

Estimación Nivel de Llenado Total - MillSlicer

Reporte Luis J. Gutiérrez



Objetivo Validación

Con el Objetivo de Validar los resultados de MillSlicer y sus Beneficios se ha realizado una comparación de los modelos para:

- *Evaluar Detección del ángulo y Hombro de Carga*
- *Asegurar la Detección del ángulo de máximo impacto y su diferencia con el Pié de Carga*
- *Identificar adecuadamente la fracción de llenado total Jc*

Ventajas de MillSlicer

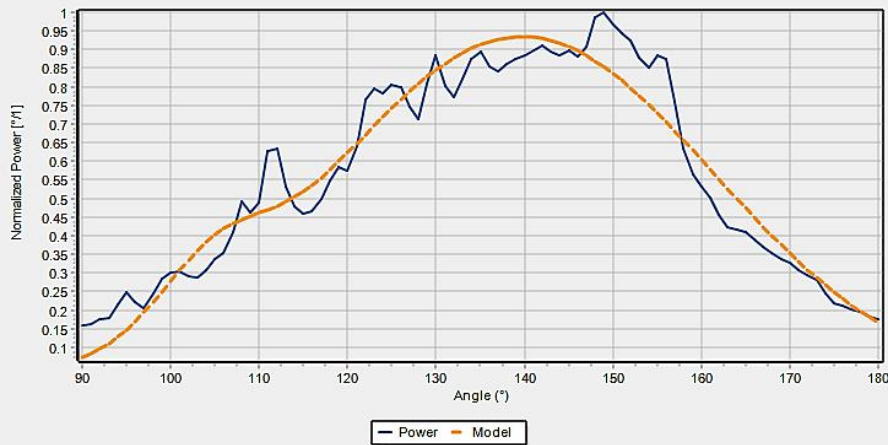
- Fácil instalación y manipulación al fijarse magnéticamente al manto del molino - facilita su retiro y reinstalación ante mantenciones mayores.
- Inmunidad al ruido de entorno – tampoco se desajusta o desalinea.
- Integración a redes y sistemas de control – interfaz con señales 4-20mA, protocolos ModbusTCP y OPC de alta velocidad.
- Calibración en línea sin detención del Molino.
- Batería recargable de larga vida y reemplazo rápido (<5 minutos) cada 1 año (nuevos modelos)

Beneficios Operacionales

- Ayuda a proteger los revestimientos,
- Permite disminuir el consumo de energía específico,
- Incrementos en el procesamiento mineral,
- Medición en tiempo real
- Visibilidad de variables internas del molino
- Altamente resistente a condiciones ambientales IP67

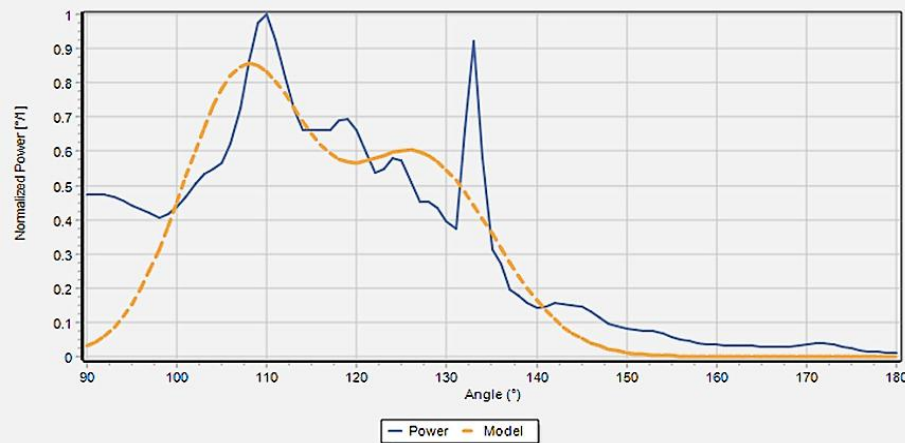
Angulo de pié de Carga y Máximo Impacto

- Sistema evalúa el perfil de los 360° en tiempo real para determinar los ángulos de pie de carga y máximo impacto.
- Análisis de patrones estadísticos y señales para determinar si $Toe_{Angle} \approx Max Impact_{Angle}$
- Mayor eficiencia potencia usada en molienda ocurre cuando $Toe_{Angle} \approx Max Impact_{Angle}$



CONDICIÓN DESEADA

- Se aprecia como el pie de carga y el ángulo de mayor impacto se funden en una región común.
- Solo un pequeño impacto con intensidad de potencia relativa menor a 2% aparece en la zona izquierda de la curva naranja.



CONDICIÓN MENOS DESEADA

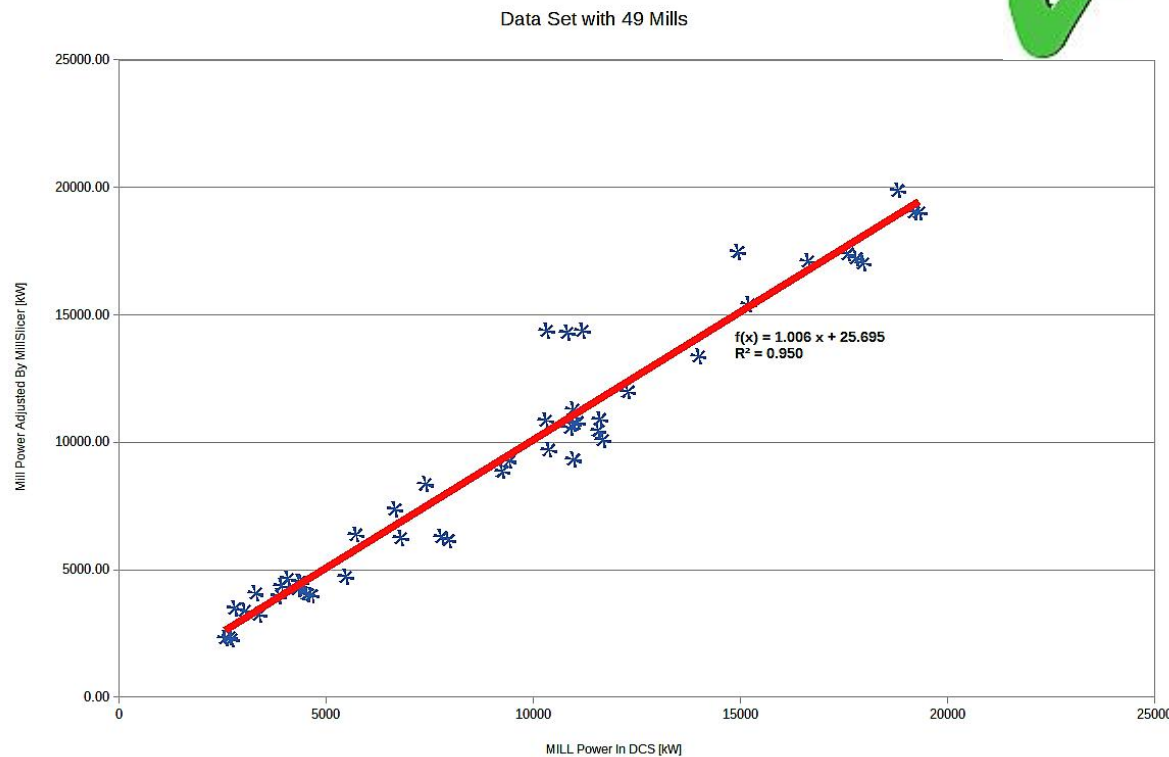
- Se aprecia como el pie de carga y el ángulo de mayor impacto se comienzan a diferenciar.
- Angulo de máximo Impacto aumenta su intensidad de potencia relativa por sobre la que acumula el pie de carga. Se aprecian los máximos de Impactos por material grueso entre los 90° y 180°.

MillSlicer detecta estadísticamente si $Toe_{Angle} \neq Max Impact_{Angle}$

Fracción de Llenado Total - J_c

- MillSlicer realiza dos estimaciones del nivel de llenado Total J_c a partir de los ángulos del pie de carga. Dos modelos adicionales realizan otras estimaciones de J_c en base al consumo de potencia (kW) y velocidad (RPM).
- Los modelos y su estrategia de convergencia fue evaluada contra una base de datos de 49 molinos de tamaños entre 7 y 12.5m de diámetro.

Comparison of MillSlicer Power Estimation



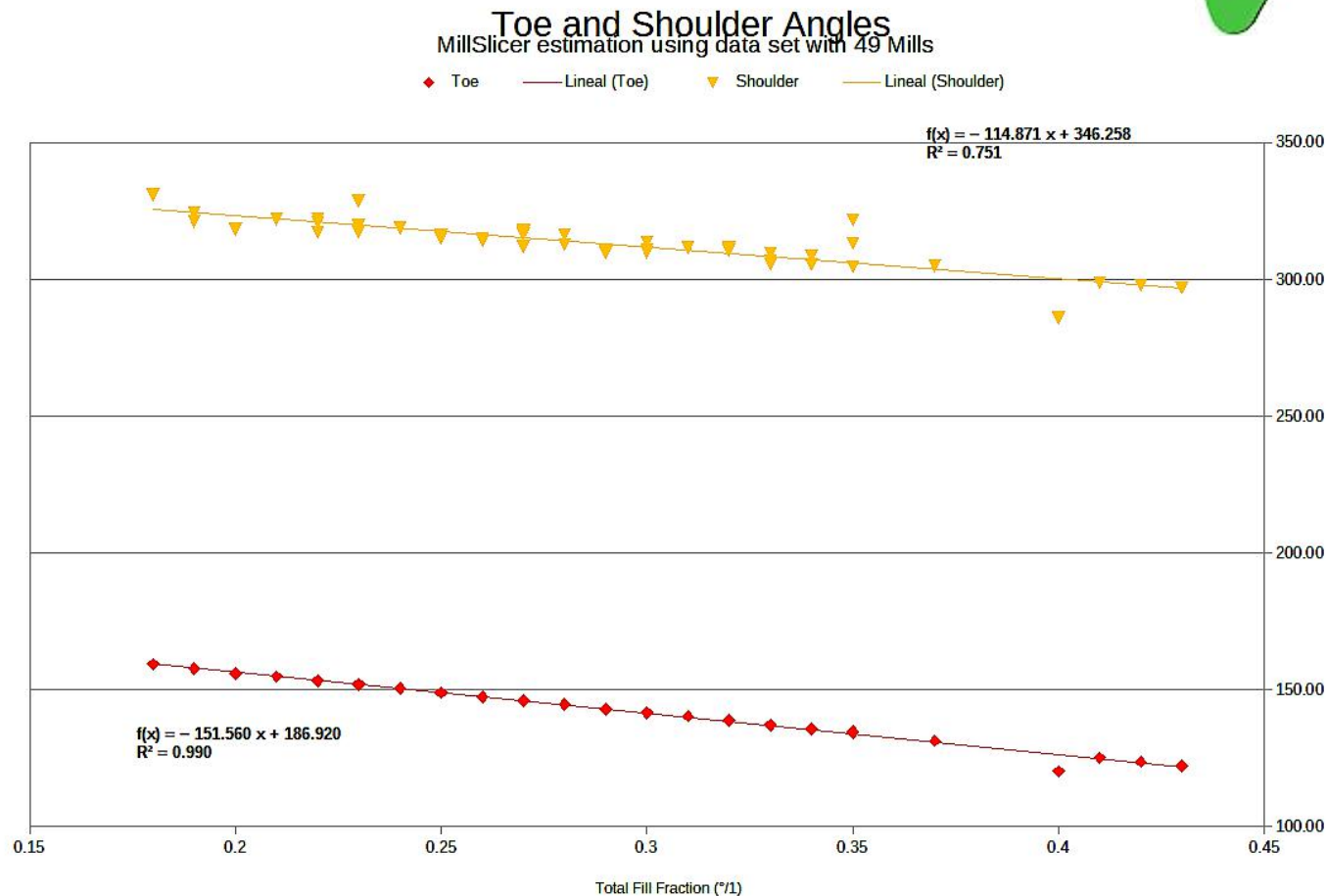
• VALIDACION #1: ESTIMACION POTENCIA

- Usando los modelos de MillSlicer y el dato de los 49 molinos se estimó los consumos de Potencia.
- Todos los cálculos mostrados están basados en las geometrías de los molinos, la densidad de mineral, densidad bolas (constante 7.8T/m³) y el porcentaje de sólidos de cada caso (con una media en torno a 75%).
- Las constantes de calibración fueron constantes para todos los gráficos mostrados y son las mismas usadas por MillSlicer.
- Las correctas dimensiones de cada molino (dadas en este caso), son claves para una correcta estimación

Fracción de Llenado Total – J_c (Cont.)



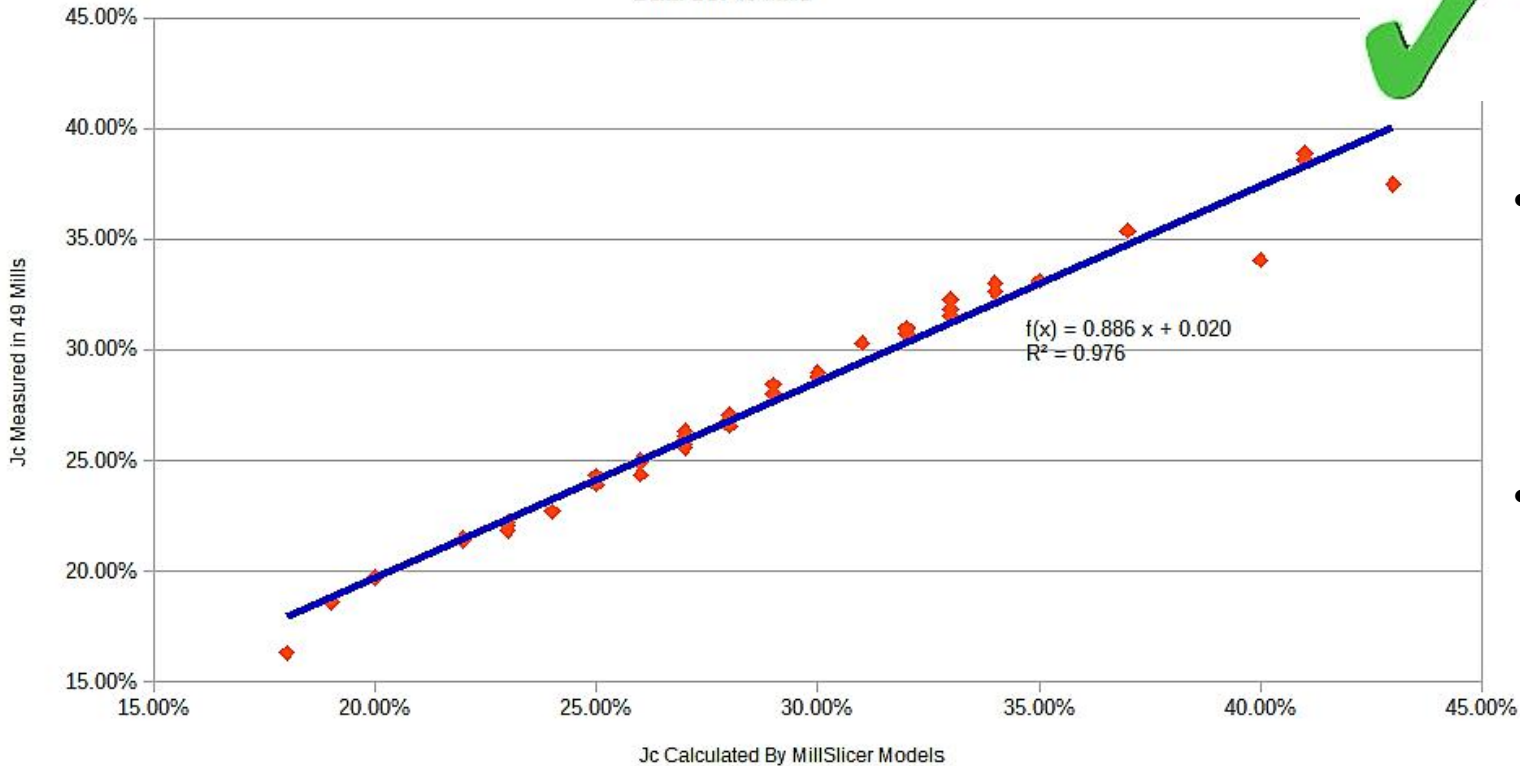
VALIDACIÓN #2 : Estimaciones de Toe & Shoulder



- Usando los modelos de MillSlicer se estimaron los ángulos de pie y hombro de carga.
- Las constantes de calibración fueron constantes para todos los gráficos mostrados y son las mismas usadas por MillSlicer.
- Las correctas dimensiones de cada molino (dadas en este caso), son claves para una correcta estimación

Fracción de Llenado Total – J_c (Cont.)

Real J_c vs J_c Calculated
Data Set 49 Mills



VALIDACIÓN #3 : Estimaciones de fracción de llenado Total

- Con los datos de los 49 Molinos MillSlicer estimó J_c en cada caso y se comparó con el valor reportados.
- La grafica con los valores obtenidos son mostrados en el gráfico
 - eje X con los valores calculados por MillSlicer
 - Eje Y Valores reportados en cada caso.
- La gráfica de tendencia es muy cercana a la resta identidad ($Y = X$).
- El error de estimación es menor a 3% en la zona de 20 a 38% de llenado
- Nivel de llenado sobre los 40% son valores fuera de los rangos de operación normal de molinos SAG.
- Convergencia media del modelo, incluyendo estimación de ángulos de pie de carga, Impacto máximo y Hombro de carga <237ms

Conclusiones

MillSlicer mide en forma confiable parámetros que indican el comportamiento de la pulpa en el molino SAG, las que son potenciadas con la opción WEB-Server Embebido :

- Medición confiable de los ángulos del pie y hombro de la carga
- Identificación del ángulo de máximo impacto – Esto junto con la medición de intensidad de impacto sobre Liners (LDL) es una poderosa herramienta de optimización y eficiencia del molino SAG
- Mediciones de Jc con errores bajo 5%.
- Algoritmos de alta eficiencia en el uso de recursos y apropiados para uso en tiempo real.
- Modelos evaluados en su precisión de predicción de Potencia, Angulos y Nivel de llenado contra más de 49 equipos.
- **Esto se suma a los beneficios ya presentes en el equipo MillSlicer:**
- Fijación magnética de alta potencia lo que permite una fácil instalación y manipulación de las componentes del sistema - facilita su retiro y re-instalación ante mantenciones mayores.
- Inmunidad al ruido de entorno – tampoco se desajusta o desalinea con alta confiabilidad.
- Integración a redes y sistemas de control – Canales 4-20mA, protocolos ModbusTCP y OPC.
- Calibración en línea sin detención del Molino.