

## Índice

Resumen .....	II
Abstract .....	III
Índice .....	III
Capítulo I INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes y motivación. ....	1
1.2 Descripción del problema. ....	2
1.3 Solución propuesta .....	3
1.4 Objetivos y alcances del proyecto. ....	5
1.4.1 Objetivo general. ....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Alcances del proyecto. ....	5
1.6 Metodologías y herramientas utilizadas. ....	6
1.7 Resultados esperados.....	7
1.8 Organización del documento.....	7
Capítulo II ASPECTOS TEÓRICOS .....	9
2.1 Conceptos hidráulicos. ....	10
2.1.1 Caudal .....	10
2.1.2 Presión .....	10
2.2 Ecuación de continuidad. ....	11
2.3 Hazen-Williams. ....	15
2.4 Darcy-Weissbach. ....	15
2.4.1 Altura manométrica total .....	16
2.4.2 Altura de aspiración manométrica.....	17
2.4.3 Cavitación.....	17
2.5 Elementos de sedimentación. ....	20
2.6 Software WaterCad®. ....	21
Capítulo III DESARROLLO DEL PROYECTO .....	23
3.1 Criterios de funcionamiento.....	24
3.2 Dimensionamiento de tuberías de la red de alimentación. ....	24
3.3 Características de las bombas que suministran el agua a los pitones de lavado. ....	28
3.3.1 Comprobación del NSPH disponible .....	30

---

3.4	Cálculo de velocidades en la descarga del agua desde la losa de lavado al sedimentador.	30
3.5	Velocidad de decantación de partículas.	33
3.6	Estanque desgrasador.	34
3.7	Estanques de acumulación de agua.	35
Capítulo IV SELECCION DE COMPONENTES		38
4.1	Bomba centrífuga horizontal.	39
4.2	Monitor o pitón seleccionado.	39
4.3	Manguera de reposición de agua.	40
4.4	Estanque desgrasador.	41
4.5	Estanques de acumulación.	43
4.6	Tubería HDPE.	44
4.7	Tubería acero al carbono.	44
4.8	Válvula mariposa.	45
4.9	Válvula de compuerta.	45
4.10	Válvula de pie.	46
4.11	Codo HDPE.	46
Capítulo V COSTEO DEL SISTEMA PROYECTADO		47
COSTEO.		48
CONCLUSIONES.		50
Bibliografía.		53
ANEXOS.		54
Anexo A.		55
Memoria de cálculo.		55
Anexo B.		60
Tablas.		60
Anexo C.		66
Catálogos		66

## Índice de imágenes.

Imagen 1: Camión minero marca Komatsu modelo 830 E. ....	2
Imagen 2: Diagrama del proceso propuesto. ....	3
Imagen 3: Presentación lateral de camión en losa de lavado. ....	4
Imagen 4: Presentación frontal de camión en losa de lavado. ....	4
Imagen 5: Porción de un sistema de distribución de fluido en el que hay variaciones de velocidad, presión y elevación. ....	12
Imagen 6: Elemento de fluido en una tubería. ....	12
Imagen 7: Elementos de fluido utilizados en la ecuación de Bernoulli. ....	14
Imagen 8: Esquema altura de impulsión. ....	16
Imagen 9: Curva característica en cavitación. ....	19
Imagen 10: Demanda, presión y caudal en el pitón más alejado. ....	26
Imagen 11: Demanda, presión y caudal del pitón de mayor altura. ....	27
Imagen 12: Curva de la bomba de impulsión del sistema de lavado. ....	28
Imagen 13: Esquema estanque acumulador y bomba. ....	30
Imagen 14: Esquema canaletas alimentación sedimentador. ....	31
Imagen 15: Canaleta rectangular lateral. ....	32
Imagen 16: Canaleta semicircular de descarga de agua. ....	32
Imagen 17: Esquema sedimentador existente. ....	33
Imagen 18: Estanque desgrasador proyectado. ....	35
Imagen 19: Sección estanque acumulador de agua. ....	36
Imagen 20: Disposición de los estanques de acumulación de agua tratada. ....	37
Imagen 21: Bomba centrífuga modelo Meganorm 40-315 ....	39
Imagen 22: Pitón de lavado. ....	40
Imagen 23: Manguera de reposición de agua. ....	41
Imagen 24: Estanque desgrasador proyectado, vista superior. ....	42
Imagen 25: Estanque desgrasador proyectado, vista lateral. ....	42
Imagen 26: Estanque acumulador de agua tratada, vista superior. ....	43
Imagen 27: Estanque desgrasador de agua tratada, vista lateral. ....	43
Imagen 28: Tubería HDPE. ....	44
Imagen 29: Tubería acero al carbono. ....	45
Imagen 30: Válvula mariposa. ....	45
Imagen 31: Válvula de compuerta. ....	46
Imagen 32: Codo 90° HDPE. ....	46
Imagen 33: Gráfico selección de bomba, marca KSB. ....	64

Imagen 34: Catálogo selección de pitón. ....	66
Imagen 35: Catálogo pitón de lavado. ....	68
Imagen 36: Datos carrete auxiliar de agua. ....	69
Imagen 37: Extracto Brochure Interclean.....	73

**Índice de tablas.**

Tabla 1: Características tuberías ramal principal y secundario. ....	25
Tabla 2: Costeo componentes sistema de lavado. ....	49
Tabla 3: Clasificación de las partículas del suelo, según tamaño del suelo (U.S.D.A.) .....	60
Tabla 4: Propiedades físicas del agua. ....	61
Tabla 5: Valores partícula de arena. ....	62
Tabla 6: Presión de vapor del agua a diferentes temperaturas. ....	62
Tabla 7: Presión atmosférica a diferentes altitudes. ....	63
Tabla 8: Coeficientes de rugosidad de Manning.....	63
Tabla 9: Radio hidráulico para canaleta sección rectangular. ....	64