

Tarea II

Instrucciones: Tenga presente los siguientes aspectos.

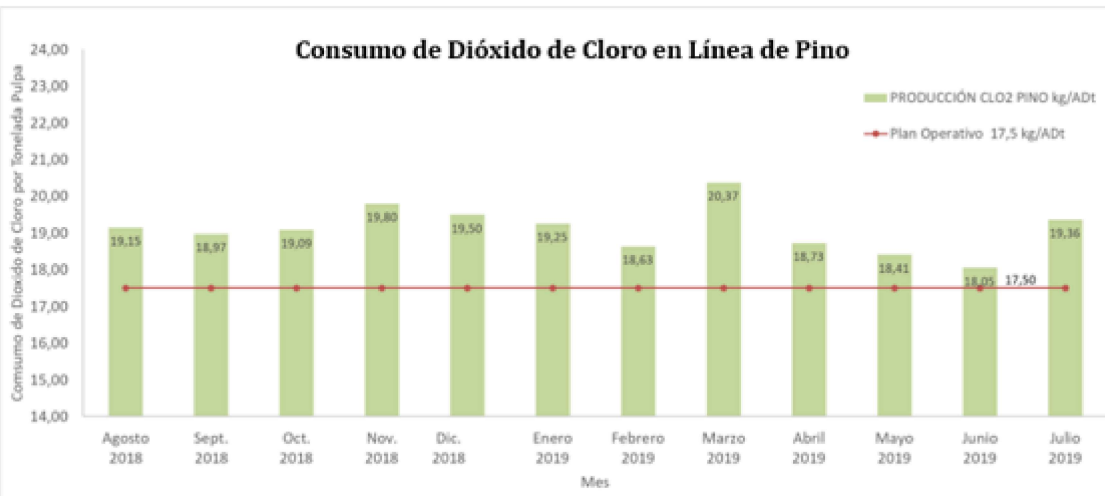
- 3

Problema I

Descripción: La industria de la celulosa en Chile, en la actualidad, cuenta con sistemas operativos que permiten el control y seguimiento de los procesos, acción que se ejecuta en diferentes etapas, a través de la medición de variables que influyen directamente en la calidad del producto. Estos sistemas operativos, permiten recolectar y almacenar una gran cantidad de datos, los cuales son utilizados para el control instantáneo del proceso, no obstante, estos datos no se utilizan para generar información relevante para el control del proceso o la toma de decisiones.

La recolección de datos, permite conocer el proceso específico denominado Blanqueo de pulpa, condición que genera la posibilidad de pronosticar comportamientos que disminuirán la desviación de la variable objetivo, consumo de dióxido de cloro, reduciendo los costos en insumos químicos.

En el periodo de estudio, enero 2019 a Agosto 2019, el consumo específico de Dióxido de Cloro por tonelada de pulpa ha estado por sobre las condiciones de diseño 17,5 kg/ADt. Como se indica en el gráfico , los consumos específicos promedio son de 19.10 kg/ADt con un máximo de 20.37 kg/ADt.



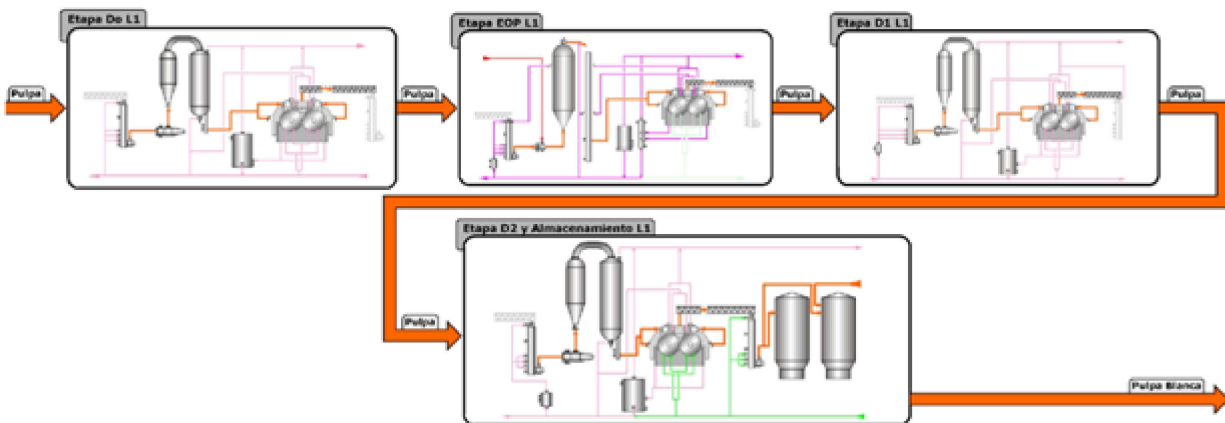
Considerando los valores medio de consumo de dióxido de cloro en periodo de estudio, se tiene un potencial ahorro anual de USD 1.600.00 anuales, al ajustar al valor de diseño. Se espera que con un buen trabajo de *análisis de datos* implemente un modelo que permita la optimización del proceso de blanqueo para alcanzar ahorro potencial de un 30 % en consumo de productos químicos, que equivale a un beneficio de USD 500.000.

1. **Proceso de Blanqueo:** El blanqueo tiene como objeto incrementar la blancura de la celulosa mediante el retiro de la lignina presente en la madera, logrando así que ésta permanezca en el tiempo sin alterar mayormente las propiedades físico-mecánicas de la fibra. El blanqueo de la pulpa no debe realizarse en una sola etapa, esto debido a que, el alcanzar un alto nivel de blancura genera daños estructurales a la fibra de la madera. En la actualidad, los procesos de Blanqueo deben ser del menor impacto con el medio ambiente, y para lograr esta meta se han desarrollado procesos ECF (libre de cloro elemental) y TCF (totalmente libre de cloro elemental) los cuales, permiten, mediante 4 etapas, retirar la lignina (que entrega la resistencia mecánica y color a las fibras) sin dañar la celulosa y generar efluentes poco nocivos al ambiente.

En las dos primeras etapas de blanqueo, ocurre la mayor remoción de lignina residual, y en las etapas finales, sucede un aumento ostensible de la blancura, gracias a la desactivación de los grupos cromóforos presentes en ella, que le confieren la característica del color.

La secuencia de blanqueo seleccionada para la línea de pino consta de 4 etapas mas una de pre-blanqueo:

- Etapa Pre-Blanqueo: Lava la pulpa proveniente del Área de Lavado para retirarle la soda residual que contiene antes de ingresar a la primera etapa de Blanqueo (Etapa D0), permitiendo de esta manera, disminuir el consumo de reactivos químicos.
- Etapa D0: Reacciona la lignina contenida en la pulpa con dióxido de cloro proveniente del Área Química, de tal modo de disminuir el contenido de lignina e ir incrementando la blancura de la pulpa.
- Etapa EOP: Reacciona la lignina que aún permanece en la pulpa con oxígeno y peróxido de hidrógeno, además se solubilizan con soda cáustica los compuestos generados en la primera y segunda etapa del blanqueo, disminuyendo el contenido de la lignina.
- Etapa D1: Reacciona la lignina que aún permanece en la pulpa con dióxido de cloro, disminuyendo su contenido, para así incrementar la blancura en la etapa D2.
- Etapa D2 y Almacenamiento: Reacciona la lignina que aún permanece en la pulpa con dióxido de cloro, de modo que exista una disminución de su contenido, alcanzando así una blancura mayor a 90 grados ISO al final de blanqueo.



2. Tipos de variables en el proceso:

- Variables sin medición: el registro está presente, pero se mantiene en estado inhabilitado
- Variables Control de Elementos: Son Señales que muestran el accionamiento de elementos (motores, válvulas y otros) pero no representan el comportamiento del proceso
- Variables de valor fijo: Variables con valor constante
- Variables Criterio Experto: Variables identificadas por Operadores como influyentes en proceso.
- Variables con Medición Continua

Objetivo General: Seleccionar el mejor modelo predictivo para la extracción de conocimiento de variables explicativas en el proceso de blanqueo (Consumo específico de CLO_2).

Objetivos Específicos: A continuación:

1. **Comprender del Problema:** Determinar los objetivos del problema, evaluación de la situación, construcción de un plan de trabajo. (2 puntos)
2. **Comprender de los datos:** Describir tipos de variables, explorar de datos, verificar de la calidad de los datos (**análisis descriptivos**). (3 puntos)
3. **Preparar de los datos:** limpiar y transformar datos según necesidades (2 puntos)
4. **Modelar:** Entrenar (80 % – 20 %) y seleccionar la mejor técnica de modelado:
 - Regresión lineal MCO, incluye diagnostico.
 - ~~Regresión lineal MCO~~.
 - Método stepwise. (Use criterio de AIC)
 - Regresión Ridge (genere un λ óptimo)
 - Regresión Lasso. (genere un λ óptimo)
 - Regresión Elastic Net. (genere un λ y un α óptimo)