

## 12. Mapeo Lean y Eficiencia Energética de Procesos

## 12. Lean Mapping and Process Energy Efficiency

Joaquín Fuentes-Pila  
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

Technical University of Madrid





# Estructura del webinar

## Webinar structure

- 1. ¿Qué es Lean? / Los ocho desperdicios Lean
  - 2. Mapeo del flujo de valor
  - 3. Componentes de un mapa de flujo de valor
  - 4. Calculando las métricas Lean
  - 5. Relación entre la eficiencia operacional y la eficiencia energética
  - 6. Estimando el impacto de las mejoras en la eficiencia operacional en la eficiencia energética
  - 7. Conclusiones
- 1. What is Lean? / The eight Lean wastes
  - 2. Value Stream Mapping (VSM)
  - 3. VSM components
  - 4. Calculating the Lean metrics
  - 5. The link between operational efficiency and energy efficiency
  - 6. Estimating the impact of operational efficiency improvements on energy efficiency
  - 7. Conclusions





# 1. ¿Qué es Lean? / Los ocho desperdicios Lean

## 1. What is Lean? / The eight Lean wastes



1. Specify value from the perspective of the customer
2. Identify the value stream
3. Make the value creating steps flow
4. At the pull of the customer
5. Strive for perfection



# 1. ¿Qué es Lean? / Los ocho desperdicios Lean

## 1. What is Lean? / The eight Lean wastes

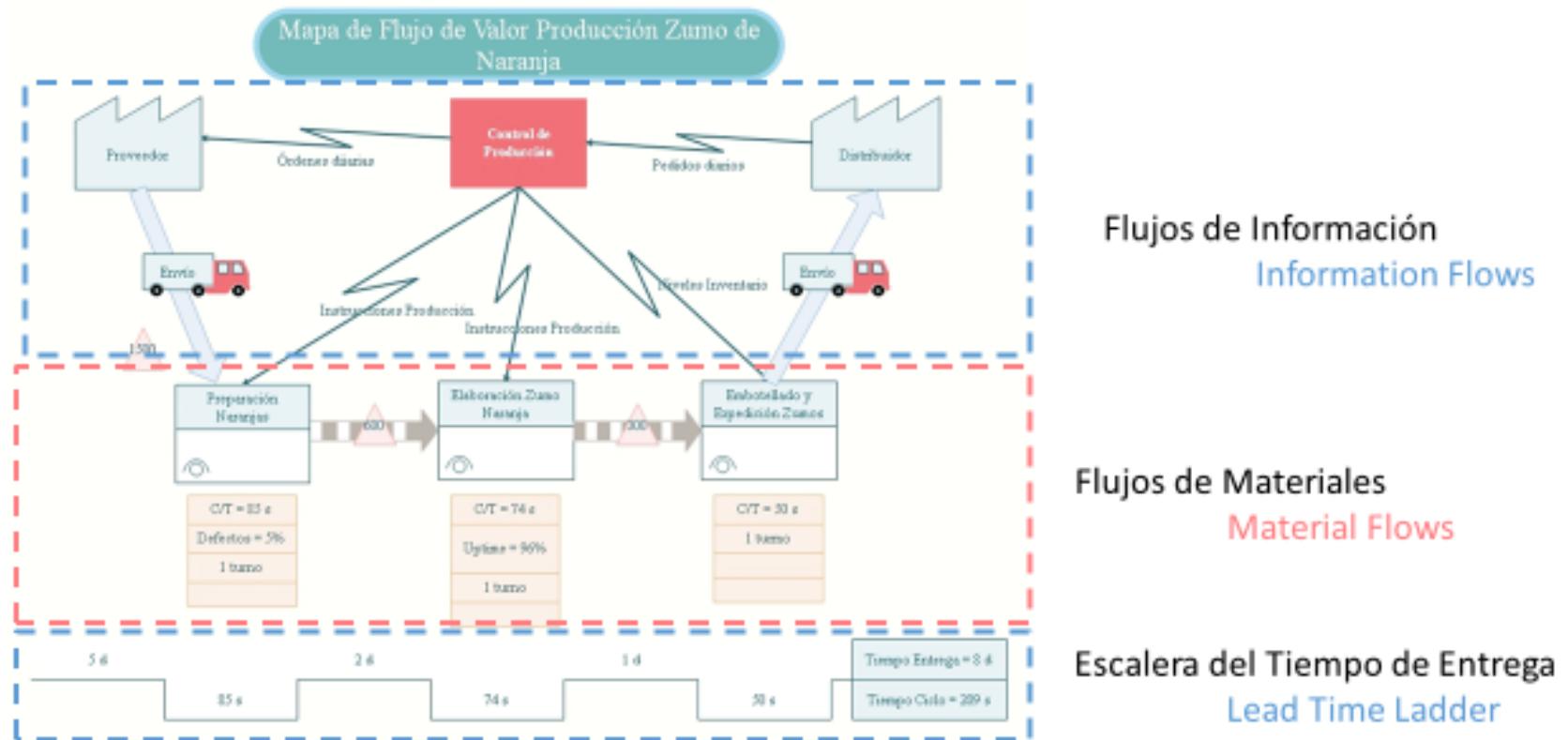


1. Overproduction
2. Defects
3. Unnecessary inventory
4. Inappropriate processing
5. Excessive transportation
6. Waiting
7. Unnecessary motion
8. Lost people potential



## 2. Mapeo del Flujo de Valor

### 2. Value Stream Mapping





## 2. Mapeo del Flujo de Valor

## 2. Value Stream Mapping



1. Proveedor o Cliente

1. Supplier or Customer



2. Proceso

2. Process



3. Inventario

3. Inventory



4. Flujo de información electrónica

4. Electronic information flow



5. Flecha de envío

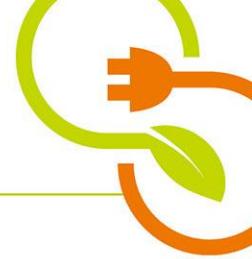
5. Shipment arrow



6. Flecha push

6. Push arrow





### 3. Las Métricas Lean

#### 3. Lean Metrics

1. Capacidad Efectiva

2. Capacidad Máxima

i) Rendimiento

ii) Desempeño

iii) Paradas no programadas

iv) Mantenimiento preventivo

v) Limpieza y desinfección

vi) Cambio de configuración

1. Effective Capacity

2. Maximum Capacity

i) Yield

ii) Performance

iii) Unscheduled downtime

iv) Preventive maintenance

v) Cleaning and disinfection

vi) Changeover





### 3. Las Métricas Lean

#### 3. Lean Metrics

3. Tiempo de Ciclo

3. Cycle Time (C/T)

4. Tiempo de Cambio de  
Configuración

4. Changeover (C/O)

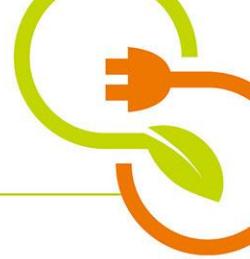
#### 5. Eficiencia General de los Equipos

5. Overall Equipment  
Effectiveness (OEE)

➤ OEE = Disponibilidad x  
Desempeño x Calidad

➤ OEE = Availability x  
Performance x Quality





### 3. Las Métricas Lean

#### 3. Lean Metrics

➤ **OEE** = Disponibilidad x Desempeño x Calidad

a) **Disponibilidad** = Tiempo de funcionamiento efectivo / Tiempo total disponible

b) **Desempeño** = Capacidad Real / Capacidad Nominal

c) **Calidad** = (Cantidad Producida – Defectuosos) / Cantidad Total Producida

➤ **OEE** = Availability x Performance x Quality

a) **Availability** = Actual Operating Time / Planned Operating Time

b) **Performance** = Actual Throughput / Rated Throughput

c) **Quality** = First Grade Material / Total Quantity Produced



## 4. Calculando las Métricas Lean: Un Caso Práctico

### 4. Calculating Lean Metrics: A Practical Case

**Caso Práctico:** Cálculo de las métricas Lean para el **proceso de envasado** en una planta de producción de **yogures cremosos de fruta**

#### Pedidos diarios de los clientes:

- 7.000 paquetes con dos yogures cremosos de fresa cada uno.
- 7.000 paquetes con dos yogures cremosos de mango cada uno.

**Practical Case:** Calculating Lean metrics for the **packaging process** in a plant producing **fruit creamy yogurts**

#### Daily customer demand:

- 7,000 packs with two strawberry yogurts each one.
- 7,000 packs with two mango yogurts each one.





## 4. Calculando las Métricas Lean: Un Caso Práctico

### 4. Calculating Lean Metrics: A Practical Case

#### Datos necesarios para calcular las métricas Lean

##### PROCESO DE ENVASADO Y ETIQUETADO

**CAPACIDAD NOMINAL:** 1500 PACKS DE 2 UNIDADES / HORA

**CAPACIDAD REAL:** 1440 PACKS DE 2 UNIDADES / HORA

**RENDIMIENTO (CALIDAD):** 98 %

**CAMBIO DE CONFIGURACIÓN:** 25 MINUTOS POR LOTE

**LIMPIEZA:** 30 MINUTOS POR LOTE

**PARADAS NO PROGRAMADAS:** 90 MINUTOS DIARIOS (VALOR MEDIO EXTRAPOLADO)

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** 20 MINUTOS (VALOR MEDIO EXTRAPOLADO)

**TURNOS:** 3 TURNOS DE 8 HORAS

#### The data required for calculating the Lean metrics

##### PACKAGING AND LABELLING PROCESS

**RATED THROUGHPUT:** 1500 PACKS WITH TWO UNITS / HOUR

**ACTUAL THROUGHPUT:** 1440 PACKS WITH TWO UNITS / HOUR

**YIELD (FIRST TIME QUALITY):** 98 %

**CHANGEOVER:** 25 MINUTES PER BATCH

**CLEANING:** 30 MINUTES PER BATCH

**UNSCHEDULED DOWNTIME:** 90 MINUTES PER DAY (EXTRAPOLATED AVERAGE VALUE)

**PREVENTIVE MAINTENANCE:** 20 MINUTES (EXTRAPOLATED AVERAGE VALUE)

**SHIFTS:** 3 EIGHT-HOUR SHIFTS





## 4. Calculando las Métricas Lean: Un Caso Práctico

### 4. Calculating Lean Metrics: A Practical Case

#### Cálculo de la OEE (Eficiencia General de los Equipos)

**DISPONIBILIDAD** = TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO EFECTIVO / TIEMPO TOTAL DISPONIBLE = (TIEMPO TOTAL DISPONIBLE - (CAMBIO DE CONFIGURACIÓN x NÚMERO DE CAMBIOS) - (LIMPIEZA x NÚMERO DE LOTES) - PARADAS NO PROGRAMADAS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO) / TIEMPO TOTAL DISPONIBLE =  

$$\frac{((3 \times 8 \times 60) - (2 \times 25) - (2 \times 30) - 90 - 20)}{(3 \times 8 \times 60)} = 0,85$$

#### Calculating the OEE (Overall Equipment Effectiveness)

**AVAILABILITY** = ACTUAL OPERATING TIME / PLANNED OPERATING TIME =  

$$\frac{((3 \times 8 \times 60) - (2 \times 25) - (2 \times 30) - 90 - 20)}{(3 \times 8 \times 60)} = 0,85$$





## 4. Calculando las Métricas Lean: Un Caso Práctico

### 4. Calculating Lean Metrics: A Practical Case

#### Cálculo de la OEE (Eficiencia General de los Equipos)

DESEMPEÑO = CAPACIDAD REAL /  
CAPACIDAD NOMINAL =  $1440 / 1500 = 0,96$

RENDIMIENTO (CALIDAD) = 0,98

OEE = DISPONIBILIDAD x DESEMPEÑO x  
CALIDAD =  $0,85 \times 0,96 \times 0,98 = 0,80$

#### Calculating the OEE (Overall Equipment Effectiveness)

PERFORMANCE = ACTUAL THROUGHPUT / RATED THROUGHPUT =  $1440 / 1500 = 0.96$

YIELD (FIRST TIME QUALITY) = 0.98

OEE = AVAILABILITY x PERFORMANCE x  
QUALITY =  $0.85 \times 0.96 \times 0.98 = 0.80$





## 4. Calculando las Métricas Lean: Un Caso Práctico

### 4. Calculating Lean Metrics: A Practical Case

#### Cálculo de la Capacidad Efectiva y del Tiempo de Entrega

**CAPACIDAD EFECTIVA = CAPACIDAD MÁXIMA x OEE =  $1.500 \times 0,80 = 1.196$  PACKS / HORA**

**TIEMPO DE ENTREGA = TAMAÑO DEL LOTE / CAPACIDAD EFECTIVA =  $14.000 / 1.196 = 11,71$  HORAS**

#### Calculating Effective Capacity and Lead Time

**EFFECTIVE CAPACITY = MAXIMUM CAPACITY x OEE =  $1,500 \times 0.80 = 1,196$  PACKS PER HOUR**

**LEAD TIME = BATCH SIZE / EFFECTIVE CAPACITY =  $14,000 / 1,196 = 11.71$  HOURS**





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- **Las máquinas y los equipos consumen energía cuando están en funcionamiento.**
- Pero, en las plantas industriales alimentarias, también se consume energía para **iluminación, refrigeración y calefacción** cuando las máquinas y los equipos están parados.
- **Algunos inventarios** pueden estar consumiendo energía constantemente como es el caso de los inventarios que requieren **refrigeración**.
- **Machines will consume energy when they are up and running.**
- But, in food producing plants, energy is also consumed for **lighting, cooling or heating** when machines are down.
- **Some inventories** are consuming energy all the time in the case of **refrigerated chambers**.





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

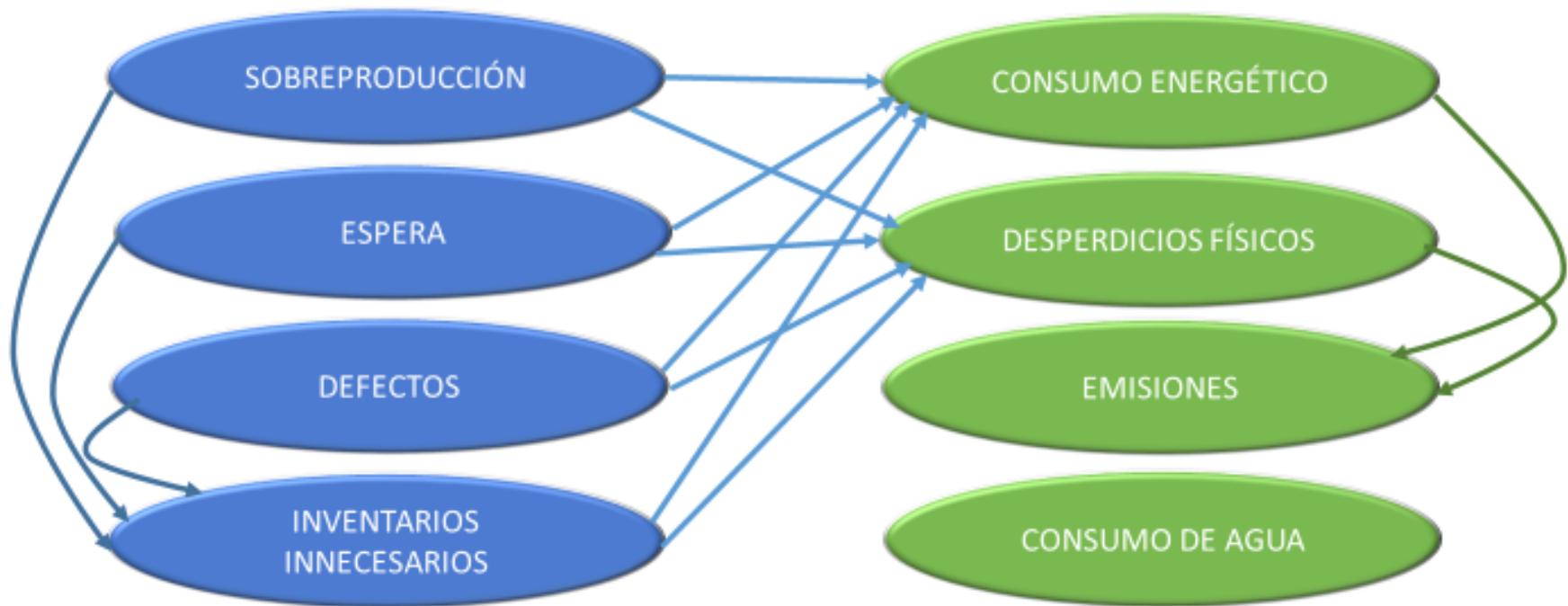


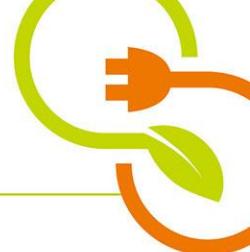
1. Energy consumption
2. Physical wastes
3. Water consumption
4. Emissions
5. Land contamination
6. Discharges to water
7. Noise & Nuisance
8. Lost people potential



## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- Aplicando una **perspectiva Lean & Green**, se pueden desarrollar **Mapas de Flujo de Valor Extendidos**, que consideren también el **consumo energético de los procesos** en función de métricas Lean.
- De esta manera, es posible estimar el **consumo energético que añade valor** (el que utilizan los equipos y las máquinas mientras están funcionando) y el **consumo energético que no añade valor** (por ejemplo, el que se emplea para iluminación y climatización cuando los equipos y las máquinas no están funcionando).
- Applying a **Lean & Green perspective**, it is possible to develop **Extended Value Stream Maps**, that take into account the **energy consumption of each process** by using Lean metrics.
- In this way, the **value adding energy consumption** (the energy used by the machines while they are up and running) and the **non-value added energy consumption** (i.e., the energy consumed for lighting, cooling or heating while the machines are down) can be estimated.





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- El **Tiempo de Entrega** se puede descomponer en dos componentes:
- $\text{TIEMPO DE ENTREGA} = (\text{TIEMPO DE ENTREGA} \times \text{DISPONIBILIDAD}) + (\text{TIEMPO DE ENTREGA} \times (1 - \text{DISPONIBILIDAD})) = \text{HORAS DE FUNCIONAMIENTO} + \text{HORAS DE NO FUNCIONAMIENTO}$
- Por lo tanto, para un procesos, es posible estimar las **Horas de Funcionamiento** y las **Horas de No Funcionamiento** en función del **Tiempo de Entrega** y de la **Disponibilidad**, dos métricas Lean.
- The **Lead Time** can be discomposed in two components:
- $\text{LEAD TIME} = (\text{LEAD TIME} \times \text{AVAILABILITY}) + (\text{LEAD TIME} \times (1 - \text{AVAILABILITY})) = \text{UPTIME} + \text{DOWNTIME}$
- Therefore, for a process, it is possible to estimate the **Uptime** and the **Downtime** as a function of the **Lead Time** and the **Availability**, two Lean metrics.





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- Para el Caso Práctico, las HORAS DE FUNCIONAMIENTO y las HORAS DE NO FUNCIONAMIENTO se calcularían como:
- TIEMPO DE ENTREGA: 11,71 HORAS
- DISPONIBILIDAD: 0,85
- HORAS DE FUNCIONAMIENTO = TIEMPO DE ENTREGA x DISPONIBILIDAD =  $11,71 \times 0,85 = 9,95$  HORAS
- HORAS DE NO FUNCIONAMIENTO = TIEMPO DE ENTREGA x  $(1 - \text{DISPONIBILIDAD}) = 11,71 \times (1 - 0,85) = 1,76$  HORAS

- In the Practical Case, the UPTIME and DOWNTIME can be calculated as follows:
  - LEAD TIME: 11,71 HOURS
  - AVAILABILITY: 85 %
  - $\text{UPTIME} = \text{LEAD TIME} \times \text{AVAILABILITY} = 11.71 \times 0.85 = 9.95$  HOURS
  - $\text{DOWNTIME} = \text{LEAD TIME} \times (1 - \text{AVAILABILITY}) = 11.71 \times (1 - 0,85) = 1.76$  HOURS



## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- El **Consumo Energético que Añade Valor** se puede calcular, asumiendo un Factor de Carga igual a 1, como:
  - CONSUMO ENERGETICO QUE AÑADE VALOR = POTENCIA INSTALADA EQUIPO x HORAS DE FUNCIONAMIENTO
  - El **Consumo Energético que No Añade Valor** se puede calcular como:
    - CONSUMO ENERGETICO QUE NO AÑADE VALOR = (POTENCIA INSTALADA ILUMINACIÓN + POTENCIA INSTALADA CLIMATIZACIÓN) x (HORAS DE FUNCIONAMIENTO + HORAS DE NO FUNCIONAMIENTO)
- Assuming a Load Factor equal to 1, the **Value Adding Energy Consumption** can be calculated as follows:
  - VALUE ADDING ENERGY CONSUMPTION = MACHINE INSTALLED POWER x UPTIME
  - The **Non-Added Value Energy Consumption** can be calculated as follows:
    - NON-ADDED VALUE ENERGY CONSUMPTION = (LIGHTING INSTALLED POWER + COOLING AND HEATING INSTALLED POWER) x (UPTIME + DOWNTIME)





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- Los datos de **Potencia Instalada** que vamos a utilizar para el Caso Práctico son los siguientes:
- POTENCIA INSTALADA EQUIPO ENVASADO Y ETIQUETADO: 8,95 kW
- POTENCIA INSTALADA ILUMINACIÓN: 0,27 kW
- POTENCIA INSTALADA CLIMATIZACIÓN: 1,61 kW
- **Installed Power** data to be used in the Practical Case are the following ones:
  - PACKAGING AND LABELLING EQUIPMENT INSTALLED POWER: 8.95 kW
  - LIGHTING INSTALLED POWER: 0.27 kW
  - COOLING AND HEATING INSTALLED POWER: 1.61 kW





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- Con estos datos, tenemos que:
- CONSUMO ENERGETICO QUE AÑADE VALOR = POTENCIA INSTALADA EQUIPO x HORAS DE FUNCIONAMIENTO =  $8,95 \times 9,95 = 89,08$  kWh
- CONSUMO ENERGETICO QUE NO AÑADE VALOR = (POTENCIA INSTALADA ILUMINACIÓN + POTENCIA INSTALADA CLIMATIZACIÓN) x (HORAS DE FUNCIONAMIENTO + HORAS DE NO FUNCIONAMIENTO) =  $(0,27 + 1,61) \times (9,95 + 1,76) = 21,96$  kWh
- From these data, the following values are obtained:
  - VALUE ADDING ENERGY CONSUMPTION = INSTALLED POWER x UPTIME =  $8.95 \times 9.95 = 89.08$  kWh
  - NON-VALUE ADDED ENERGY CONSUMPTION = (INSTALLED POWER FOR LIGHTING + INSTALLED POWER FOR COOLING AND HEATING) x (UPTIME + DOWNTIME) =  $(0.27 + 1.61) \times (9.95 + 1.76) = 21,96$  kWh





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- Para calcular la **Eficiencia Energética**, tenemos que calcular primero los kilogramos de yogur producidos.
- 14.000 packs con 2 yogures cada uno de 125 g, con un 85 % de yogur y un 15 % de fruta, suponen la siguiente **Producción de Yogur**:
- PRODUCCION DE YOGUR =  $14.000 \times 2 \times 0,125 \times 0,85 = 2.975 \text{ kg}$
- For calculating the **Energy Efficiency**, first we have to calculate how many kilograms of yogurt we are producing.
- 14,000 packs with two 125 g yogurts each one, containing each unit 85 % of yogurt and 15 % of fruit, will yield the following **Yogurt Production**:
- YOGURT PRODUCTION =  $14,000 \times 2 \times 0.125 \times 0.85 = 2,975 \text{ kg}$





## 5. Relación entre la Eficiencia Operacional y la Eficiencia Energética

### 5. The Link between Operational Efficiency and Energy Efficiency

- La **Eficiencia Energética del Proceso de Envasado y Etiquetado** será igual a:
- EFICIENCIA ENERGÉTICA = CONSUMO ENERGÉTICO DEL PROCESO / PRODUCCIÓN DE YOGUR =  $(89,08 + 21,96) / 2.975 = 0,0373 \text{ kWh / kg}$
- The Energy Efficiency of the Packaging and Labelling Process will be:
- ENERGY EFFICIENCY = PROCESS ENERGY CONSUMPTION / YOGURT PRODUCTION =  $(89.08 + 21.96) / 2,975 = 0.0373 \text{ kWh / kg}$





## 6. Estimando el Impacto de las Mejoras en la Eficiencia Operacional sobre la Eficiencia Energética

### 6. Estimating the Impact of Operational Efficiency Improvements on Energy Efficiency

#### PROCESO DE ENVASADO Y ETIQUETADO

**CAPACIDAD NOMINAL:** 1500 PACKS DE 2

UNIDADES / HORA

**CAPACIDAD REAL:** 1440 PACKS DE 2 UNIDADES /  
HORA (**MEJORA:** + 40 PACKS)

**RENDIMIENTO (CALIDAD):** 98 % (**MEJORA:** + 1 %)

**CAMBIO DE CONFIGURACIÓN:** 25 MINUTOS POR  
LOTE (**MEJORA:** - 15 MINUTOS)

**LIMPIEZA:** 30 MINUTOS POR LOTE (**MEJORA:** - 10  
MINUTOS)

**PARADAS NO PROGRAMADAS:** 90 MINUTOS  
DIARIOS (VALOR MEDIO EXTRAPOLADO) (**MEJORA:**  
- 45 MINUTOS)

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** 20 MINUTOS  
(VALOR MEDIO EXTRAPOLADO)

**TURNOS:** 3 TURNOS DE 8 HORAS

#### PACKAGING AND LABELLING PROCESS

**RATED THROUGHPUT:** 1500 PACKS WITH TWO  
UNITS / HOUR

**ACTUAL THROUGHPUT:** 1440 PACKS WITH TWO  
UNITS / HOUR (**IMPROVEMENT:** + 40 PACKS)

**YIELD (FIRST TIME QUALITY):** 98 %  
(**IMPROVEMENT:** + 1 %)

**CHANGEOVER:** 25 MINUTES PER BATCH  
(**IMPROVEMENT:** - 15 MINUTES)

**CLEANING:** 30 MINUTES PER BATCH  
(**IMPROVEMENT:** - 10 MINUTES)

**UNSCHEDULED DOWNTIME:** 90 MINUTES PER DAY  
(EXTRAPOLATED AVERAGE VALUE)  
(**IMPROVEMENT:** - 45 MINUTES)

**PREVENTIVE MAINTENANCE:** 20 MINUTES  
(EXTRAPOLATED AVERAGE VALUE)

**SHIFTS:** 3 EIGHT-HOUR SHIFTS





## 6. Estimando el Impacto de las Mejoras en la Eficiencia Operacional sobre la Eficiencia Energética

### 6. Estimating the Impact of Operational Efficiency Improvements on Energy Efficiency

ENVASADO Y ETIQUETADO	ENVASADO Y ETIQUETADO	PACKAGING AND LABELLING	PACKAGING AND LABELLING
<p>CAPACIDAD MÁXIMA: 1500 PACKS  CAPACIDAD EFECTIVA: 1196 PACKS  TIEMPO DE ENTREGA: 11,71 h  DESEMPEÑO: 96 %  RENDIMIENTO: 98 %  DISPONIBILIDAD: 85 %  OEE: 80 %  TAMAÑO DE LOTE: 14000 PACKS  TIEMPO DE C/O: 25 m  TIEMPO TOTAL DISPONIBLE: 1440 h  PRODUCCION: 2975 kg  TURNOS: 3  POTENCIA INSTALADA: 8,95 kW  HORAS DE FUNCIONAMIENTO: 9,95 h  CLIMATIZACION: 1,61 kW  ILUMINACIÓN: 0,27 kW  CONSUMO ENERGÉTICO: 111,04 kWh  EFICIENCIA ENERGÉTICA: 0,0373</p> <p>CAPACIDAD MÁXIMA: 1500 PACKS  CAPACIDAD EFECTIVA: 1338 PACKS  TIEMPO DE ENTREGA: 10,46 h  DESEMPEÑO: 99 %  RENDIMIENTO: 99 %  DISPONIBILIDAD: 91 %  OEE: 89 %  TAMAÑO DE LOTE: 14000 PACKS  TIEMPO DE C/O: 10 m  TIEMPO TOTAL DISPONIBLE: 1440 h  PRODUCCION: 2975 kg  TURNOS: 3  POTENCIA INSTALADA: 8,95 kW  HORAS DE FUNCIONAMIENTO: 9,56 h  CLIMATIZACION: 1,61 kW  ILUMINACIÓN: 0,27 kW  CONSUMO ENERGÉTICO: 105,19 kWh  EFICIENCIA ENERGÉTICA: 0,0354</p> <p>MAXIMUM CAPACITY: 1500 PACKS  EFFECTIVE CAPACITY: 1196 PACKS  LEAD TIME: 11.71 h  PERFORMANCE: 96 %  YIELD: 98 %  AVAILABILITY: 85 %  OEE: 80 %  BATCH SIZE: 14000 PACKS  CHANGEOVER (C/O): 25 m  TOTAL AVAILABLE TIME: 1440 h  PRODUCTION: 2975 kg  SHIFTS: 3  INSTALLED POWER: 8.95 kW  UPTIME: 9.95 h  AIR CONDITIONING: 1.61 kW  LIGHTING: 0.27 kW  ENERGY CONSUMPTION: 111.04 kWh  ENERGY EFFICIENCY: 0,0373</p> <p>MAXIMUM CAPACITY: 1500 PACKS  EFFECTIVE CAPACITY: 1338 PACKS  LEAD TIME: 10.46 h  PERFORMANCE: 99 %  YIELD: 99 %  AVAILABILITY: 91 %  OEE: 89 %  BATCH SIZE: 14000 PACKS  CHANGEOVER (C/O): 10 m  TOTAL AVAILABLE TIME: 1440 h  PRODUCTION: 2975 kg  SHIFTS: 3  INSTALLED POWER: 8.95 kW  UPTIME: 9.56 h  AIR CONDITIONING: 1.61 kW  LIGHTING: 0.27 kW  ENERGY CONSUMPTION: 105.19 kWh  ENERGY EFFICIENCY: 0,0354</p>			





## 6. Estimando el Impacto de las Mejoras en la Eficiencia Operacional sobre la Eficiencia Energética

### 6. Estimating the Impact of Operational Efficiency Improvements on Energy Efficiency

- AHORRO ENERGÉTICO =  
$$(111,04 - 105,19) / 111,04$$
$$= 5,27 \%$$
  
- MEJORA EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA =  
$$(0,0373 - 0,0354) / 0,0373 = 5,27 \%$$
  
- ENERGY SAVING =  
$$(111.04 - 105.19) / 111.04 = 5.27 \%$$
  
- ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT =  
$$(0.0373 - 0.0354) / 0.0373 = 5.27 \%$$





## 7. Conclusiones

### 7. Conclusions

1. La **filosofía Lean & Green** aplica metodologías y herramientas como los **Mapas de Flujo de Valor Extendido** para reducir simultáneamente los desperdicios Lean (como las esperas o los defectos) y los desperdicios Green (como el consumo energético excesivo o las emisiones de gases de efecto invernadero).
2. Aplicando esta metodología es posible estimar el **impacto en la eficiencia energética** de las mejoras en la eficiencia operacional.
4. The **Lean & Green philosophy** applies methodologies and tools such as the **Extended Value Stream Mapping** for reducing simultaneously Lean wastes (i.e., waiting or defects) and Green wastes (i.e., excessive energy consumption or greenhouse gases emissions).
5. By applying this methodology, the **impact on energy efficiency** of operational efficiency improvement can be estimated.





## 7. Conclusiones

## 7. Conclusions

3. En este Webinar, hemos mostrado mediante un **Caso Práctico**, que el impacto de las mejoras de la eficiencia operacional sobre el ahorro energético y la eficiencia energética puede ser evaluado de una manera sistemática.
4. Dichos impactos pueden tener relevancia suficiente para que sean tenidos en cuenta en los procesos de **mejora continua de la eficiencia energética** que contempla y establece como requisito la **norma ISO 50001:2011**.
6. In this Webinar, we have shown, by using a **Practical Case**, that the impact of operational efficiency improvements on energy savings and energy efficiency improvement can be estimated in a systematic way.
7. These impacts could be relevant enough to be taken into account in the **energy efficiency continuous improvement** processes that are contemplated and considered a requirement by the **standard ISO 50001:2011**.



# Thank you for your attention!

Joaquín Fuentes-Pila

[joaquin.fuentespila@upm.es](mailto:joaquin.fuentespila@upm.es)

