

GRADO DE
ESPECIALIZACIÓN

EL OEE COMO CONTRIBUCION A UNA PLANTA CONCENTRADORA DE SULFUROS UTILIZANDO EL MODELO DU PONT.

PONENTE: Mg. Ing. Pablo Jesús Pasache Ingar

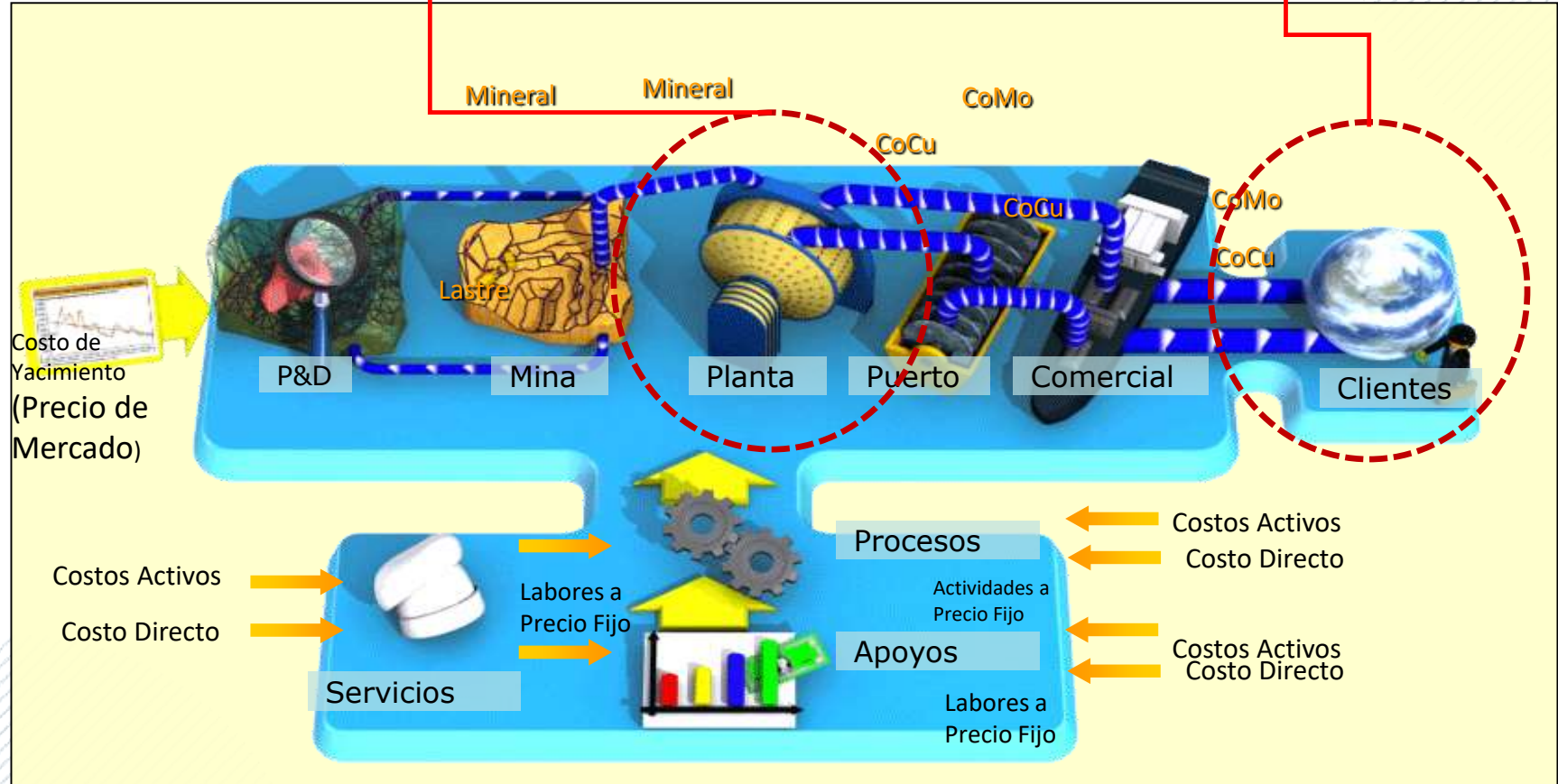
GRADO: Magister en Gestión de Activos y mantenimiento

INFORMACIÓN CORTA

INTRODUCCION – Realidad Problemática

1.- Variable Producción

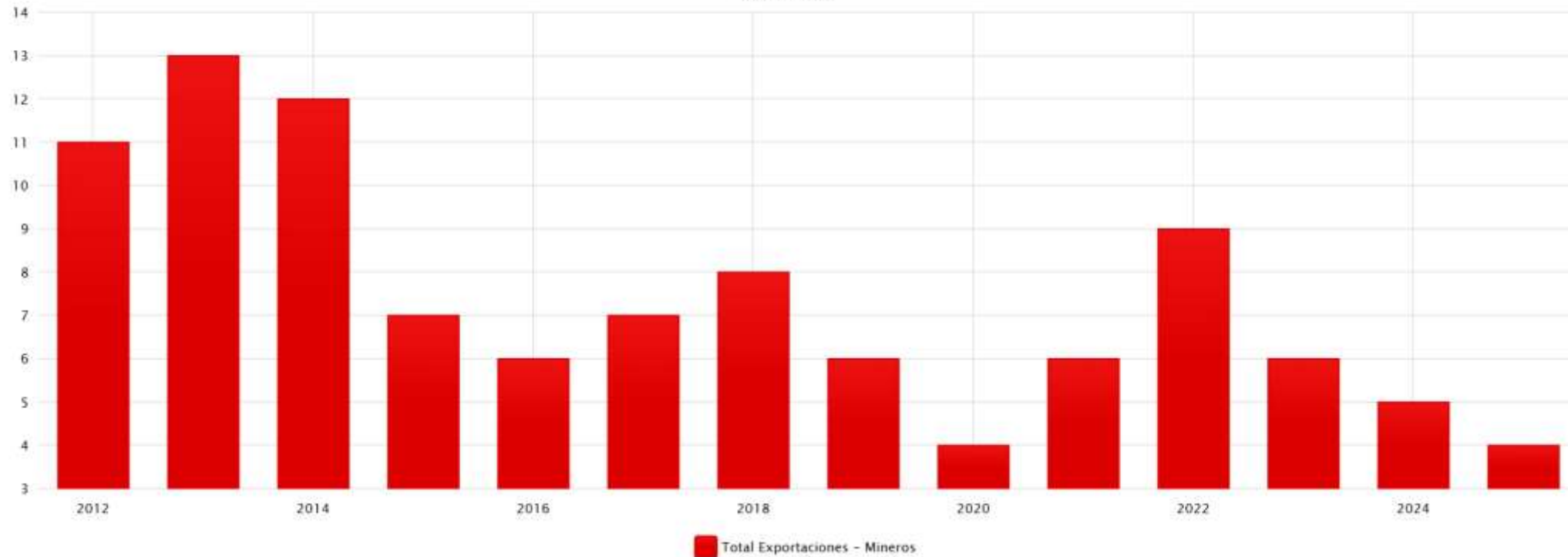
2.- Variable Precio del Mercado





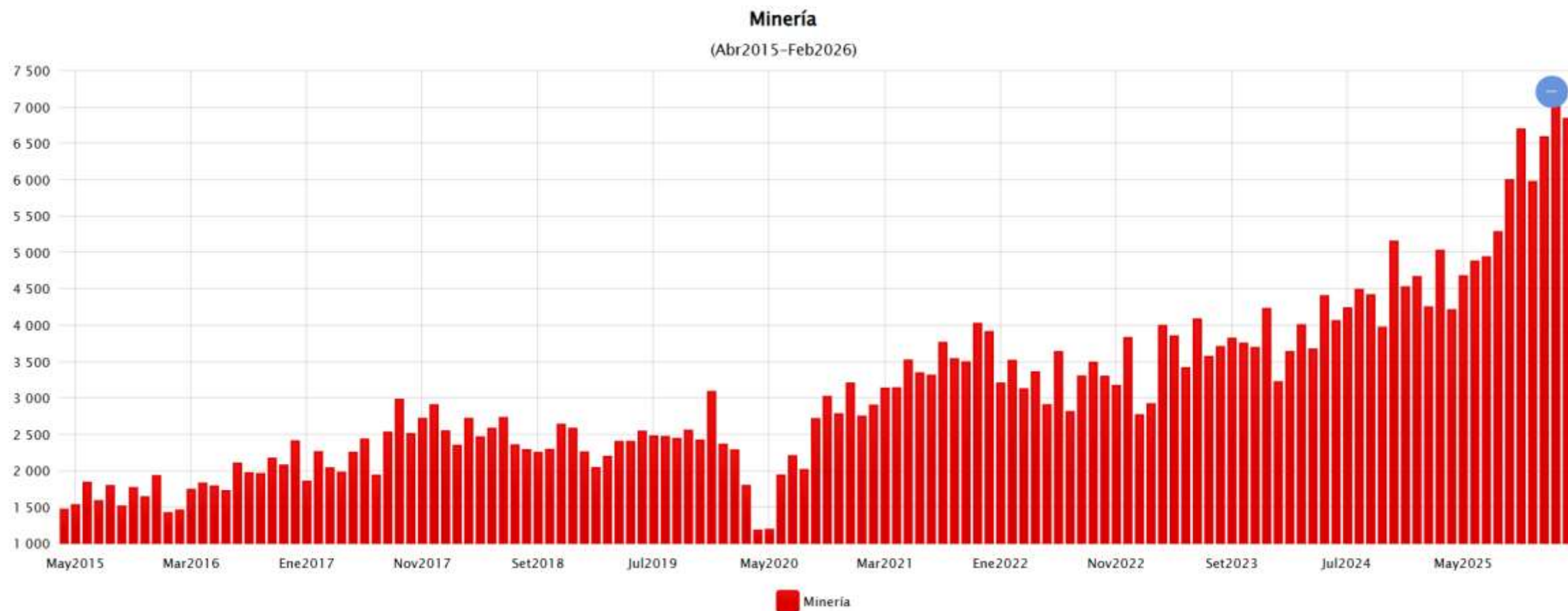
1.- Variable Producción

Total Exportaciones – Mineros
(2012-2025)



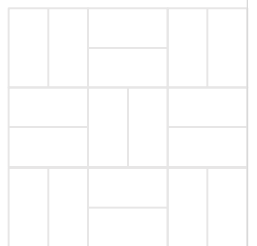
INTRODUCCION – Realidad Problemática

1.- Variable Producción



INTRODUCCION – Realidad Problemática

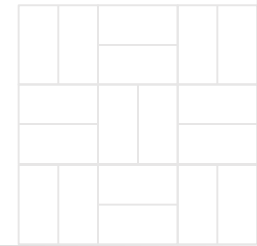
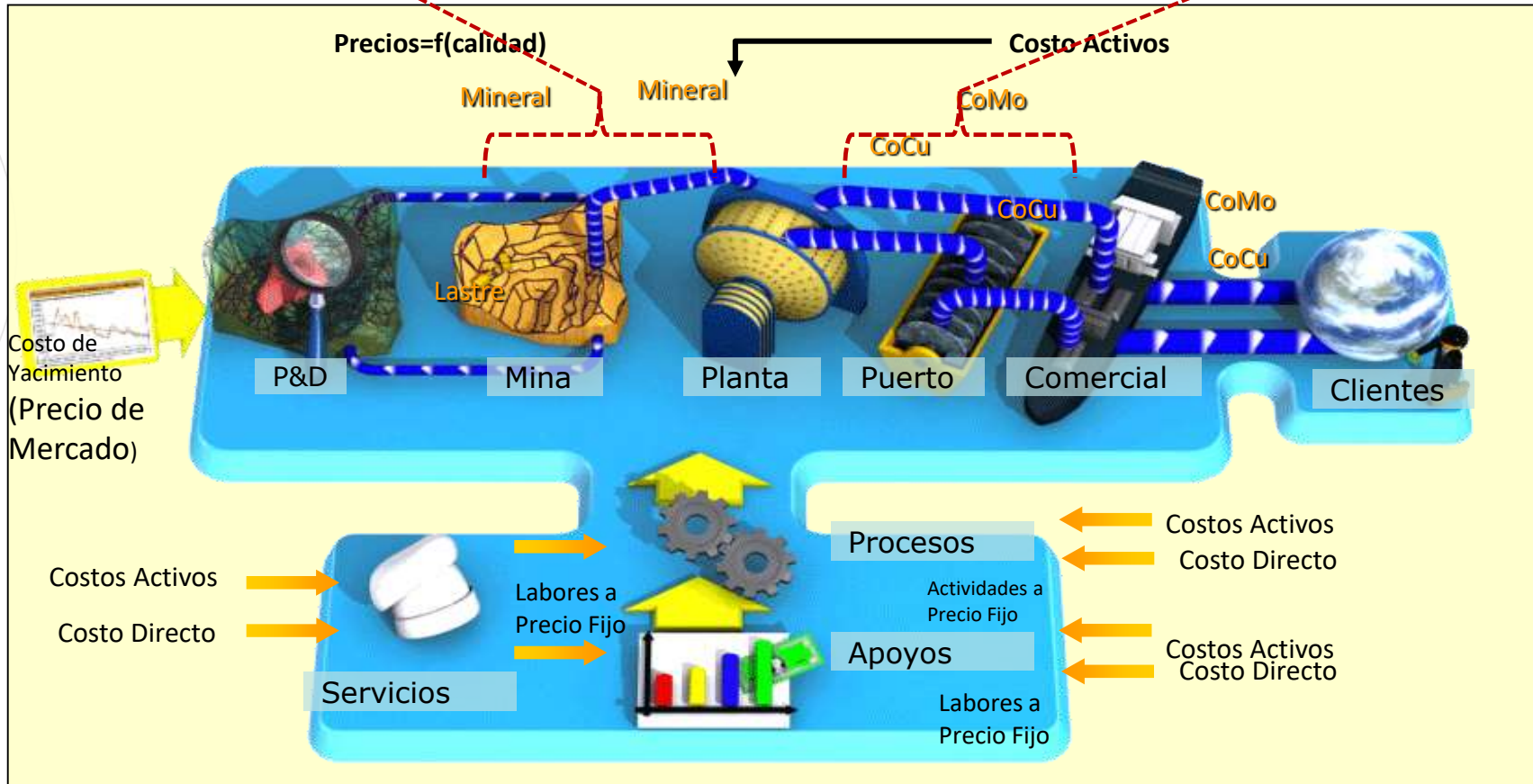
2.- Variable Precio del Mercado



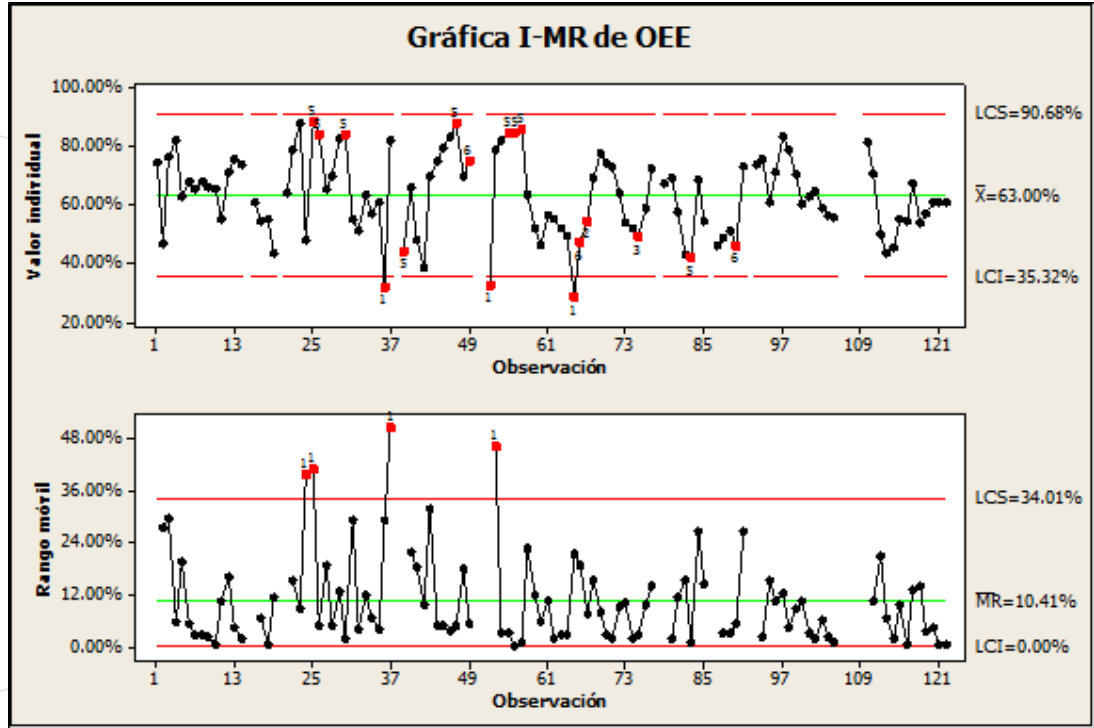
JUSTIFICACION

1.- Indicadores básicos Operativos:
Disponibilidad, Recuperación

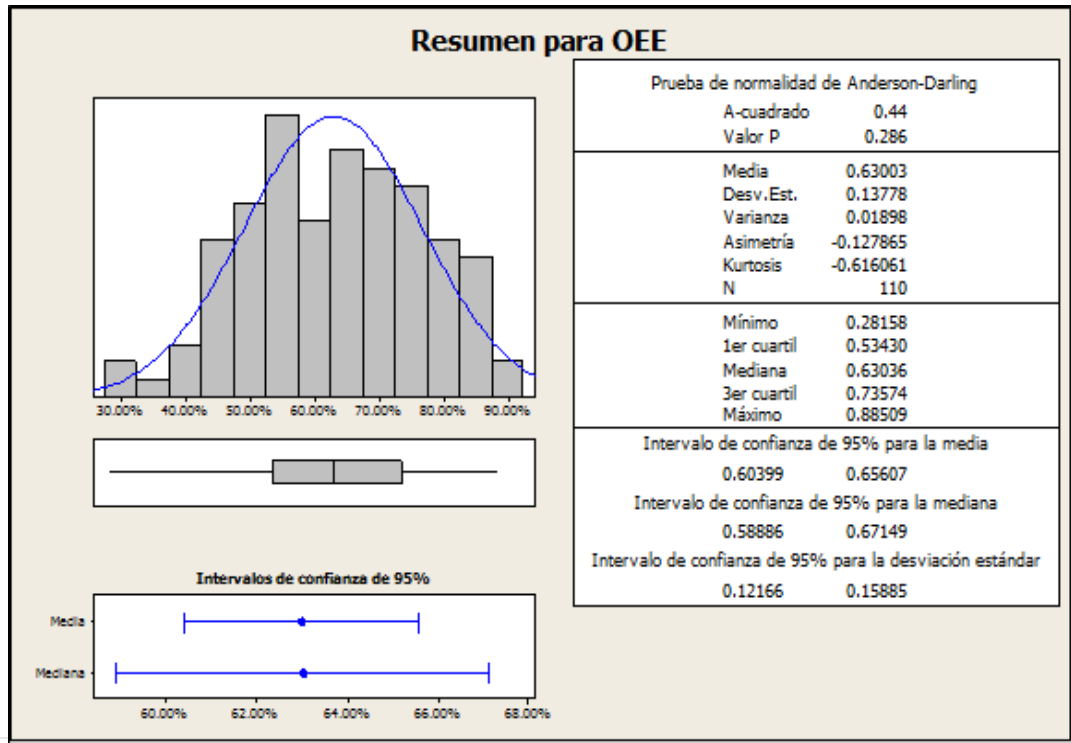
2.- Indicadores básicos Operativos relacionados al negocio: Costo / U.P



JUSTIFICACION



Simulación de OEE con datos reales de Disponibilidad y Calidad, asumiendo el Rendimiento de la planta.



JUSTIFICACION

OEE	Prod. Procesada TM / Y	Beta TM / Y	Recuéracion TM / Y	Prod. Actual TM / Y	Valor Unit US\$ / ton	Facturación MMUS\$ / Y	Costos Fijos MMUS\$ / Y	Utilidades MMUS\$ / Y	Costo de oportunidad MMUS\$ / Y
85%	56940000	273312.0	256913.3	218376.3	7315	1597.42	0.12	1597.30	0.00
84%	56940000	273312.0	256913.3	215807.2	7315	1578.63	0.12	1578.51	18.79
83%	56940000	273312.0	256913.3	213238.0	7315	1559.84	0.12	1559.72	37.59
82%	56940000	273312.0	256913.3	210668.9	7315	1541.04	0.12	1540.92	56.38
81%	56940000	273312.0	256913.3	208099.8	7315	1522.25	0.12	1522.13	75.17
80%	56940000	273312.0	256913.3	205530.6	7315	1503.46	0.12	1503.34	93.97
79%	56940000	273312.0	256913.3	202961.5	7315	1484.66	0.12	1484.54	112.76
78%	56940000	273312.0	256913.3	200392.4	7315	1465.87	0.12	1465.75	131.55
77%	56940000	273312.0	256913.3	197823.2	7315	1447.08	0.12	1446.96	150.35
76%	56940000	273312.0	256913.3	195254.1	7315	1428.28	0.12	1428.16	169.14
75%	56940000	273312.0	256913.3	192685.0	7315	1409.49	0.12	1409.37	187.93
74%	56940000	273312.0	256913.3	190115.8	7315	1390.70	0.12	1390.58	206.73
73%	56940000	273312.0	256913.3	187546.7	7315	1371.90	0.12	1371.78	225.52
72%	56940000	273312.0	256913.3	184977.6	7315	1353.11	0.12	1352.99	244.31
71%	56940000	273312.0	256913.3	182408.4	7315	1334.32	0.12	1334.20	263.10
70%	56940000	273312.0	256913.3	179839.3	7315	1315.52	0.12	1315.40	281.90
69%	56940000	273312.0	256913.3	177270.2	7315	1296.73	0.12	1296.61	300.69
68%	56940000	273312.0	256913.3	174701.0	7315	1277.94	0.12	1277.82	319.48
67%	56940000	273312.0	256913.3	172131.9	7315	1259.14	0.12	1259.02	338.28
66%	56940000	273312.0	256913.3	169562.8	7315	1240.35	0.12	1240.23	357.07
65%	56940000	273312.0	256913.3	166993.6	7315	1221.56	0.12	1221.44	375.86
64%	56940000	273312.0	256913.3	164424.5	7315	1202.77	0.12	1202.65	394.66
63%	56940000	273312.0	256913.3	161855.4	7315	1183.97	0.12	1183.85	413.45
62%	56940000	273312.0	256913.3	159286.2	7315	1165.18	0.12	1165.06	432.24
61%	56940000	273312.0	256913.3	156717.1	7315	1146.39	0.12	1146.27	451.04
60%	56940000	273312.0	256913.3	154148.0	7315	1127.59	0.12	1127.47	469.83
59%	56940000	273312.0	256913.3	151578.8	7315	1108.80	0.12	1108.68	488.62

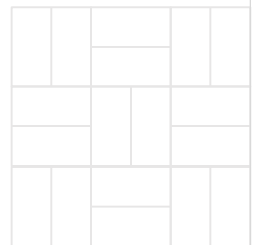
OBJETIVOS

Objetivo Principal

Integrar las variables que componen el indicador operativo OEE con el indicador financiero ROI utilizando el Sistema DU PONT, visualizar el impacto económico que generan estas variables sobre el Negocio, utilizar el sistema como herramienta dentro del proceso de mantenimiento para medir el Rendimiento de los activos sobre la inversión realizada de una Planta concentradora para Sulfuros

Objetivo Secundarios

- ✓ *Identificar las variables que afectan la Disponibilidad del proceso.*
- ✓ *Identificar las variables que afectan la Recuperación del proceso.*
- ✓ *Identificar las variables que afectan el Rendimiento del proceso.*
- ✓ *Obtener información sobre los costos asociados a la producción: directos y por unidad de producción.*

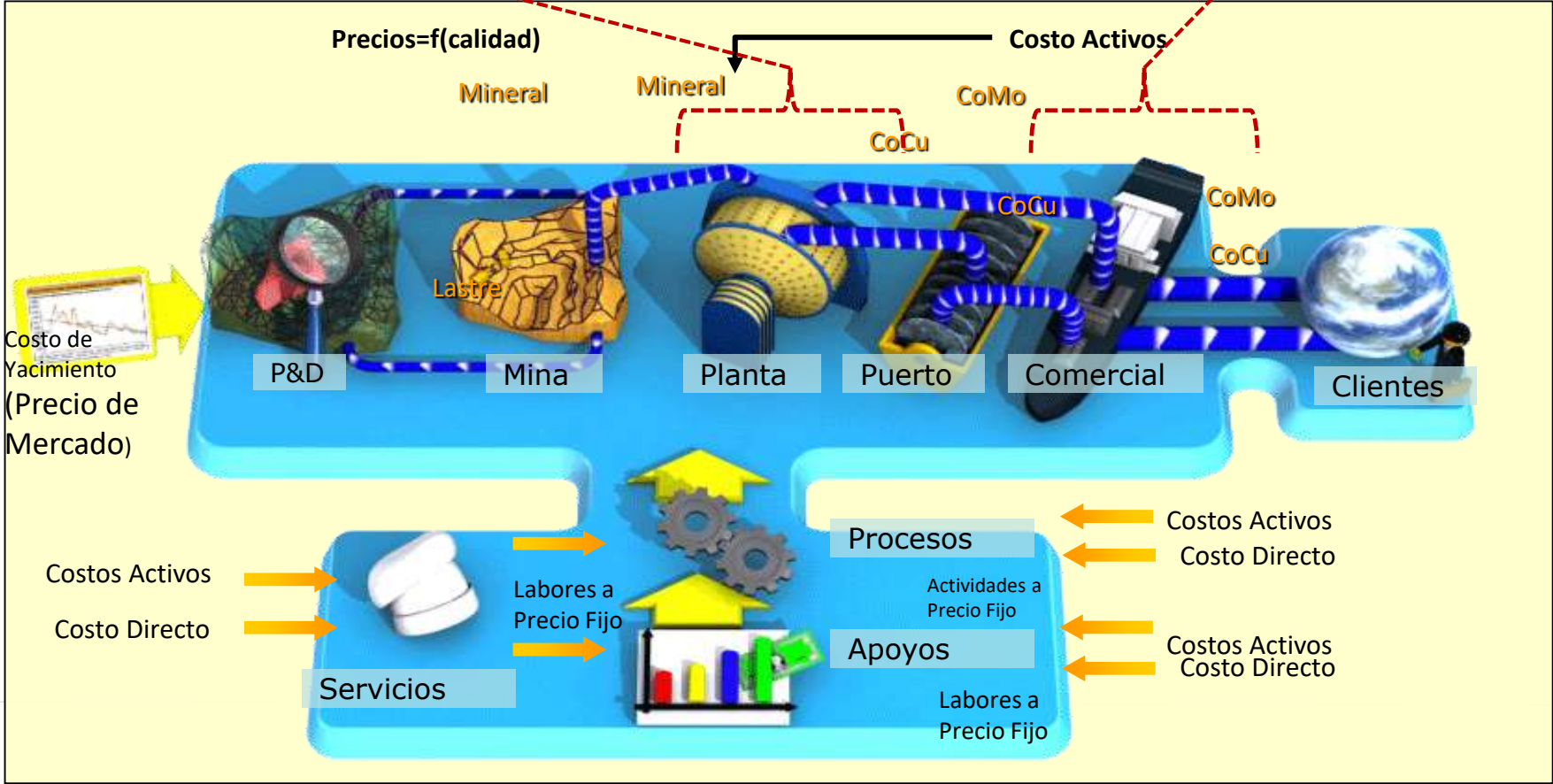


OBJETIVOS

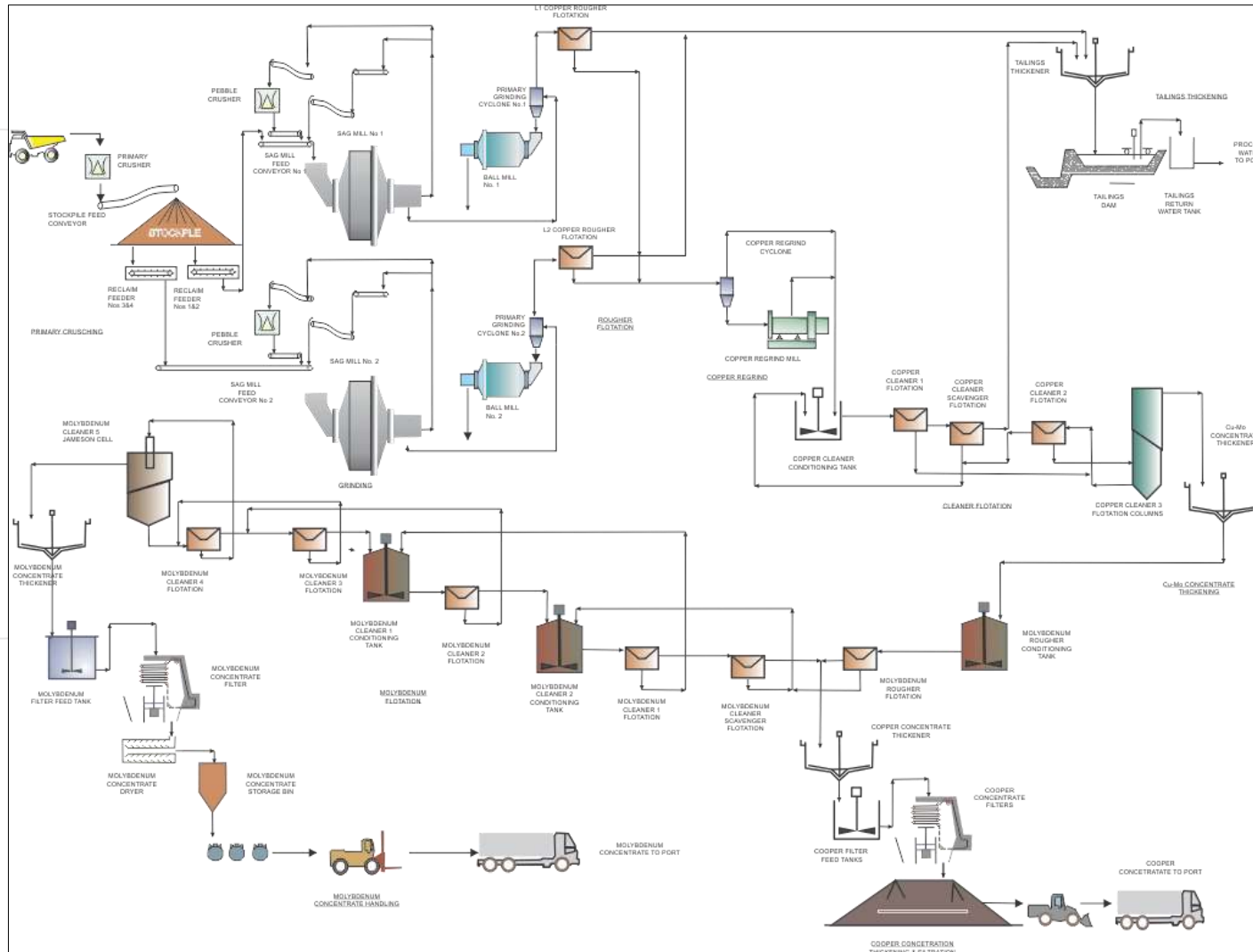
INDICADORES INTEGRADOS

$$OEE = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality factor}$$

$$ROA = \frac{\text{Resultado Operacional Neto}}{\text{Total de Activos Operacionales}}$$



MARCO TEORICO - Conceptos y Definiciones



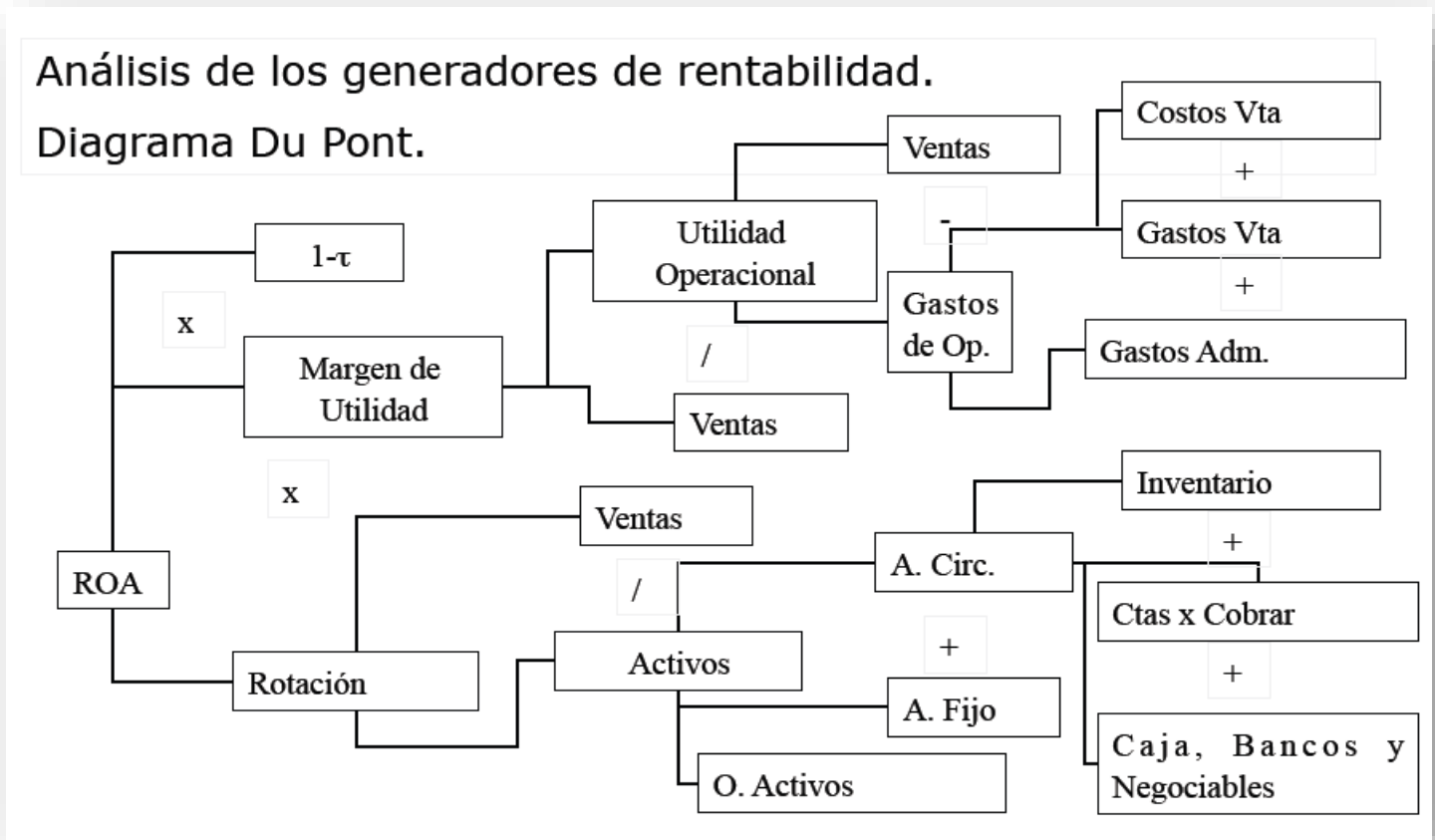
ALCANCE: PLANTA CONCENTRADORA

Planta de Chancado
 Planta de Molienda
 Planta de Flotación.
 Planta de Filtrado y Relaves.

MARCO TEORICO - Conceptos y Definiciones

El sistema DUPONT es una de las razones financieras de rentabilidad más importantes en el análisis del desempeño económico y operativo de una empresa.

Partiendo de la premisa que la rentabilidad de la empresa depende de tres factores como lo es el margen de utilidad en ventas, la rotación de los activos y del apalancamiento financiero, se puede entender que el sistema DUPONT lo que hace es identificar la forma como la empresa está obteniendo su rentabilidad, lo cual le permite identificar sus puntos fuertes o débiles.



La rentabilidad del negocio se medirá sin importar la forma de financiamiento de los activos. Esto significa que el calculo estará establecido en función del Margen de utilidad sobre las ventas y el nivel de rotación de los activos.

MARCO TEORICO - Conceptos y Definiciones

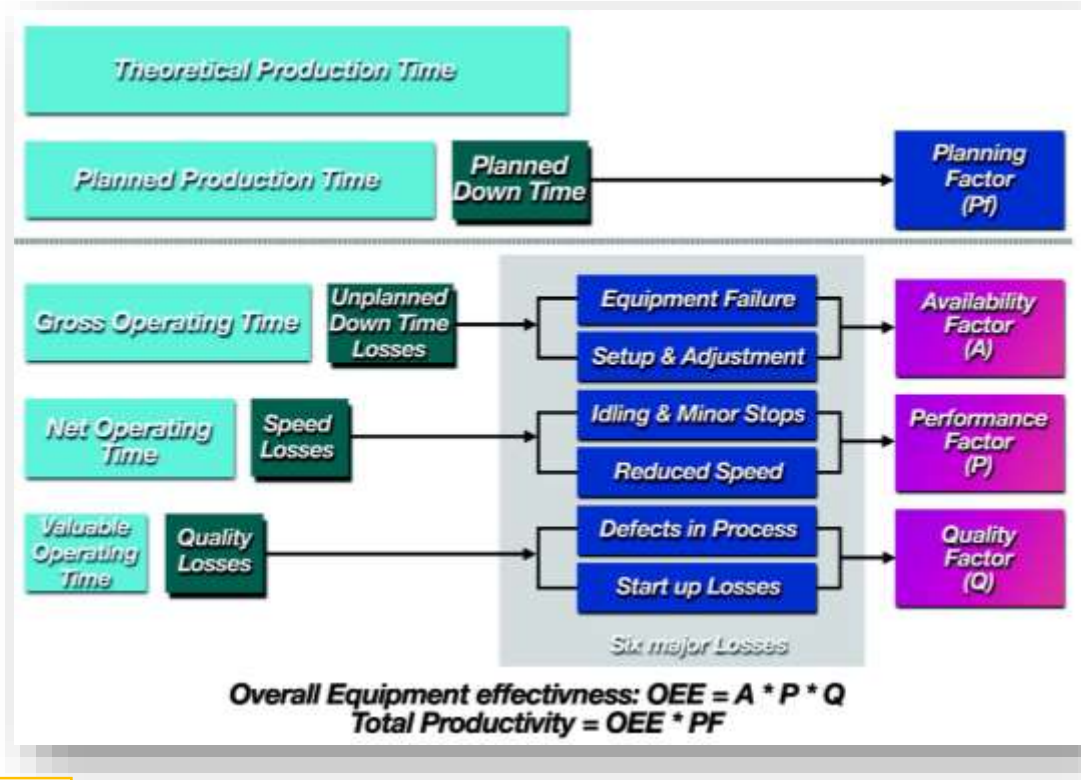
El OEE, es una jerarquía de indicadores que se centran en la eficacia con que se utiliza una operación de una planta. Los resultados se expresan en una forma genérica que permite comparar entre los diferentes departamentos, diferentes maquinas y organización de una Industria.

En esencia:

- ✓ OEE es una medida que identifica el potencial de los equipos.
- ✓ OEE identifica y hace seguimiento a las perdidas.
- ✓ OEE identifica áreas de oportunidad.

Su principal objetivo es:

- ✓ Incrementar la productividad
- ✓ Reducir los costos
- ✓ Incrementar el conocimiento de la necesidad de la productividad de la máquina.
- ✓ Incrementar el ciclo de vida de los equipos.



Los resultados de estos objetivos son para:

- ✓ Aumentar las ganancias.
- ✓ Alcanzar o mantener una ventaja competitiva
- ✓ Identificar los parámetros de los equipos.
- ✓ Reducir los gastos.

MARCO TEORICO - Conceptos y Definiciones



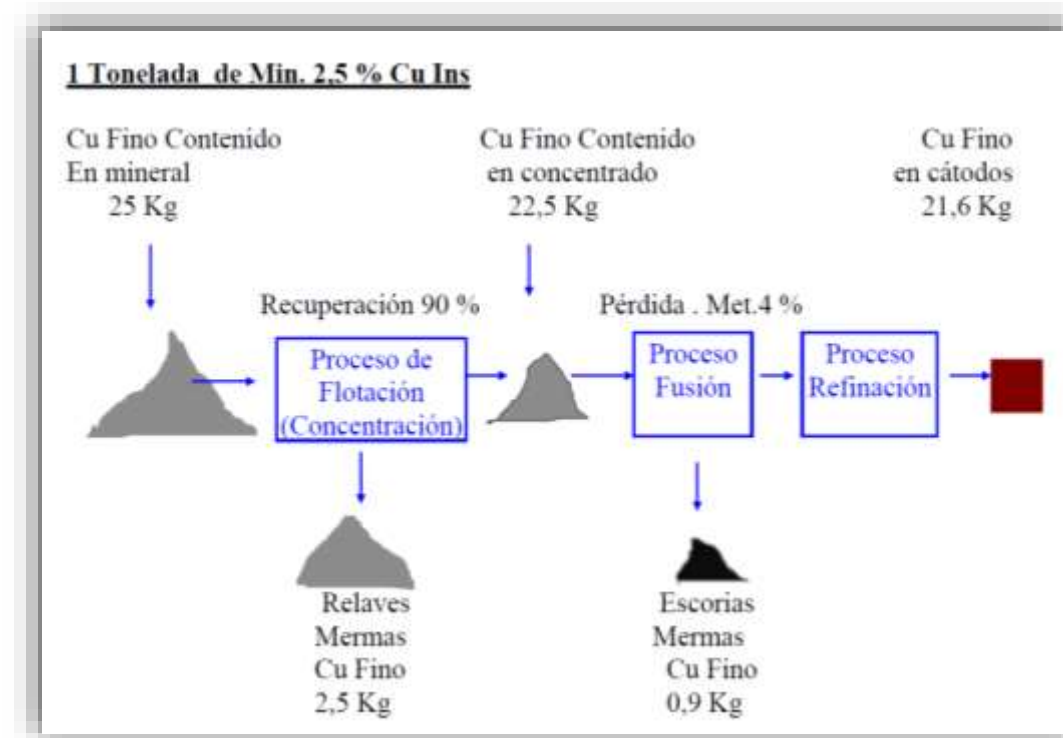
Finos Contenidos: Finos que contienen los minerales o productos mineros, en el momento de obtenerlo.

Ejemplo:

Una tonelada de mineral de 2,5% Cu presenta 25 kilos de cobre "Fino Contenido".

Una tonelada de concentrado de 20 % Cu Insoluble presenta 200 kilos de cobre "Fino Contenido".

Finos Pagables: Con el objeto de poder comercializar a precios internacionales, es necesario procesarlos y extraer los finos que contienen. Considerando que los procesos generan pérdidas, existirán, en consecuencias, mermas de finos según se avance en las etapas a que se someta el producto. Los finos que se obtengan al final de la cadena de valor son denominado "Finos Pagables" y corresponden a metales refinados comparables a lo transado en el mercado.



Finos Pagables = Finos contenidos en Mineral x Rec. Lixiviación

Ejemplo: 1 ton de 2,5 % Cu Soluble, contiene 25 kg de finos y 18,75 kilos de finos pagables. para una recuperaciones de 75%.

Finos Pagables = $25 \text{ kg} \times 0.75 = 18,75 \text{ kg pagables}$



DESARROLLO – Componentes del OEE

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tpo programado} - \text{tpo de paradas imprevistas} - \text{Tpo paradas previstas}}{\text{Tiempo programado.}}$$

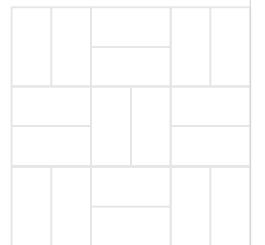
Tiempo Calendario	: 365 días / año
Disponibilidad de diseño Chancado	: 75%
Disponibilidad de diseño Concentradora	: 93%

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Toneladas producidas procesadas}}{\text{Toneladas programadas para producir}}$$

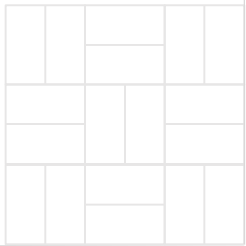
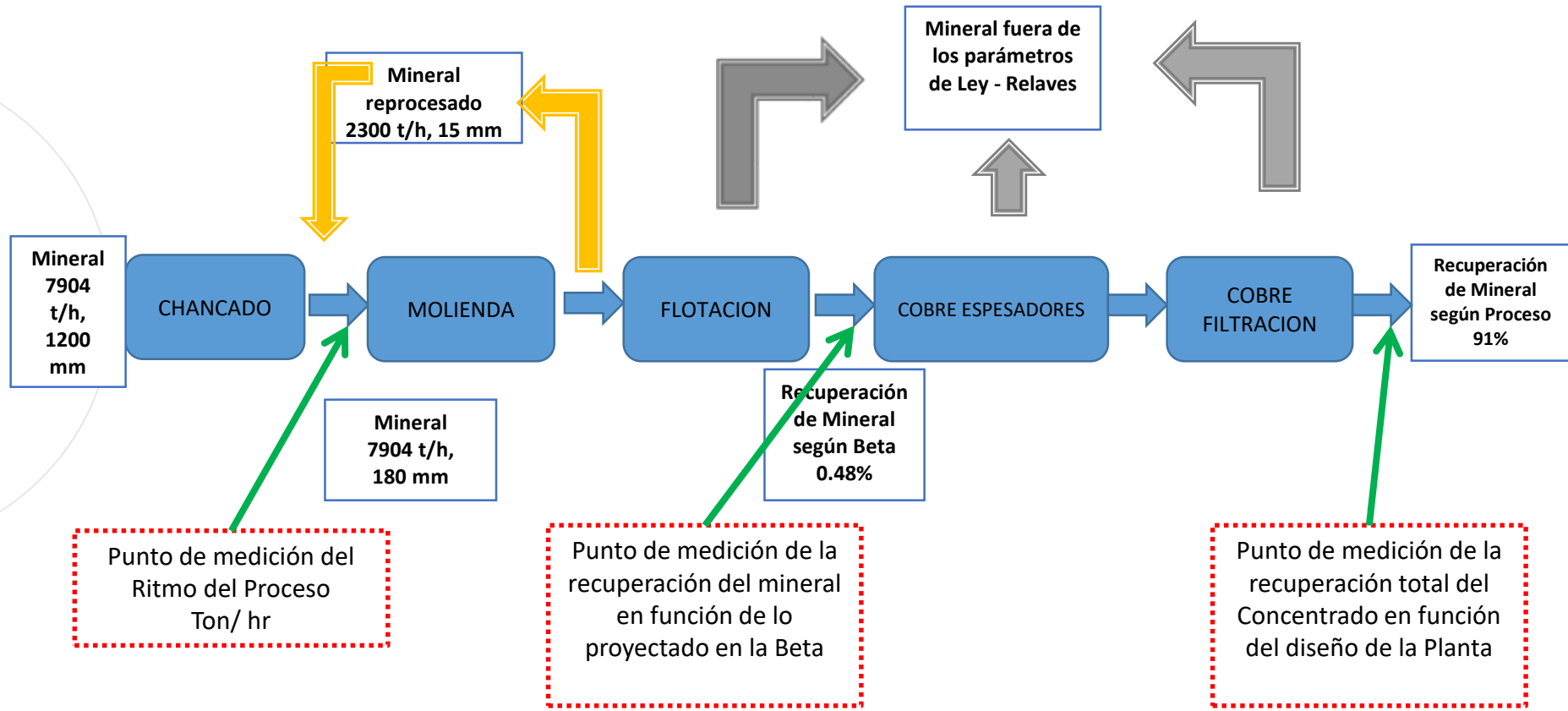
Producción: Capacidad nominal	: 117200 t/d
Capacidad de diseño	: 146500 t/d

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Recuperación de mineral real}}{\text{Recuperación de mineral programado}}$$

Recuperación de cobre	: 87% de la Beta.
Beta = 0.48% de Ton de mineral procesado	



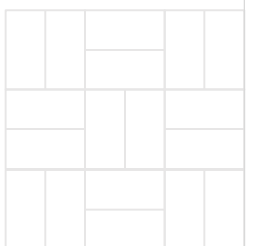
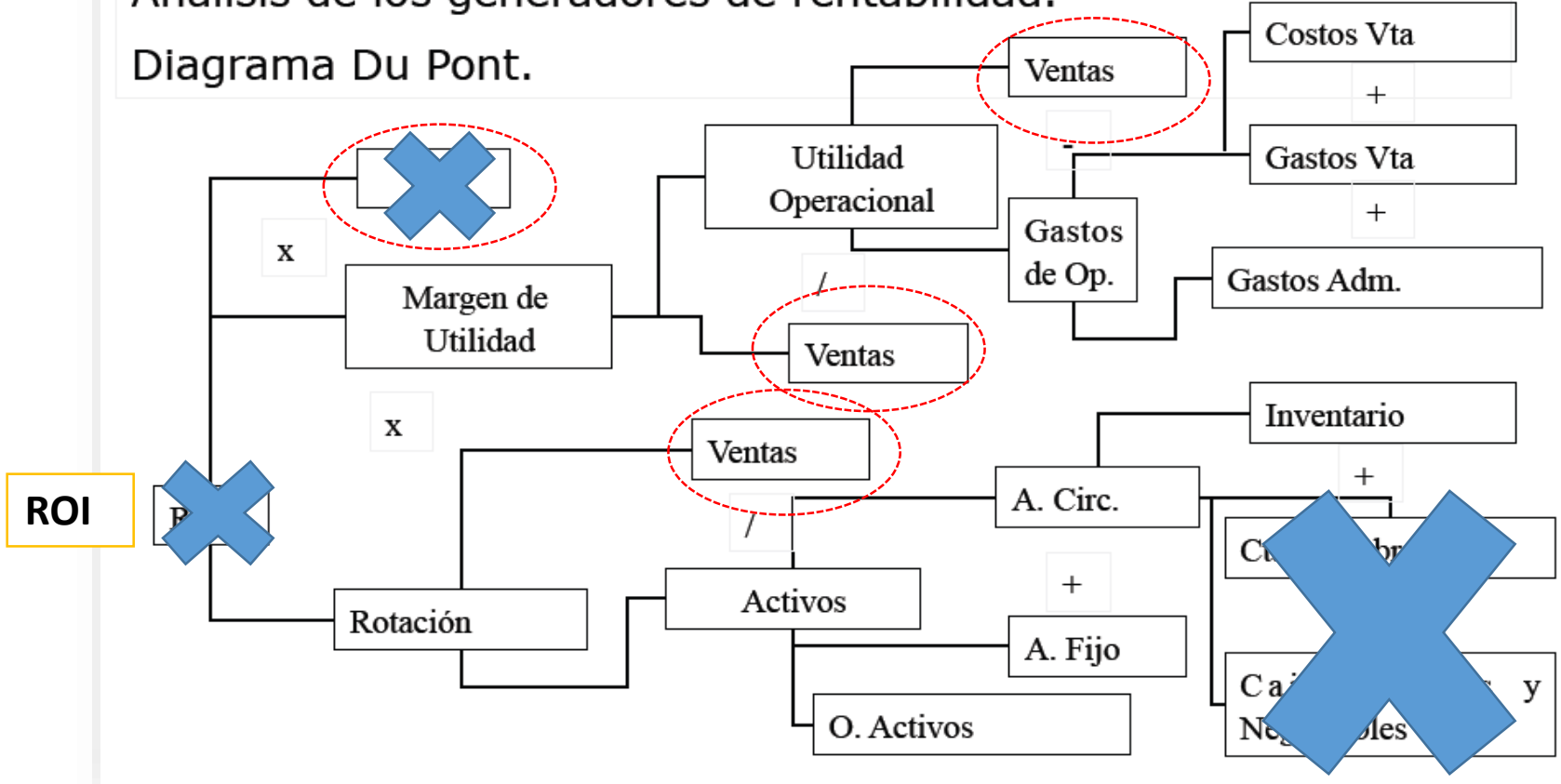
DESARROLLO – Identificación de variables



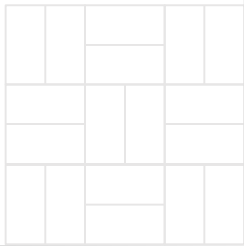
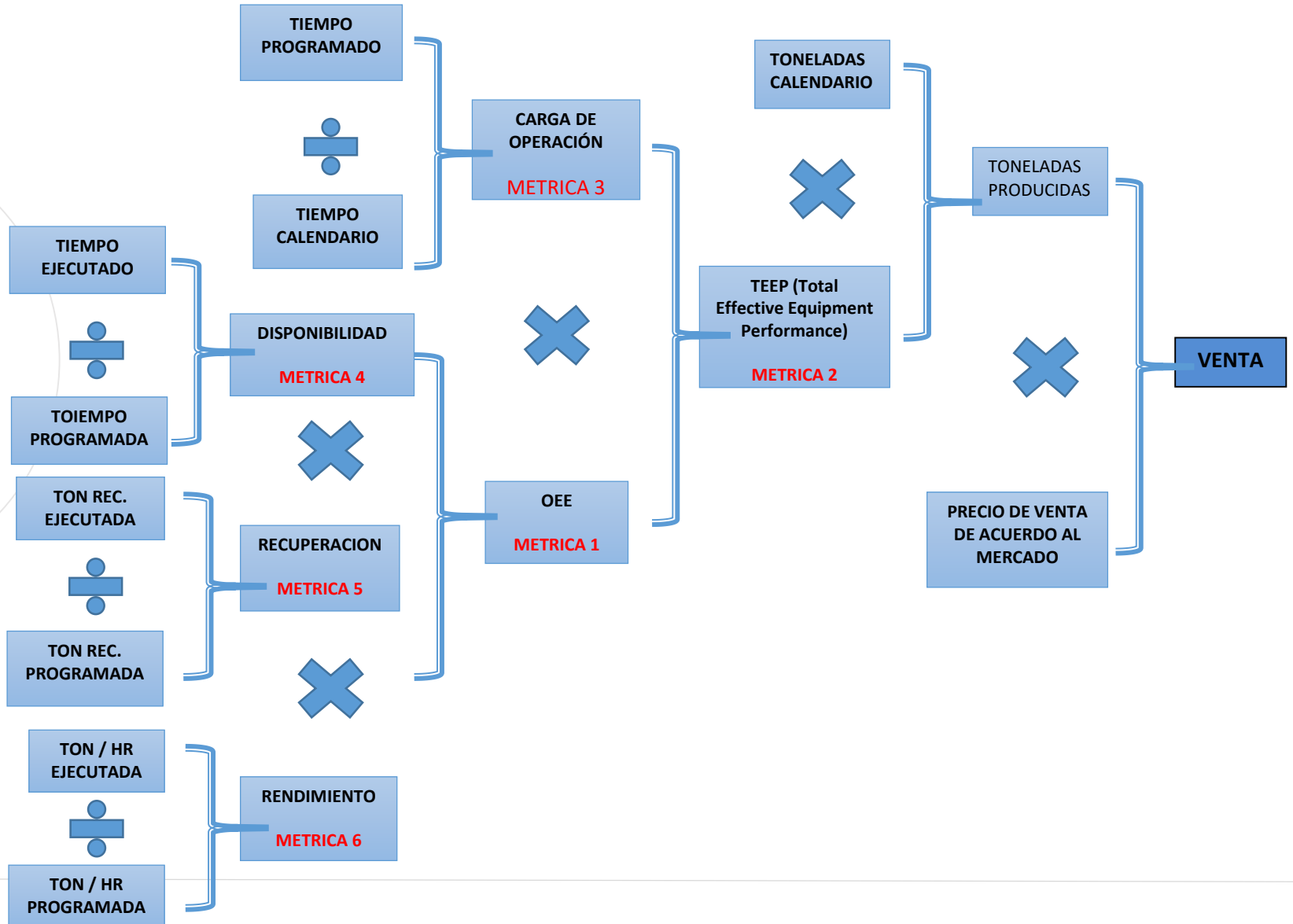
DESARROLLO – Identificación de variables



Análisis de los generadores de rentabilidad.
Diagrama Du Pont.



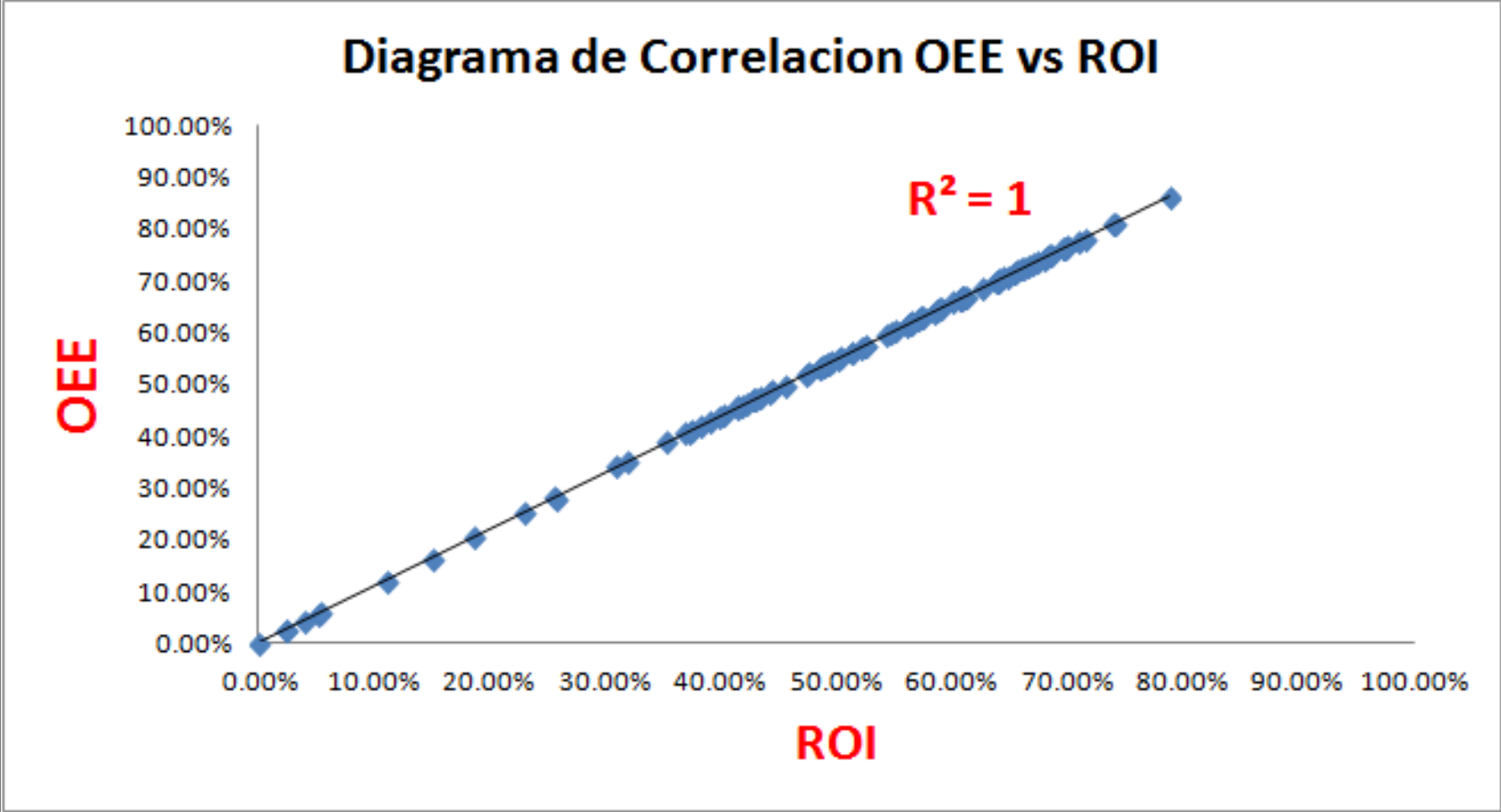
DESARROLLO – Identificación de variables



DESARROLLO - Calculo ROI en base de datos



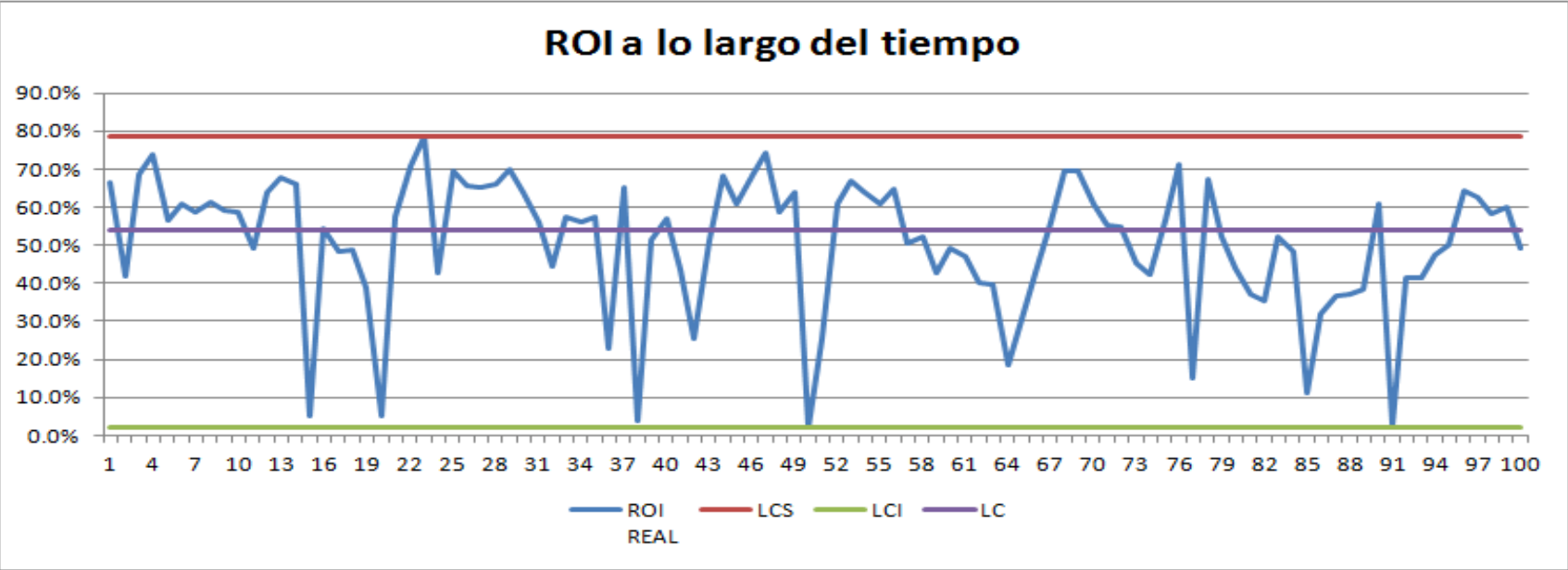
RENDIMIENTO			DISPONIBILIDAD			RECUPERACION														
Ton/hr prog	Ton/hr ejec	REND.	Tiempo prog	Tiempo ejec	DISP.	REC TEO	REC REAL	REC	OEE	TON PAGABLES	PRECIO DE VENTA US\$/TON	VENTA US\$	COSTOS Y GASTOS 51.00 US\$/TON	UTILIDAD	MARGEN	ACTIVOS	ROTACION DE ACTIVOS	ROI REAL		
5500	4.489	81.6%															0.671	66.49%		
5500	4.557	82.9%															0.422	41.79%		
5500	4.625	84.1%															69.16%	68.53%		
5500	4.796	87.2%															74.48%	73.85%		
5500	4.732	86.0%															56.90%	56.36%		
5500	4.669	84.9%															61.50%	60.86%		
5500	4.067	73.9%															59.27%	58.66%		
5500	4.185	76.1%															61.76%	61.12%		
5500	4.225	76.8%															59.65%	59.03%		
5500	3.919	71.3%															59.22%	58.59%		
5500	4.061	73.8%															49.84%	49.30%		
5500	4.378	79.6%															64.44%	63.80%		
5500	4.622	84.0%															68.44%	67.83%		
5500	4.570	83.1%															66.66%	66.02%		
5500	4.297	78.1%															5.19%	5.14%		
5500	4.107	74.7%															54.88%	54.32%		
5500	3.669	66.7%															49.11%	48.47%		
5500	3.570	64.9%															49.56%	48.92%		
5500	3.935	71.5%															39.32%	38.89%		
5500	2.922	53.1%															5.39%	5.31%		
5500	3.826	69.6%															57.88%	57.24%		
5500	4.864	88.4%															71.61%	70.96%		
5500	5.205	94.6%															79.41%	78.76%		
5500	3.008	54.7%															43.46%	42.83%		
5500	4.720	85.8%															70.36%	69.72%		
5500	5.187	94.3%															66.21%	65.58%		
5500	4.660	84.7%															66.04%	65.41%		
5500	4.381	79.7%															66.69%	66.04%		
5500	5.003	91.0%															70.59%	69.96%		
5500	5.504	100.1%															64.55%	63.93%		
5500	4.278	77.8%															56.65%	56.03%		
5500	4.157	75.6%															44.87%	44.34%		
5500	4.487	81.6%															57.92%	57.30%		
5500	3.846	69.9%															56.93%	56.29%		
5500	3.832	69.7%															57.95%	57.33%		
5500	3.707	67.4%															23.19%	22.87%		
5500	4.379	79.6%															65.90%	65.29%		
5500	5.035	91.6%															3.97%	3.94%		
5500	4.643	84.4%															51.73%	51.28%		
5500	4.248	77.2%															57.60%	57.06%		
5500	5.187	94.3%	24	12.51	52.1%	0.94	0.91	96%	47.41%	2607.7	7.269.00	18.955.301.7	146.178.58	18.809.123.2	99.2%	43.333.333.33	43.74%	43.41%		
5500	2.346	42.7%	24	21.71	90.5%	0.94	0.69	73%	28.36%	1559.8	7.269.00	11.337.880.1	28.36%	11.084.086.5	97.8%	43.333.333.33	26.16%	25.58%		
5500	4.117	74.9%	24	20.70	86.2%	0.94	0.82	87%	56.20%	3090.9	7.269.00	22.467.440.1	241.913.25	22.225.526.8	98.9%	43.333.333.33	51.85%	51.29%		
5500	4.489	81.6%	24	22.21	92.6%	0.94	0.93	99%	74.51%	4098.0	7.269.00	29.788.242.7	259.612.51	29.528.630.2	99.1%	43.333.333.33	68.74%	68.14%		
5500	4.057	73.8%	24	23.62	98.4%	0.94	0.86	92%	66.61%	3663.4	7.269.00	26.629.392.0	276.022.25	26.353.369.8	99.0%	43.333.333.33	61.45%	60.82%		



DESARROLLO – Identificando los KPI's



ROI DE DISEÑO										
DISP	OEE	TON PAGABLE	PRECIO DE	VENTA US\$	COSTOS Y GASTOS	UTILIDAD	MARGEN	ACTIVOS	ROTACION DE ACTIVOS	ROI
0.93	85%	4675	7269	33,982,575.00	252850.3	33,729,724.67	99.26%	43,333,333.33	78.42%	77.84%



LCS	LCI	LC
▲ 78.8%	▲ 2.29%	▲ 53.8%

Como se comento anteriormente cuanto Mayor sea el ROI, significa que estamos utilizando más eficientemente nuestros activos, por lo que el objetivo no será disminuir la variabilidad, será acercar los puntos al objetivo de diseño: 78.8%.



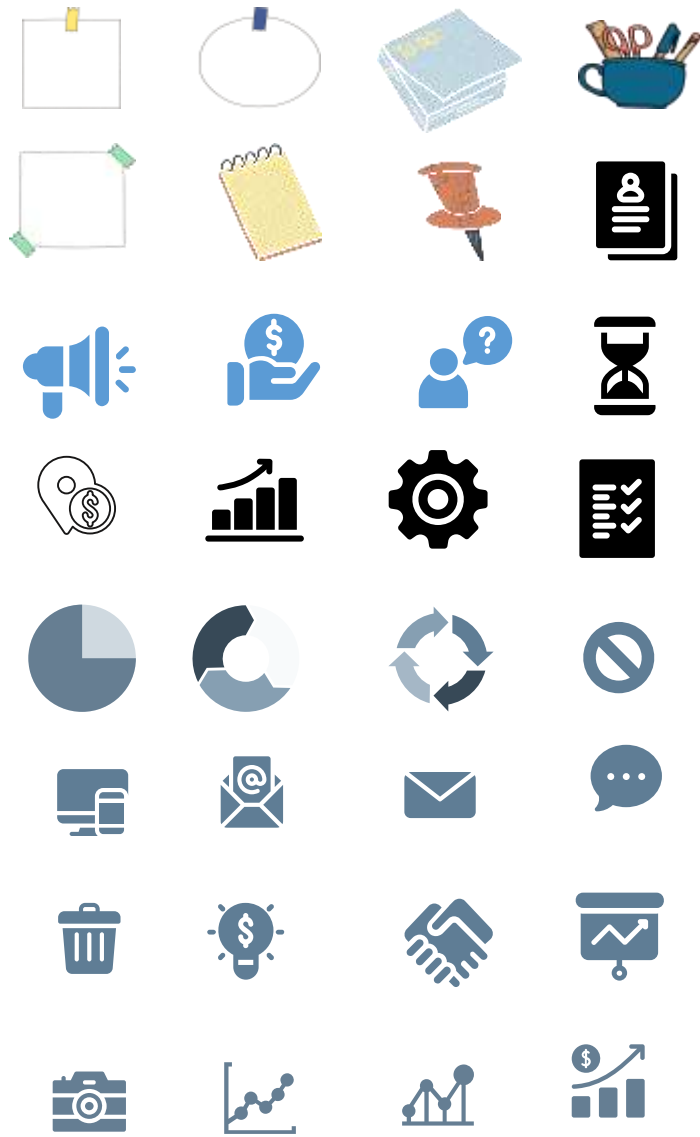
CONCLUSIONES

1. *Se ha podido verificar que el uso eficiente de los activos tiene un impacto relevante en el Retorno de Inversión de una empresa minera, independiente de cuál ha sido la fuente de financiamiento. Los datos analizados muestran una alta Correlación de 1 entre el OEE y el ROI, esto quiere decir que a medida que se usa eficientemente los activos la empresa incrementa de la misma forma en el retorno de la inversión.*
2. *Con el uso del Sistema DU PONT como herramienta que mide el impacto financiero, se pudo comprobar que usando eficientemente los activos en un 85%, podremos tener un retorno de la inversión en un 78.42% al año.*
3. *El Negocio de una empresa minera no solo está relacionado por la capacidad de producción de la planta, tiene influencia importante el nivel de recuperación que se puede obtener dentro de los procesos, a esto le podemos llamar uso eficiente global de los activos.*
4. *Mediante el uso de esta herramienta se puede identificar oportunidades de mejora asociados a modos de falla, que nos permitan maximizar los beneficios del negocio.*
5. *El Sistema asociado OEE – DU PONT puede implementarse como herramienta de medición de impacto financiero en una Planta Concentradora de Sulfuros.*
6. *Optimizando los costos nos permitirá incrementar el Retorno de Inversión a medida que la reducción tenga un impacto en la maximización de los beneficios.*

RECOMENDACIONES

1. *En el diagrama, los cálculos para las variables de Activos Circulantes y No circulantes deben de ser suministrados por el área contable – financiera.*
2. *El Análisis se ha elaborado para una planta Concentradora típica: dos Molinos de Bolas y un Molino SAG, la configuración del sistema de cálculo puede variar de acuerdo a la configuración física de la planta, por lo que será necesario hacer un Análisis de Criticidad por cada variable: Disponibilidad, Recuperación, y Ritmo. Así mismo se modificaría los puntos de medición de las variables.*
3. *Elaborar un Análisis de Criticidad asociando e identificando modos de falla a cada variable: Disponibilidad, Recuperación, Ritmo.*
4. *Utilizar herramientas como el RCM, o FMECA, para poder identificar las probables causas que originan la variabilidad en el proceso, haciendo esto que el Retorno de la Inversión se menor.*

GRACIAS



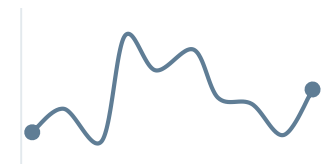
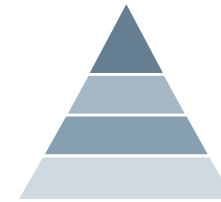
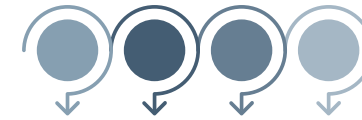
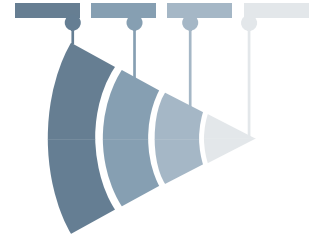
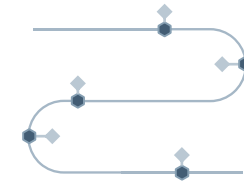
 **Unidad de Posgrado
Facultad de Ingeniería
Industrial y de Sistemas**



 **Universidad
Nacional del Callao**
Ciencia y Tecnología del Tercer Milenio
Universidad Licenciada, Resolución N° 171-2019-SUNEDU/CD



Dr. Juan
VALDIVIA



**Escuela de
Posgrado**