



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

REDISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE SOLUCIÓN PERMEADA PARA INCREMENTAR LOS FLUJOS HACIA EL BUFFER POND EN LA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA PAMPA LARGA, MINERA YANACOCCHA CAJAMARCA - 2017.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Huallparimachi Bustamante, Napoleón

Asesor:

Ing. Mylena Karen Vílchez Torres

Cajamarca – Perú

2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Justificación	14
1.3.1. <i>Justificación teórica</i>	14
1.3.2. <i>Justificación aplicativa o práctica</i>	14
1.4. Objetivos	15
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	15
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	15
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes	16
2.2. Bases teóricas	17
2.2.1. <i>Gestión por procesos</i>	17
2.2.1.1. <i>Clasificación de los procesos de una organización</i>	21
2.2.1.2. <i>La estructura de los procesos</i>	23
2.2.1.3. <i>El mapeo de procesos</i>	26
2.2.2. <i>Herramientas para mapear procesos</i>	28
2.2.2.1. <i>Diagramas SIPOC</i>	30
2.2.2.2. <i>Diagramas de tortuga</i>	32
2.2.2.3. <i>Mapa de procesos convencional</i>	34
2.2.3. <i>Rediseño de sistemas</i>	34
2.2.3.1. <i>Rediseño de procesos</i>	36
2.2.4. <i>Determinación de los caudales de bombeo</i>	38
2.2.4.1. <i>Determinación de la demanda de bombeo</i>	38
2.2.5. <i>Diseño de sistemas de bombeo</i>	38
2.2.5.1. <i>Tipos y aplicaciones de las bombas</i>	38
2.2.5.2. <i>Bombas centrifugas</i>	39

2.2.5.3.	<i>Curva característica de una bomba</i>	40
2.2.6.	<i>Métodos financieros de valoración de inversiones.</i>	43
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA		46
3.1.	Hipótesis.....	46
3.2.	Variables.....	46
3.3.	Operacionalización de variables.....	47
3.4.	Diseño de investigación.....	48
3.5.	Unidad de estudio.	48
3.6.	Población.....	48
3.7.	Muestra.....	48
3.8.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	48
3.8.1.	<i>Observación directa</i>	49
3.8.2.	<i>Análisis de documentos</i>	50
3.8.3.	<i>Revisión de bases de datos</i>	50
3.9.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	50
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		52
4.1.	Evaluar los flujos de solución permeada que se envían hacia el buffer pond desde la planta osmosis inversa Pampa Larga.....	52
4.1.1.	<i>Estadísticas de los flujos de las plantas de osmosis inversa y flujos bombeados al Buffer Pond.</i>	52
4.2.	Análisis del diseño actual del sistema de bombeo de solución permeada de la planta osmosis inversa Pampa Larga y determinar porque no se logran los 1 000 m ³ /h del diseño.	53
4.2.1.	<i>Descripción de la planta de osmosis inversa Pampa Larga y sistema de bombeo al buffer pond.</i>	53
4.3.	Rediseño del sistema de bombeo de solución permeada de las plantas de osmosis inversa Pampa Larga para lograr los 1 000 m ³ /h del diseño original.....	57
4.3.1.	<i>Determinación de la demanda de bombeo mínimo.</i>	57
4.3.2.	<i>Consideraciones generales para el diseño.</i>	57
4.3.3.	<i>Cálculo de la potencia del motor.</i>	57
4.3.4.	<i>Altura dinámica o carga de trabajo de la bomba (H_B).</i>	57
4.3.5.	<i>Cálculo de la velocidad del flujo de agua (V₂).</i>	58
4.3.6.	<i>Cálculo de la pérdida de carga en el recorrido del agua por la tubería (hf_{total}).</i>	59
4.3.7.	<i>Hallazgos en el rediseño de planta en referencia a las dimensiones de la variable independiente.</i>	63
4.3.8.	<i>Principales instalaciones que se requieren modificar.</i>	64
4.3.9.	<i>Diagrama de flujo de actividades para la ejecución del rediseño.</i>	65
4.4.	Análisis financiero de la propuesta del sistema de bombeo de solución permeada de la planta osmosis inversa Pampa Larga.	66
4.4.1.	<i>Costos estimados de implementación de la propuesta</i>	66
4.4.2.	<i>Cálculo de los costos fijos, variables y costos unitarios.</i>	67
4.4.3.	<i>Variación del costo unitario de producción en función del incremento de flujo de solución.</i>	68
4.4.4.	<i>Cálculo del coste medio ponderado de capital WACC.</i>	71
4.4.5.	<i>Evaluación del VAN y TIR.</i>	71
4.5.	Proyectar el incremento de los flujos hacia el buffer pond como consecuencia del rediseño del sistema de bombeo de solución permeada.	73

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	75
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA N.º 3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
TABLA N.º 3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	49
TABLA N.º 4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	63
TABLA N.º 4.2. COSTOS ESTIMADOS DE INVERSIÓN Y DE INSTALACIÓN.....	66
TABLA N.º 4.3. CÁLCULO DE LOS COSTOS UNITARIOS FIJOS, VARIABLES Y TOTALES.....	67
TABLA N.º 4.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA – FLUJOS DE CAJA DE PROYECTO.	72
TABLA N.º 4.5. EFECTO DE LAS DIMENSIONES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE SOBRE LA VARIABLE DEPENDIENTE.	73
TABLA N.º 4.6. VARIACIÓN QUE REQUIEREN LAS DIMENSIONES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE PARA MODIFICAR LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	74
TABLA N.º 4.7. CUMPLIMIENTO DE LA MODIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL REDISEÑO.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N.º 1.1. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA TRATADA HASTA EL BUFFER POND.	13
FIGURA N.º 1.2. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL HASTA LA POZA BUFFER POND	13
FIGURA N.º 2.1. ENFOQUES PARA LLEVAR A CABO UNA MEJORA DE PROCESOS.	23
FIGURA N.º 2.2. PROCESO UNITARIO.	24
FIGURA N.º 2.3. LA GESTIÓN POR PROCESOS Y LA SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES.	25
FIGURA N.º 2.4. LA GESTIÓN POR PROCESOS Y LA SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES.	25
FIGURA N.º 2.5. EL MAPA DE PROCESOS Y ANÁLISIS DE PROCESOS CLAVE.	26
FIGURA N.º 2.6. EL MAPA DE PROCESOS Y ANÁLISIS DE PROCESOS CLAVE.	27
FIGURA N.º 2.7. EL MAPA DE PROCESOS COMO UNA VISIÓN HOLÍSTICA.	28
FIGURA N.º 2.8. DIAGRAMA DE BLOQUES.	29
FIGURA N.º 2.9. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	29
FIGURA N.º 2.10. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	31
FIGURA N.º 2.11. DIAGRAMA DE TORTUGA.	33
FIGURA N.º 2.12. MAPA DE PROCESOS CONVENCIONAL.	34
FIGURA N.º 2.13. ENFOQUES PARA LLEVAR A CABO UNA MEJORA DE PROCESOS.	36
FIGURA N.º 2.14. TIPOS Y APLICACIONES DE LAS BOMBAS.	39
FIGURA N.º 2.15. PARTES DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA.	40
FIGURA N.º 2.16 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UNA BOMBA.	41
FIGURA N.º 2.17. PUNTO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA.	43
FIGURA N.º 4.1. HISTORIAL DE FLUJOS TOTALES DE LA OSMOSIS INVERSA.	52
FIGURA N.º 4.2. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL PROCESO RO.	53
FIGURA N.º 4.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA EN LAS PLANTAS DE OSMOSIS INVERSA.	55
FIGURA N.º 4.4. MAPA DE PROCESOS SIPOC.	56
FIGURA N.º 4.5. ALTURA DINÁMICA DE LA BOMBA (H_b) DEL TANQUE DE BOMBEO	58
FIGURA N.º 4.6. DIAGRAMA DE MOODY	60
FIGURA N.º 4.7. TANQUE DE LA RECEPCIÓN Y BOMBEO QUE SE REQUIERE MEJORAR	64
FIGURA N.º 4.8. TANQUE REDISEÑADO DE LA RECEPCIÓN Y BOMBEO.	64
FIGURA N.º 4.9. VARIACIÓN DEL COSTO TOTAL UNITARIO EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN.	68
FIGURA N.º 4.10. VARIACIÓN DEL COSTO TOTAL UNITARIO EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN.	70
FIGURA N.º 4.11. FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO DE MEJORA.	72
FIGURA N.º 4.12. RELACIÓN ENTRE LA PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE SOLUCIÓN PERMEADA DE LA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA PAMPA LARGA Y LOS FLUJOS HACIA EL BUFFER POND.	73

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo rediseñar el sistema de bombeo de solución permeada para incrementar los flujos hacia el buffer pond en la planta de osmosis inversa de Pampa Larga, al inicio la investigación fue del tipo descriptiva para lo cual se tomaron datos históricos de los flujos de bombeo para analizar los promedios y desviaciones; se determinó que los flujos de solución permeada que se envían hacia el buffer pond estaban en promedio de 670 m³/h, con ese flujo de bombeo no se satisface el requerimiento de los clientes, ni cumplir con la capacidad instalada de las plantas RO (1 000 m³/h, 500 m³/h por cada planta de tratamiento osmosis inversa). Se pudo determinar que el problema es que una de las tuberías quedó inoperativa y que los sistemas actuales no tienen una tubería que pueda transportar el caudal requerido y los motores no tienen la suficiente potencia. Después de realizar el rediseño del sistema de bombeo de solución permeada de la planta de osmosis inversa Pampa Larga, se pudo definir los cambios que se requieren realizar para lograr el flujo superior a 1 000 m³/h; estos serían el incremento de la potencia de 175 a 250 HP, incremento de la tubería de 8 a 14" con una inversión de 110 640 USD. Los indicadores financieros para la propuesta indican que es beneficioso realizar la inversión de 110 640 USD, debido a que tenemos un VAN positivo de 9 656 USD, una TIR de 14% y el periodo de retorno sería menor de 7 meses.

Palabras clave: Rediseño, solución permeada, buffer pond, RO (osmosis inversa)

ABSTRACT

The present work had as objective to determine the impact of the redesign of the permeate solution pumping system in the flows towards the Buffer Pond in the RO plant of Pampa Larga, the investigation was of the descriptive type for which historical data of the flows were taken To analyze averages and deviations. It was determined that the permeate flows sent to Buffer Pond were on average 670 m³/h, with that installed capacity that cannot be pumped, which RO plants can produce (1 000 m³/h, 500 m³/h per Each treatment plant RO). It could be determined that the problem is that one of the pipes was inoperative and that the current systems do not have a pipe that can transport the required flow and the motors do not have enough power. After the redesign of the permeate pumping system of the RO Pampa Larga plant, it was possible to define the changes that need to be made to achieve a flow above 1 000 m³/h; These would be the increase of the power of 175 to 250 HP, increase of the pipe of 8 to 14 "with an investment of 110 640 USD. The financial indicators for the proposal indicate that it is beneficial to realize the investment of 110 640 USD, because we have a positive NPV of 9 656 USD, a TIR of 14% and the return period would be less than 7 months.

Key words: Redesign, Permeate solution, Buffer Pond, RO (reverse osmosis)

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Agapito A. (2013) Tesis, Estrategias operativas para el manejo de un campo maduro en el lote IX Talara Piura, Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú.
- Arias A. (2016), La Gestión Por Procesos, Facultad de ciencias de la Comunicación. OCDE.
- Bravo, Juan (2014): Gestión de procesos, Santiago de Chile, Editorial Evolución.
- Cáravez S. Y. (2001) Procedimiento para la mejora de procesos turísticos. Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Rey D. (2017) Sinapsys Business Solutions, extraído de <http://www.sinap-sys.com/es/content/todo-sobre-la-gestion-por-procesos-parte-i>
- Figuerola, Norberto (2014), Mejora de Procesos, PMQuality Artículos- Project Management, recuperado de <https://articulospm.wordpress.com>.
- Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: Poder, pobreza y crisis mundial del agua. PNUD, 2006
- Gonzalez H. (2016) ISO 9001:2015. Elaboración de Mapas de Procesos, extraído de <https://calidadgestion.wordpress.com/tag/mapa-de-procesos/>
- Gehisy (2017) 3 herramientas para mapear procesos en ISO 9001:2015, extraído de <https://aprendiendocalidadyadr.com/mapeo-de-procesos-iso-90012015/>.
- J. Plasencia 2007, Principios de la gestión basada en procesos, Geopolis, extraído de: <https://www.gestiopolis.com/>
- Martínez A, Cegarra Juan, (2014) Gestión por procesos de negocio: Organización Horizontal, Eocbook , Editorial Economista.
- Martín G. (2012), Manual para el diseño de una red hidráulica de climatización, Escuela Técnica Superior de Ingenieros, Universidad de Sevilla.
- Minera Yanacocha (2015). Manual de proceso y filosofía operativa MYSRL. Cajamarca: Documento Institucional.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2016), Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2016.

- Rau J. (2013), Tesis, Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Seis Sigma, Lean y Kaizen, Caletec, extraído de la página <http://www.caletec.com/blog/otros/sipoc-mapa-de-proceso-a-alto-nivel/>
- Sistemas Hidroneumáticos C. A (1995), Manual de Procedimiento para el Cálculo y Selección de un Sistema de Bombeo. Sistemas Hidráulicos Perú.
- Torres M. (2014), Tesis Reingeniería de los procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su productividad, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tovar Jose y Estrada Juan (2014) Propuesta para el rediseño de procesos para la adaptación de un sistema ERP en la empresa metalmecánica Arcos LTDA, Pontificia Universidad Javeriana Colombia.
- Villafuerte D. (2016), Rediseño del layout y mejoramiento en el flujo de materiales en áreas de producción de costura y tapicería de una fábrica autopartista, Universidad Central de Ecuador.
- WatergyMex (2010), Curso Básico de eficiencia en sistema de bombeo, Recuperado de <http://www.watergymex.org>.