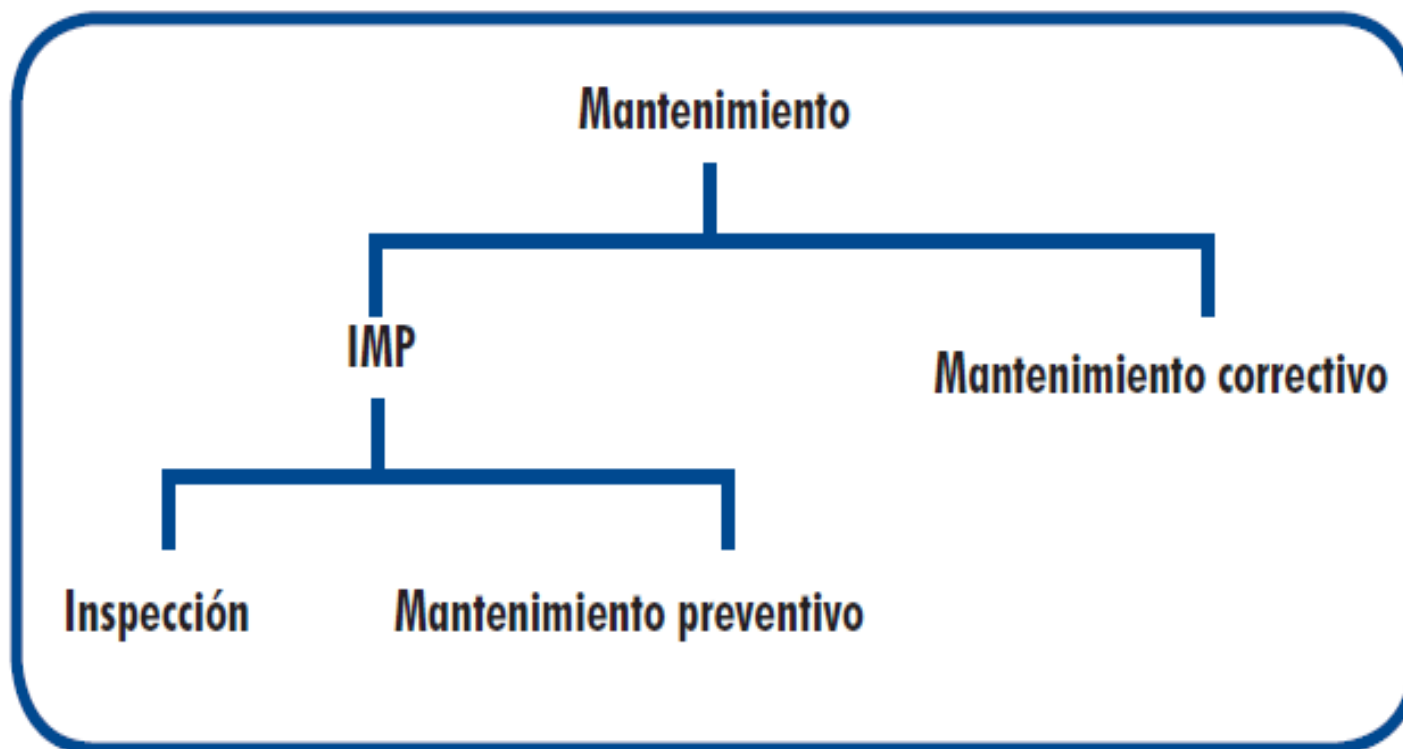
# Mantenimiento de los equipos





El mantenimiento de los equipos médicos son acciones necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de dicha tecnología[1].

Figura 1. Componentes de un programa de mantenimiento



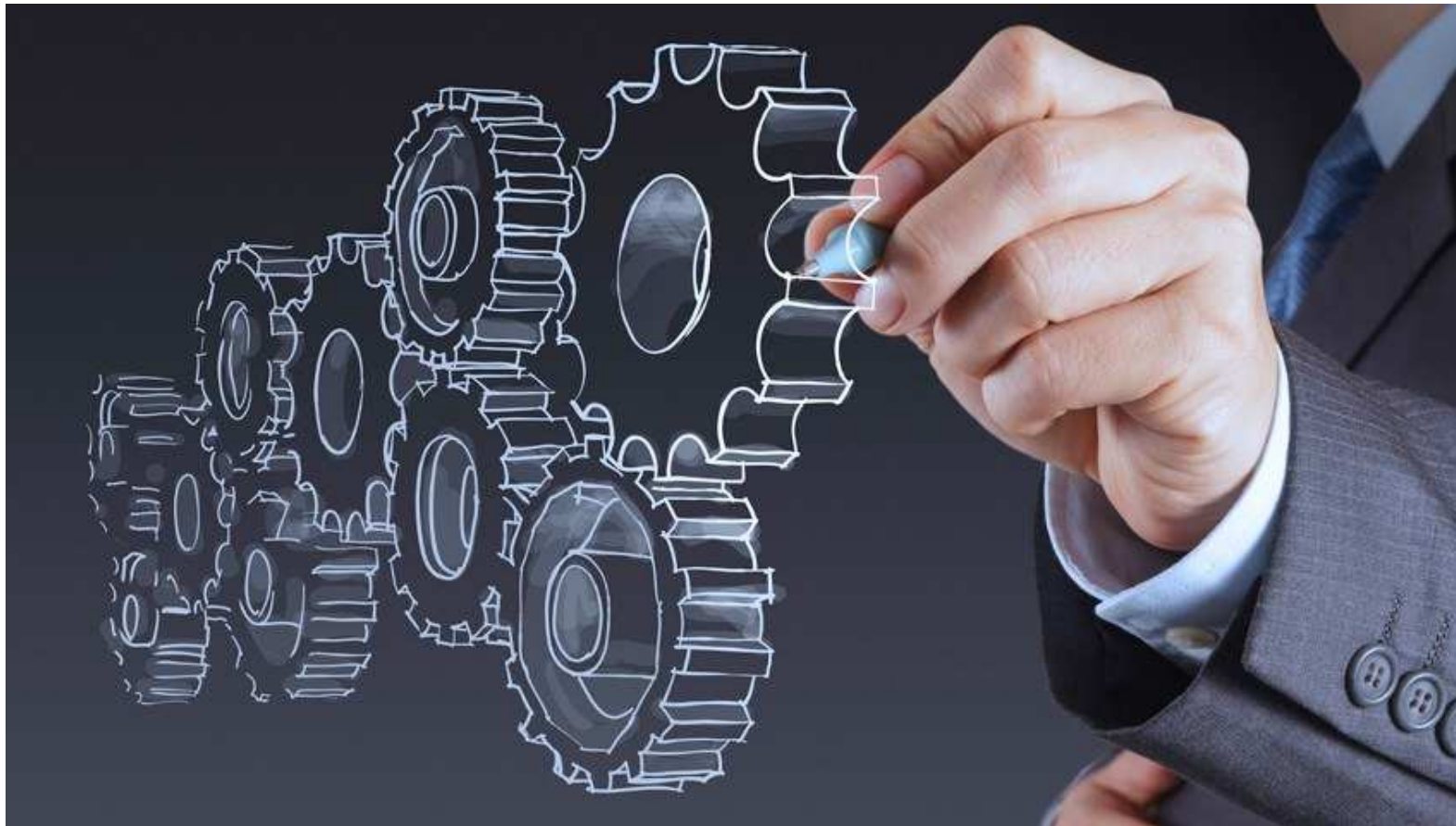
“los principios de un buen programa de mantenimiento serán los mismos en una zona urbana de un país de altos ingresos que en una zona rural de un país de ingresos intermedios” [1]





Una mala planeación de la frecuencia puede afectar en la precisión del equipo, o la seguridad del paciente [2].

# Objetivos del modelo de gestión



# OBJETIVOS

---

- Establecer una clasificación de todos los equipos en 4 cuadrantes con el fin de planificar estrategias en contratos de mantenimiento
- Incorporar criterios de criticidad que ayuden a la gestión de estos equipos durante su mantenimiento e identificar los equipos considerados clave en el plan estratégico del centro.
- Aumentar las frecuencias de mantenimiento en aquellos equipos que estratégicamente lo requieran.
- Evaluar la forma más idónea de adquisición de los equipos (compra, alquiler, renting, préstamo...) aplicando criterios económicos y de riesgo.

# Análisis del riesgo para los PSANI



Algoritmo de Fennigkoh & Smith

## ***G.E* = Función+Riesgo+Mantenimiento+Antecedentes**



Algoritmo de Fennigkoh & Smith

Categoría	Descripción de la Función	Puntuación
Terapéutico	Apoyo vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
Diagnóstico	Control de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológico adicional y diagnóstico	6
Analítico	Análisis de laboratorio	5
	Accesorios del laboratorio	4
	Computadoras y afines	3
Otros	Relacionadas con el paciente y otros	2

*Tabla I – Función del equipo*



Algoritmo de Fennigkoh & Smith

Tipo de Riesgo	Puntuación
Posible muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o usuario	4
Falso diagnóstico o terapia inadecuada	3
Daños en el equipo	2
Sin riesgos relevantes	1

*Tabla II – Riesgo de uso*

Algoritmo de Fennigkoh & Smith

Requisitos de mantenimiento	Puntuación
Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódicas	5
Superiores al promedio	4
Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Inspección visual	1

*Tabla III - Mantenimiento*

Algoritmo de Fennigkoh & Smith

Promedio de averías del equipo	Factor
Significativo: más de una cada seis meses	+2
Moderado: una cada 6-9 meses	+1
Usual: una cada 9-18 meses	0
Mínimo: una cada 18-30 meses	-1
Insignificante: Menos de una en los 30 meses anteriores	-2

*Tabla IV – Antecedentes de problemas del equipo*

Algoritmo de Fennigkoh & Smith Modificado

Respuesta	Puntuación
Muy alta	8
Alta	6
Mediana	4
Baja	2
Ninguna	0

$$Ec = \frac{(Puntos\ obtenidos\ por\ el\ equipo) \cdot 10}{28\ puntos}$$

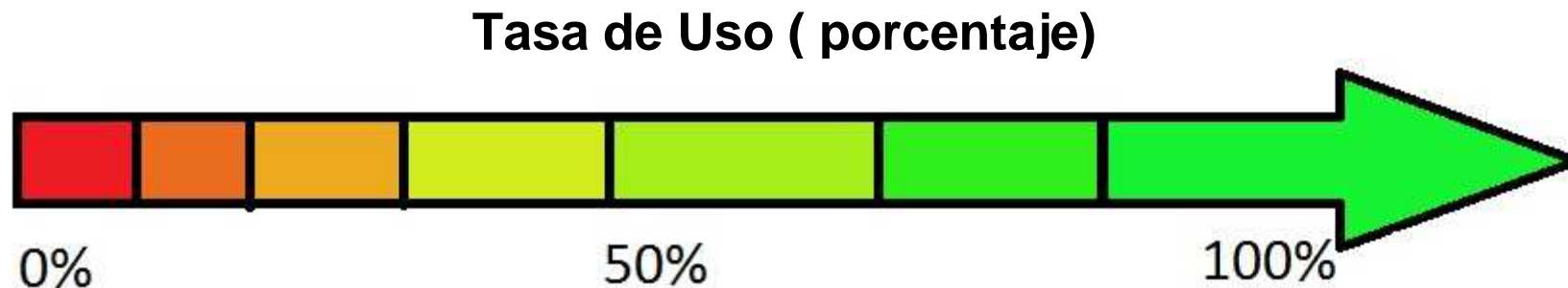
*Ec* – Cuestionario evaluación clínica

- Frecuencia de uso
- Confiabilidad del equipo
- Facilidad de uso
- Contribución por el tratamiento al paciente

**FMP=Función+Riesgo+Mantenimiento+Ec**

Algoritmo de Wang & Levenson

$$G.E = (\text{Función} + 2 \cdot \text{Mantenimiento}) \cdot \text{Tasa de Uso} + 2 \cdot \text{Riesgo}$$



Frecuencia de Mantenimiento de Equipos Médicos

Parámetros	Mantenimiento Preventivo (MP)
FMP < 12	No MP
12 < FMP < 25	Cada año
25 < FMP < 28	Cada 6 meses
FMP = 28 a 30	Cada 4 meses

Tabla b – Fennigkoh & Smith

Parámetros	Mantenimiento Preventivo (MP)
GE < 8	Correctivos
8 < GE ≤ 18	Cada año
GE > 18	Cada 6 meses

Tabla a – Wang & Levenson

# Criterios de costes

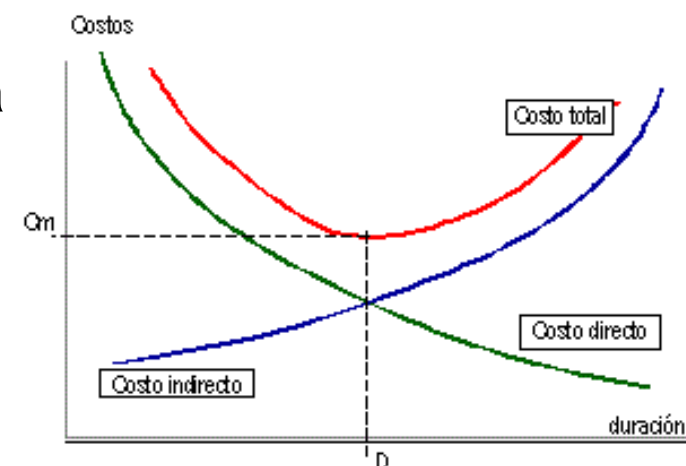


## Criterios de costes

### Análisis de los costes

Finalidad del análisis de costes:

- Determinar la rentabilidad del equipo
- Establecer un presupuesto provisional
- Seguimiento de los gastos respecto al servicio
- Nivel y tipo de mantenimiento a aplicar
- Verificar la eficacia de las acciones emprendidas
- Decidir si se recurre a subcontratación
- Determinar renovación de la tecnología



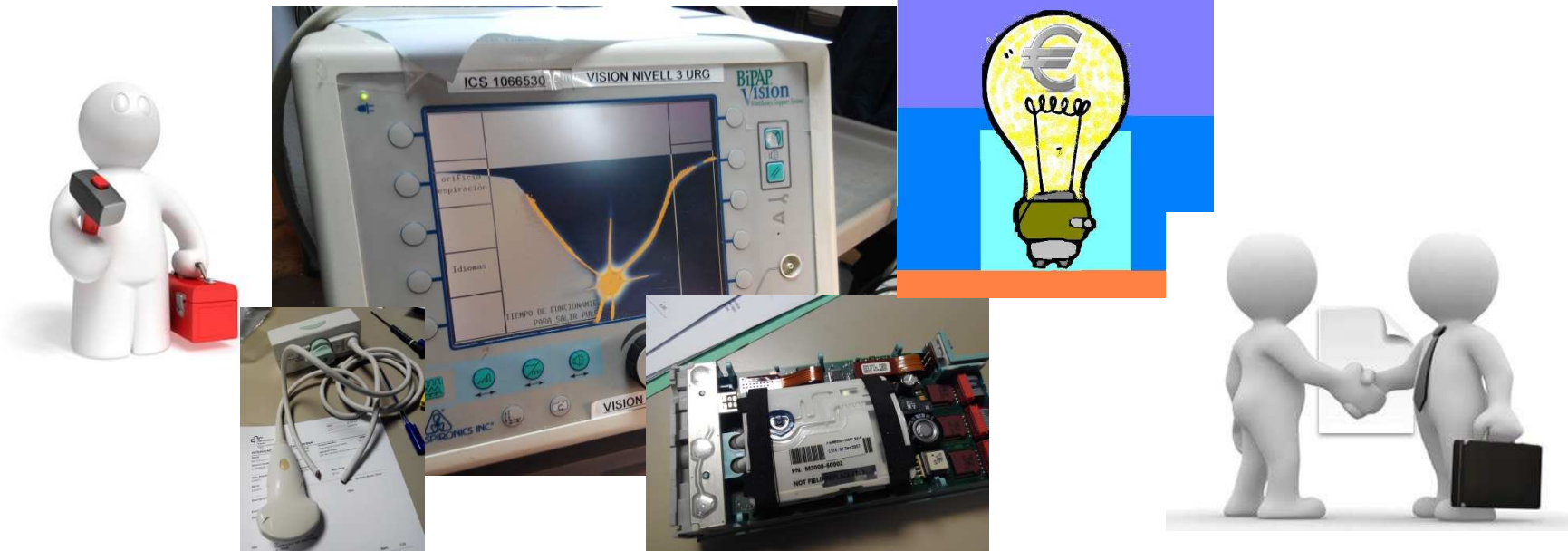


# Criterios de costes

## Costes Directos

Definición: Son aquellos costes de los recursos que se incorporan físicamente al producto o servicio final y a su empaque.

$$\text{COSTES DIRECTOS} = \text{Mano de Obra} + \text{Gastos Funcionales} + \text{Consumos Fijos} + \text{Mercados Externos}$$



## Criterios de costes

---

### Costes Directos: de mantenimiento (**Dmo**)

- **Coste de mano de obra**

Es la fuerza de trabajo empleada para mantener las operaciones productivas de los equipos (materiales/recambios, mano de obra, desplazamientos, coberturas, etc...):

- Costes de reparación

- Precio por hora por cada operario (según categoría)
- Interno o externo

- Gastos generales del servicio de mantenimiento:

- Mandos y empleados de oficina
- Alquileres, seguros, impuestos indirectos, patentes.
- Calefacción, iluminación, teléfono, vehículos...

### Costes Directos: Posición de existencias (**Df**)

- **Gastos funcionales del uso del equipo**

Se caracteriza por una tasa de amortización del equipo electromédico, evaluación de pérdidas, depreciación, gastos de almacenaje y/o uso.

- **Depreciación ( $\beta$ )** Pérdida producido por desgaste, roturas, aparición de otros bienes con mayores adelantos tecnológicos.
- **Amortización ( $\sigma$ )** Procedimiento contable por medio el cual el valor de un bien, utilizado por un servicio, es repartido como gasto durante todos los años que abarca la vida del mismo.

## Criterios de costes

---

### Costes Directos: Consumos fijos (Dc)

- **Consumo de materia prima o fungibles para su funcionamiento**

Son recursos materiales que en el proceso productivo se incorporan y transforman en una parte o en totalidad del producto o servicio final.

- Costes de consumo de funcionamiento del equipo
- Consumo de materias primas, fungibles.
  - Factura de compra+gastos de transporte+ costes de pasar el pedido
- Consumo de recambios
  - Amortización
  - Costes ( compra, transporte, pedido)
  - Actualización de precios

## Criterios de costes

---

### Costes Directos: Mercados externos (**De**)

#### **Gastos de mercados exteriores**

#### Costes de los contratos de mantenimiento:

- Las cláusulas económicas del contrato

#### Costes de trabajos subcontratados:

- coeficiente de participación
- información
- controles i/o certificados

## Criterios de costes

---

### Costes Indirectos: Costes de desclasificación (Cp)

Definición: Consumo de los recursos que participan en el proceso productivo sin incorporarse al producto final. Están vinculados al periodo productivo asistencial del servicio (pruebas ecográficas anuladas, intervenciones quirúrgicas pospuestas, placas radiográficas demoradas, etc...):

- Coste de mano de obra asistencial desocupada
- Coste de amortización del material parado (equipos, fungibles, prótesis/caducidades, etc...)
- Gastos inducidos (*difíciles de evaluar*)
  - Plazos incumplidos
  - Penalizaciones por retraso
  - Pérdida del cliente
  - Imagen de la marca
  - Pérdida de calidad
- Gastos de vuelta a poner en marcha


# Matriz de Kraljic

## Historia

El concepto inicial de este modelo fue inicialmente desarrollado por Markowitz (1952) quién la utilizó como instrumento de control de las inversiones en la bolsa de valores. Kraljic (1983) fue el primero que utilizó este modelo en el área de compras.

### Harry Markowitz Model

- Harry Max Markowitz (born August 24, 1927) is an American economist.
- He is best known for his pioneering work in Modern Portfolio Theory.
- Harry Markowitz put forward this model in 1952.
- Studied the effects of asset risk, return, correlation and diversification on probable investment portfolio returns.



Harry Max Markowitz

### Essence of Markowitz Model

**“Do not put all your eggs in one basket”**

1. An investor has a certain amount of capital he wants to invest over a single time horizon.
2. He can choose between different investment instruments, like stocks, bonds, options, currency, or portfolio. The investment decision depends on the future risk and return.
3. The decision also depends on if he or she wants to either maximize the yield or minimize the risk



# Matriz de Kraljic

## Concepto

La matriz de Kraljic se basa en dos dimensiones para clasificar los productos comprados por una empresa:

- Impacto financiero
- Nivel de Riesgo

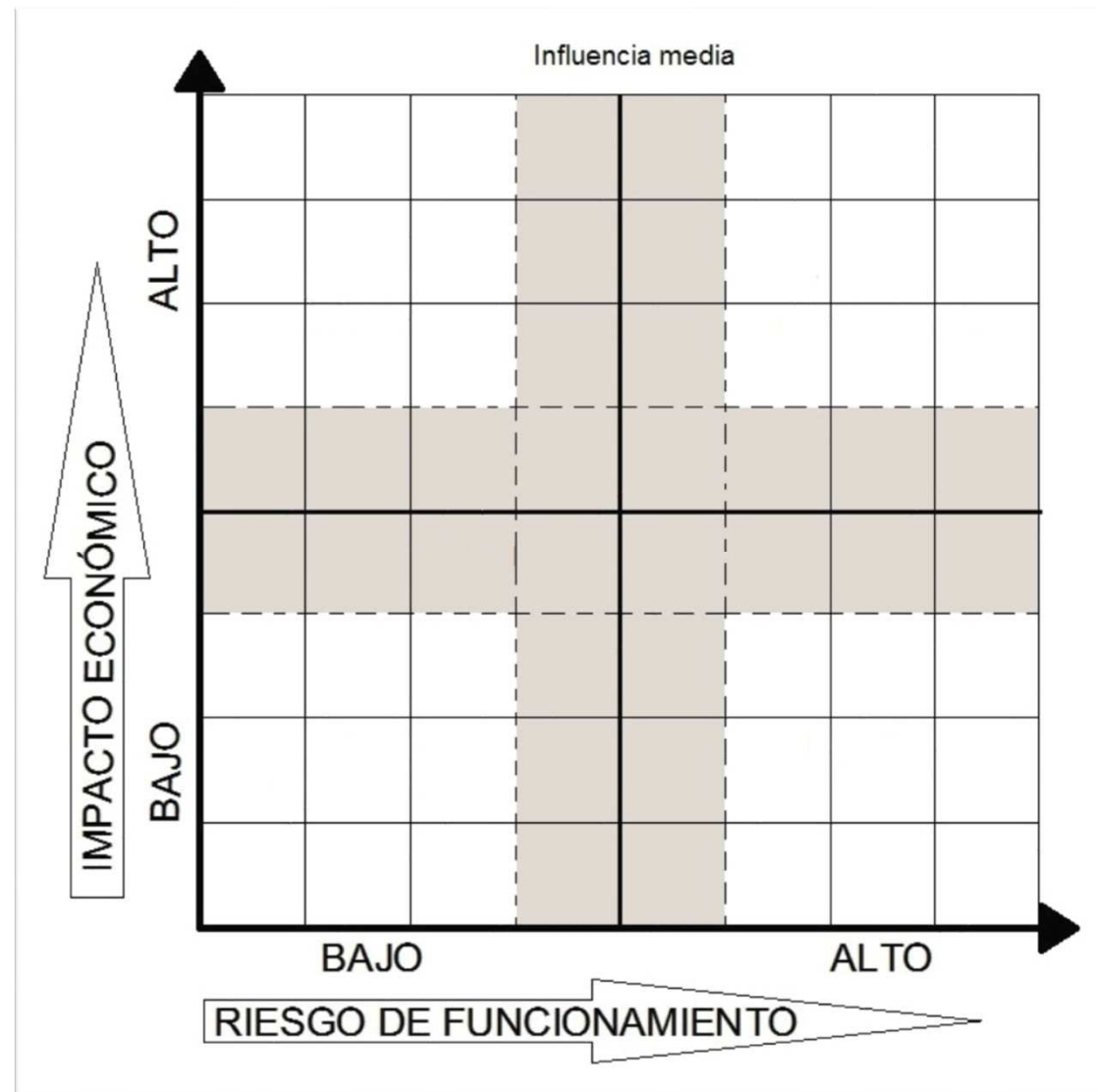
$$I.E = \frac{Dm}{Cp} ;$$

Donde

I.E: Impacto económico

Dm: Costes directos

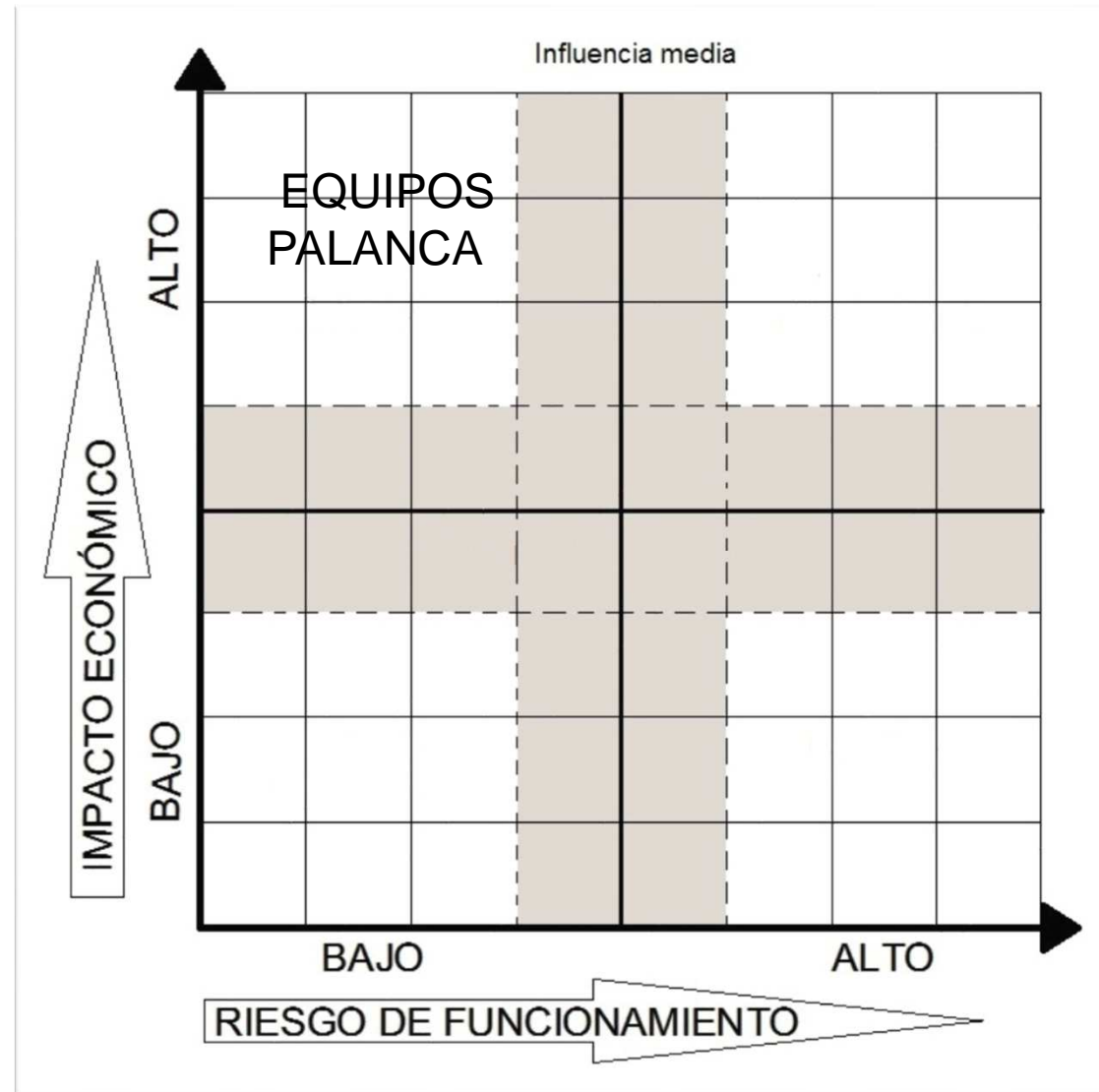
Cp: Costes indirectos



## Concepto

Son equipos que no se pueden abordar por su baja criticidad, sino a través del impacto económico que depende el servicio.

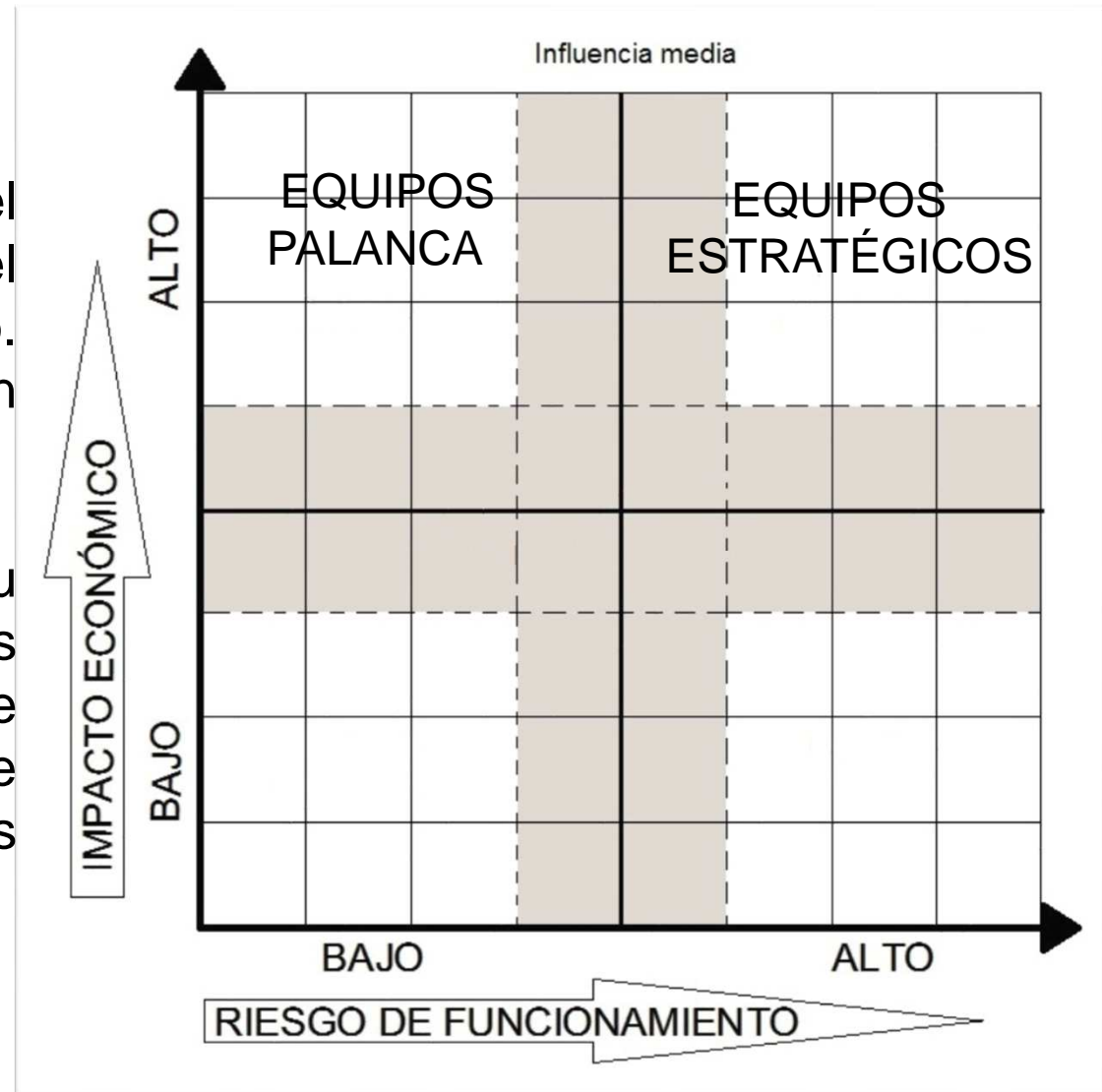
Se propone formular expedientes de contratación con el fin de reducir la dependencia frente a un solo proveedor y adaptarse a las novedades y fluctuaciones del mercado



## Concepto

Una avería puede perturbar el funcionamiento normal del servicio y/o colapsarlo. Estratégicamente se alinean con los retos del centro.

El objetivo es garantizar su funcionamiento a precios competitivos, mediante alianzas o contratos de gestión con requerimientos técnicos

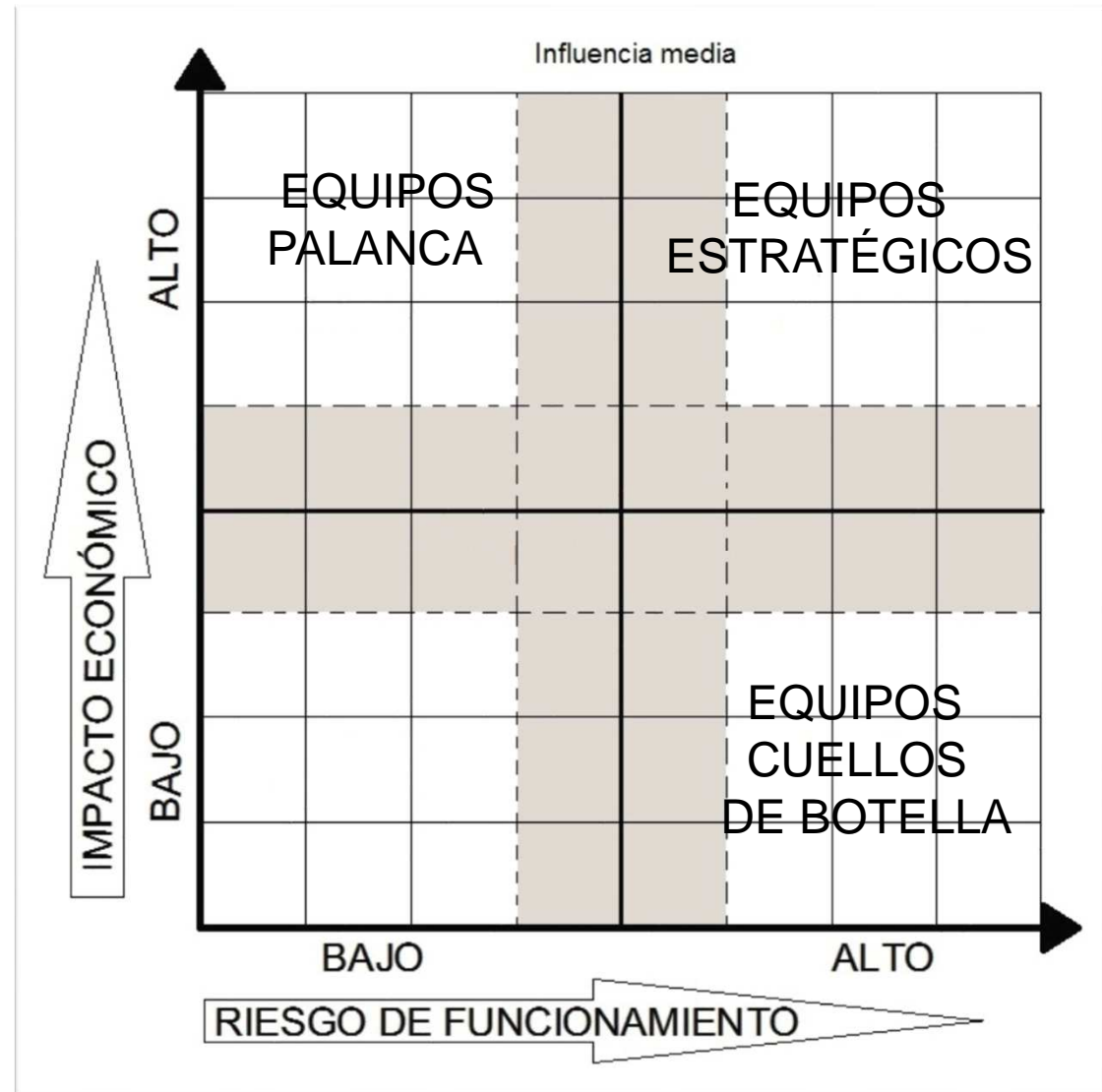


# Matriz de Kraljic

## Concepto

Suponen un gran impacto en las compras, aunque de baja complejidad y riesgo en el suministro (fungibles, recambios).

La propuesta es muy similar a los equipos rutinarios, estandarización de equipamiento y reducir complejidad de gestión mediante proveedores.



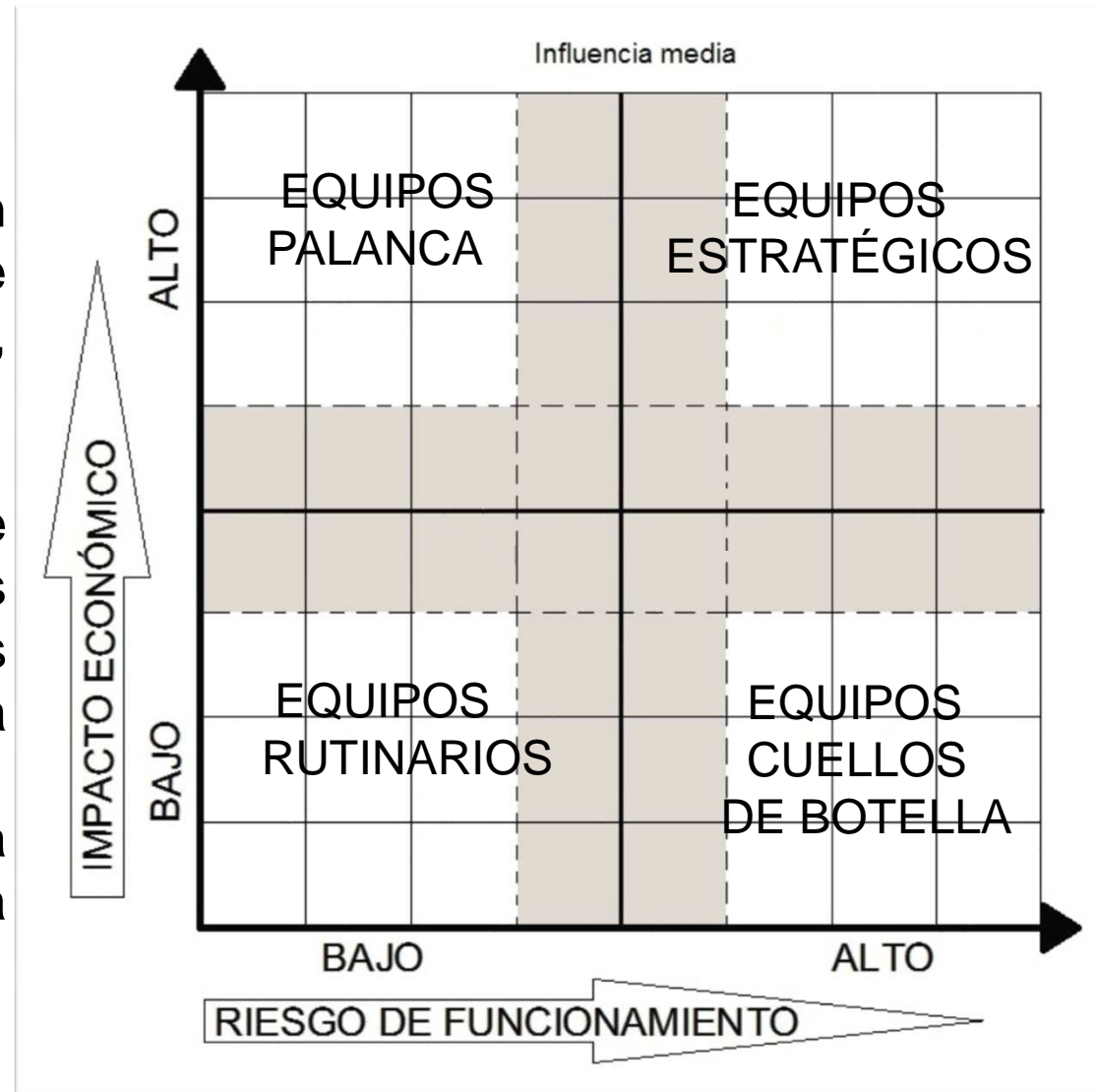
# Matriz de Kraljic

## Concepto

Se propone estandarización de equipamiento con el fin de reducir costes en recambios, fungibles.

Cuando sea posible, se agruparan proveedores pequeños en proveedores mayores, tanto en la compra como en el mantenimiento.

De esta manera se podrá reducir la complejidad de la gestión y mejorar sus costes.



# Aplicaciones

## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CANCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)



## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

UMNDS CODE	Relación equipos	F	R	M	G.E	Frec. Mantenimiento
13-820	Camilla para exploración	2	1	1	5	Correctivo
12-343	Fuente de luz endoscopia flexible	2	2	3	9	Anual
18-034	Procesador de vídeo para endoscopia	3	3	1	10	Anual
16-603	Pantalla TFT vídeo grado médico	2	1	1	5	Correctivo
17-665	Colonoscopio	6	4	5	19	Semestral
18-230	Unidad electroquirúrgica bipolar	9	4	4	21	Semestral



## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

UMNDS CODE	Relación equipos	F	R	M	G.E	Frec. Mantenimiento
13-820	Camilla para exploración	2	1	1	5	Correctivo
12-343	Fuente de luz endoscopia flexible	2	2	3	9	Anual
18-034	Procesador de vídeo para endoscopia	3	3	1	10	Anual
16-603	Pantalla TFT vídeo grado médico	2	1	1	5	Correctivo
17-665	Colonoscopio	6	4	5	19	Semestral
18-230	Unidad electroquirúrgica bipolar	9	4	4	21	Semestral

Categoría	Descripción de la Función	P
Terapéutico	Apoyo vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
Diagnóstico	Control de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológico adicional y diagnóstico	6
Analítico	Análisis de laboratorio	5
	Accesorios del laboratorio	4
	Computadoras y afines	3
Otros	Relacionadas con el paciente y otros	2

## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

UMNDS CODE	Relación equipos	F	R	M	G.E	Frec. Mantenimiento
13-820	Camilla para exploración	2	1	1	5	Correctivo
12-343	Fuente de luz endoscopia flexible	2	2	3	9	Anual
18-034	Procesador de vídeo para endoscopia	3	3	1	10	Anual
16-603	Pantalla TFT vídeo grado médico	2	1	1	5	Correctivo
17-665	Colonoscopio	6	4	5	19	Semestral
18-230	Unidad electroquirúrgica bipolar	9	4	4	21	Semestral

Tipo de Riesgo	P
Posible muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o usuario	4
Falso diagnóstico o terapia inadecuada	3
Daños en el equipo	2
Sin riesgos relevantes	1

## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

UMNDS CODE	Relación equipos	F	R	M	G.E	Frec. Mantenimiento
13-820	Camilla para exploración	2	1	1	5	Correctivo
12-343	Fuente de luz endoscopia flexible	2	2	3	9	Anual
18-034	Procesador de vídeo para endoscopia	3	3	1	10	Anual
16-603	Pantalla TFT vídeo grado médico	2	1	1	5	Correctivo
17-665	Colonoscopio	6	4	5	19	Semestral
18-230	Unidad electroquirúrgica bipolar	9	4	4	21	Semestral

Requisitos de mantenimiento	P
Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódicas	5
Superiores al promedio	4
Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Inspección visual	1

## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

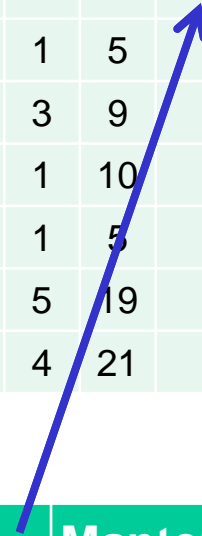
UMNDS CODE	Relación equipos	F	R	M	G.E	Frec. Mantenimiento
13-820	Camilla para exploración	2	1	1	5	Correctivo
12-343	Fuente de luz endoscopia flexible	2	2	3	9	Anual
18-034	Procesador de vídeo para endoscopia	3	3	1	10	Anual
16-603	Pantalla TFT vídeo grado médico	2	1	1	5	Correctivo
17-665	Colonoscopio	6	4	5	19	Semestral
18-230	Unidad electroquirúrgica bipolar	9	4	4	21	Semestral

**$G.E = (Función + 2 \cdot \text{Mantenimiento}) \cdot \text{Tasa de Uso} + 2 \cdot \text{Riesgo}$**

## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

UMNDS CODE	Relación equipos	F	R	M	G.E	Frec. Mantenimiento
13-820	Camilla para exploración	2	1	1	5	Correctivo
12-343	Fuente de luz endoscopia flexible	2	2	3	9	Anual
18-034	Procesador de vídeo para endoscopia	3	3	1	10	Anual
16-603	Pantalla TFT vídeo grado médico	2	1	1	5	Correctivo
17-665	Colonoscopio	6	4	5	19	Semestral
18-230	Unidad electroquirúrgica bipolar	9	4	4	21	Semestral

Parámetros	Mantenimiento Preventivo (MP)
GE<8	Correctivos
GE>18	Cada 6 meses
8<GE≥18	Cada año



## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CANCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

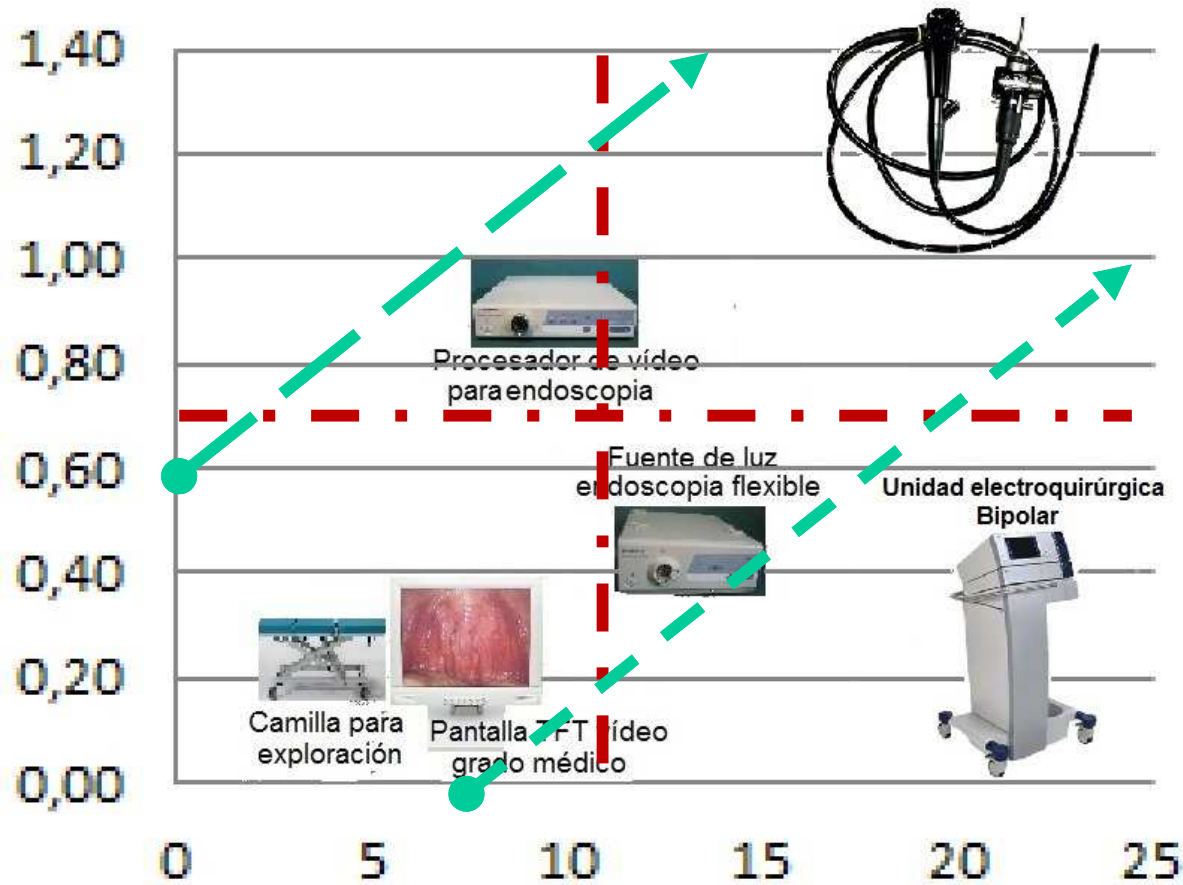
Dm	COSTE MANO OBRA		GASTOS FUNCIONALES DE USO DEL EQUIPO			CONSUMOS MATERIAS PRIMAS O FUNGIBLES PARA SU FUNCIONAMIENTO		GASTOS DE MERCADOS EXTERIORES	
	Costes de reparación	Gastos generales del servicio de mantenimiento	Gastos funcionales del uso del equipo	Depreciación	Amortización	Consumo de materias primas, fungibles	Consumo de recambios	Costes de los contratos de mantenimiento	Costes de trabajos subcontratados
Camilla para exploración	6,00	30,00	0,00	3,29	0,35	0,00	50,00	0,00	15,00
Fuente de luz endoscopia flexible	100,00	15,00	0,62	6,85	2,60	0,00	1,20	2,19	0,00
Procesador de vídeo para endoscopia	250,00	15,00	0,29	12,33	8,60	0,00	2,30	1,30	0,00
Pantalla TFT vídeo grado médico	23,00	10,00	0,14	0,41	0,65	0,00	0,00	0,00	5,20
Colonoscopio	650,00	50,00	0,00	19,18	25,60	12,50	36,80	10,08	8,80
Unidad electroquirúrgica bipolar	56,00	25,00	0,78	8,22	9,60	34,60	12,60	6,80	5,60

## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

ENDOSCOPIA	Dm	Cp	IE	GE
Camilla para exploración	104,64	682,98	0,15	5
Fuente de luz endoscopia flexible	128,47	682,98	0,19	11
Procesador de vídeo para endoscopia	289,82	682,98	0,42	10
Pantalla TFT vídeo grado médico	39,40	682,98	0,06	5
Colonoscopio	812,96	682,98	1,19	19
Unidad electroquirúrgica bipolar	159,20	682,98	0,23	21

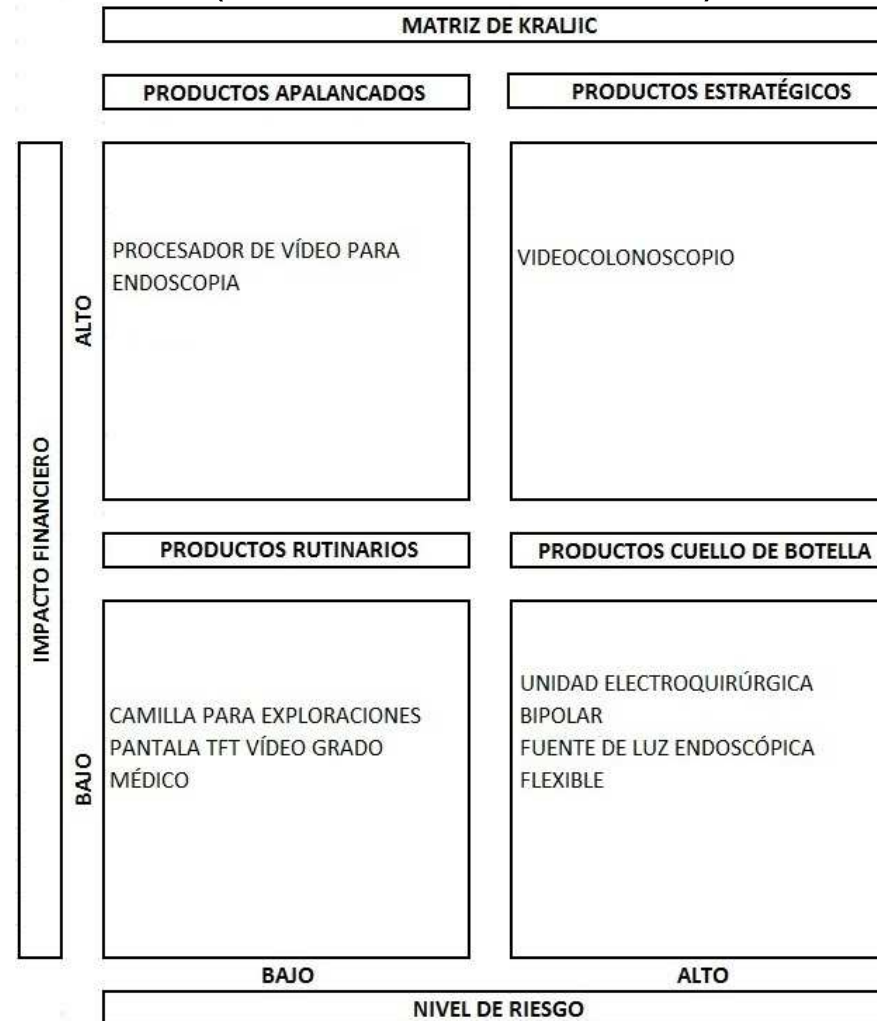
# UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)

## ENDOSCOPIA

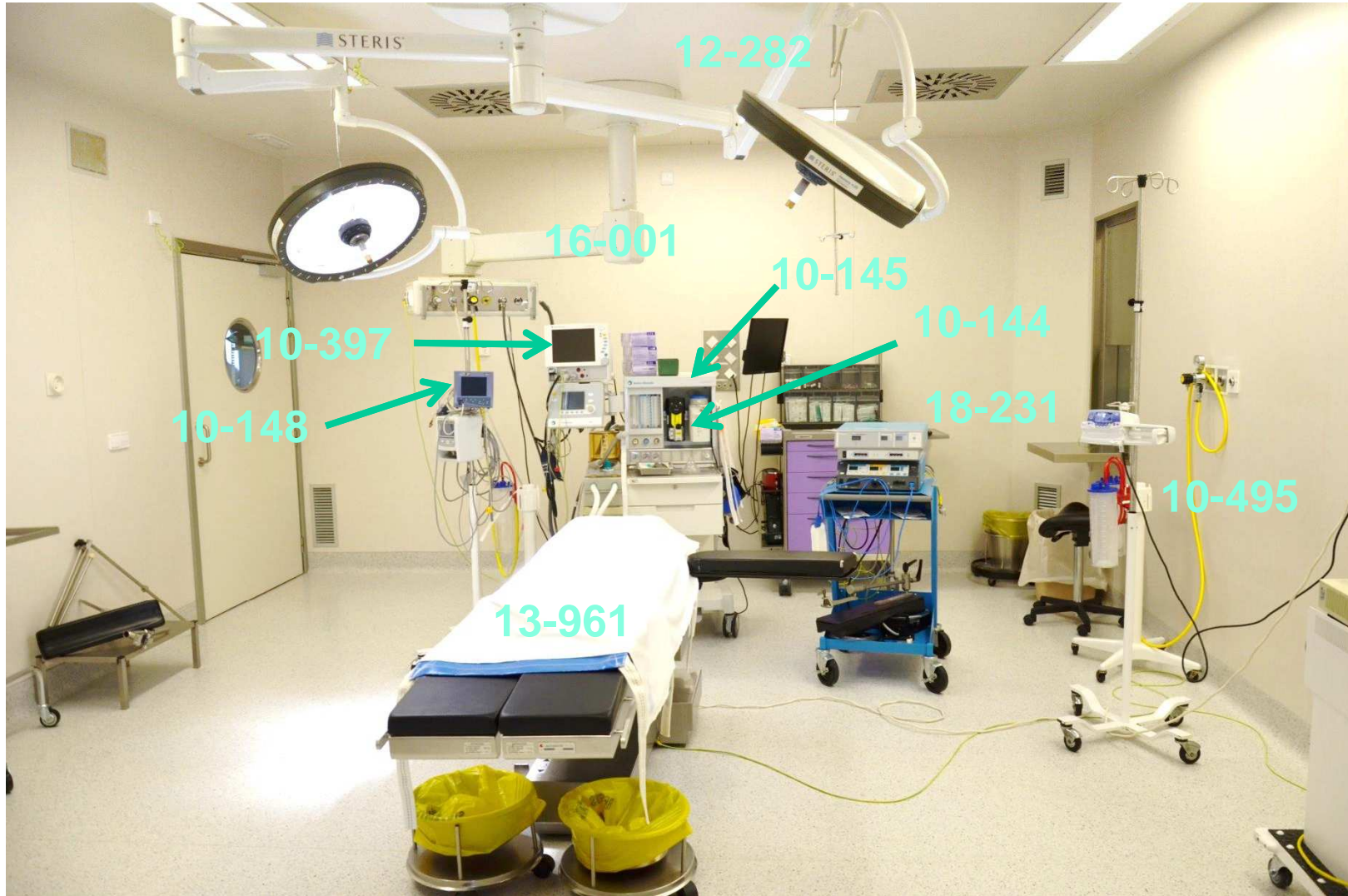




## UNIDAD DE ENDOSCOPIA PARA EL DIAGNÓSTICO PRECOZ DEL CÁNCER DE COLON ( CRIBADO DE CCR)



## Quirófano polivalente

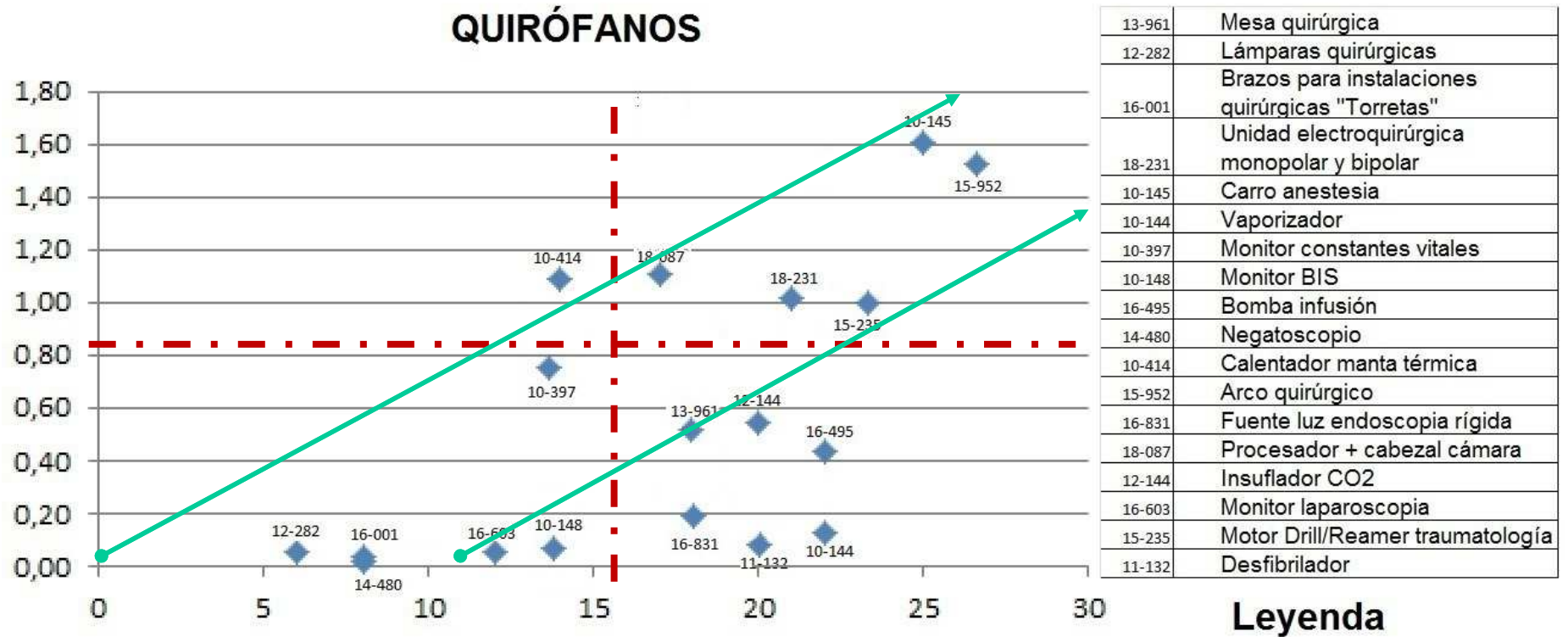


## Quirófano polivalente

UMNDS CODE	Relación equipos:	F	R	M	G.E	Dm	Cp	I.E
13-961	Mesa quirúrgica	9	4	3	<b>18</b>	81,20	680,71	<b>0,49</b>
12-282	Lámparas quirúrgicas	2	1	2	<b>6</b>	40,69	680,71	<b>0,06</b>
16-001	Brazos para instalaciones quirúrgicas "Torretas"	2	2	2	<b>8</b>	26,54	680,71	<b>0,04</b>
18-231	Unidad electroquirúrgica monopolar y bipolar	9	4	4	<b>21</b>	689,07	680,71	<b>1,01</b>
10-145	Carro anestesia	10	5	5	<b>25</b>	1095,01	680,71	<b>1,61</b>
10-144	Vaporizador	9	5	3	<b>22</b>	87,81	680,71	<b>0,13</b>
10-397	Monitor constantes vitales	6	3	2	<b>14</b>	103,73	680,71	<b>0,64</b>
10-148	Monitor BIS	6	3	2	<b>14</b>	25,41	680,71	<b>0,04</b>
16-495	Bomba infusión	9	5	3	<b>22</b>	299,82	680,71	<b>0,44</b>
14-480	Negatoscopio	3	2	1	<b>8</b>	10,49	680,71	<b>0,02</b>
10-414	Calentador manta térmica	6	3	2	<b>14</b>	741,16	680,71	<b>1,09</b>
15-952	Arco quirúrgico	9	4	5	<b>26</b>	1035,04	680,71	<b>1,52</b>
16-831	Fuente luz endoscopia rígida	9	3	3	<b>18</b>	128,47	680,71	<b>0,19</b>
18-087	Procesador + cabezal cámara	9	3	2	<b>17</b>	325,67	680,71	<b>1,11</b>
12-144	Insuflador CO2	9	4	3	<b>20</b>	371,57	680,71	<b>0,55</b>
16-603	Monitor laparoscopia	7	2	1	<b>12</b>	39,40	680,71	<b>0,06</b>
15-235	Motor Drill/Reamer traumatología	9	4	3	<b>23</b>	681,09	680,71	<b>1,00</b>
11-132	Desfibrilador	9	4	3	<b>20</b>	129,80	680,71	<b>0,16</b>

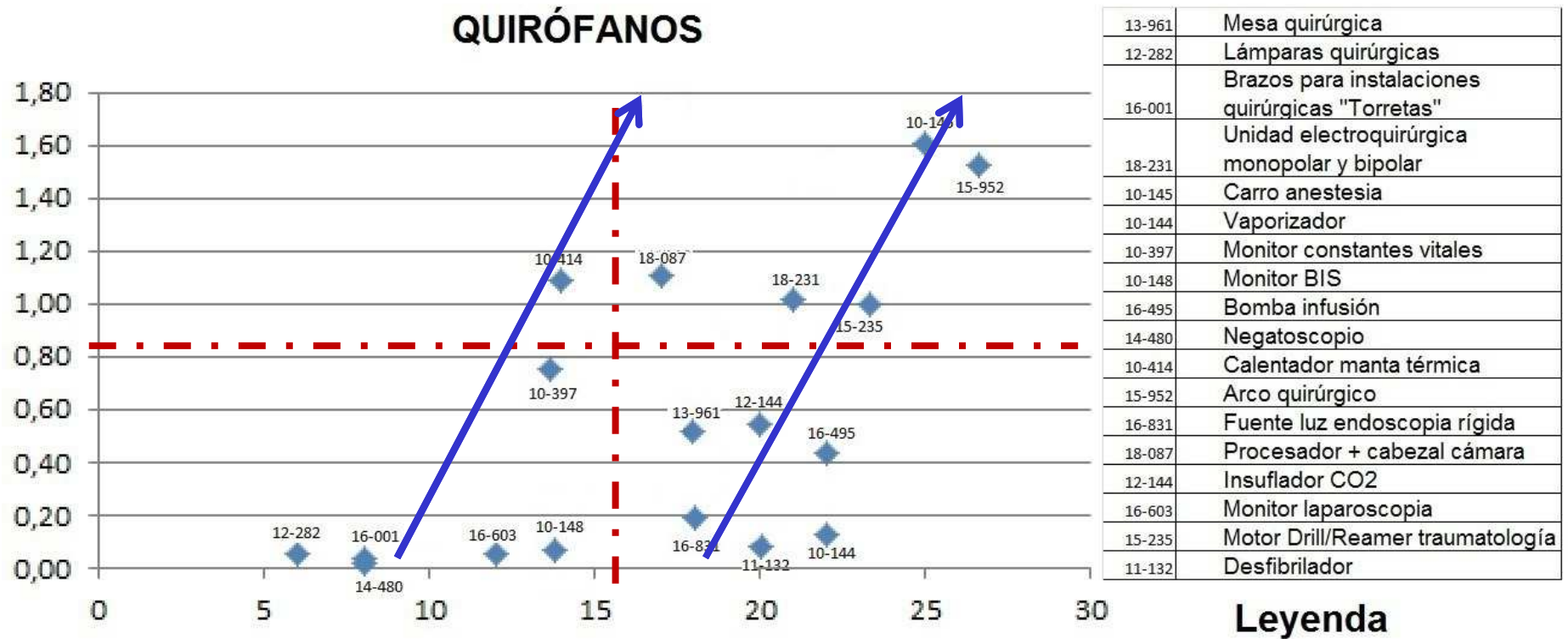
## Quirófano polivalente

### CIRUGÍA PRÓTESIS RODILLAS, CADERAS

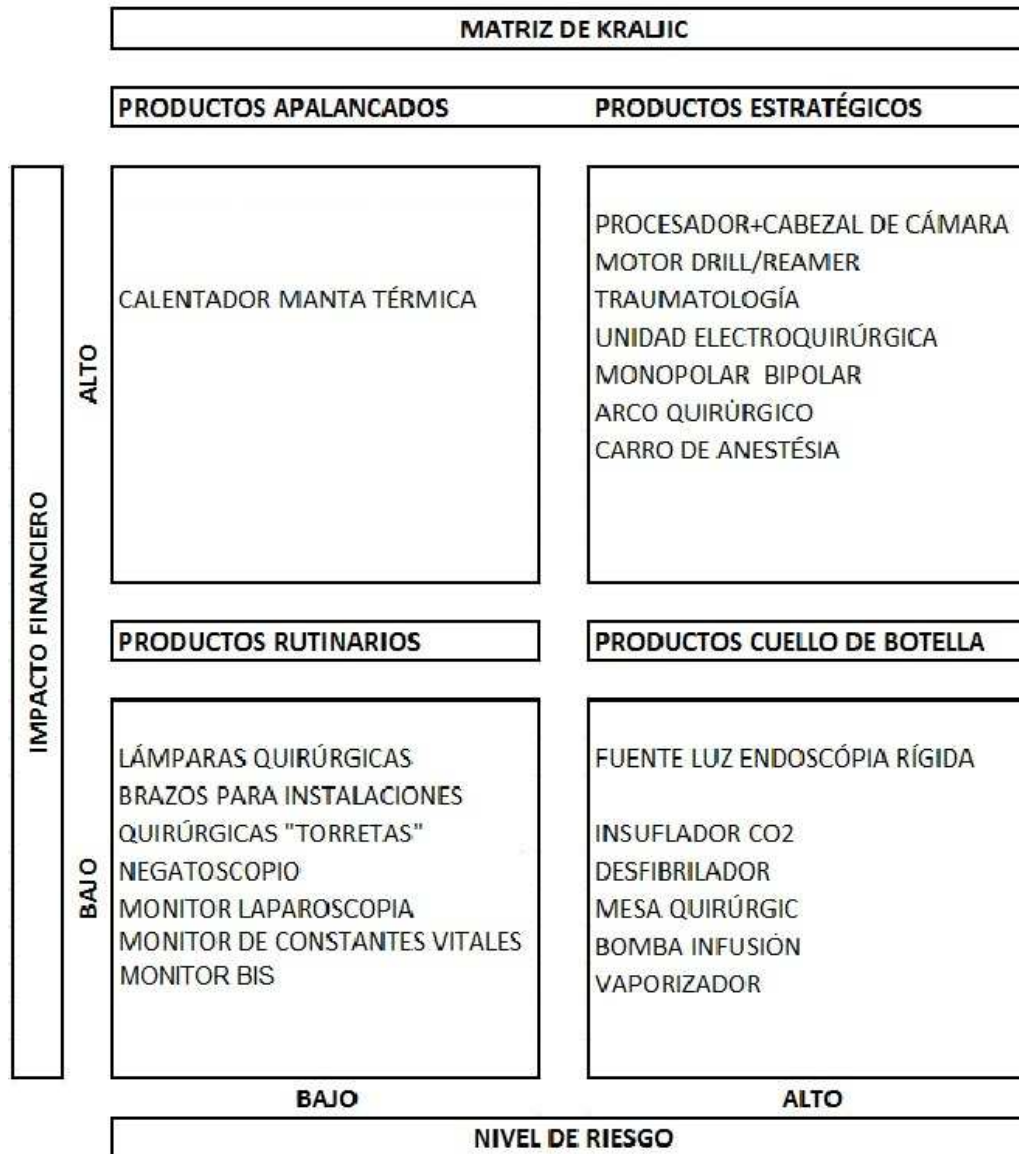


## Quirófano polivalente

### CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA



## Quirófano polivalente



GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!



[acortines@piushospital.cat](mailto:acortines@piushospital.cat)