

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE DIAGRAMAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.1    INTRODUCCIÓN.....	11
1.2    DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN.....	12
1.3    OBJETIVO GENERAL .....	12
1.4    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.5    DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA Y MERCADOS .....	14
1.5.1    Carácterística de los productos Fabricados .....	15
1.6    ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA .....	18
1.7    DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	19
1.8    DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	21
1.9    LAYOUT PLANTA DE HORMIGÓN.....	23
1.10   DATOS TÉCNICOS DE LA PRODUCCIÓN.....	24
1.10.1   SISTEMA AUTOMÁTICO DE CARGA.....	24
1.10.2   CONTROL DE MATERIAS PRIMAS.....	25
1.10.3   SISTEMA DE MEDICIÓN DE MATERIALES .....	26
1.10.4   CONTROL DE REGISTRO DE CARGA .....	26
1.10.5   VERIFICACIÓN Y MANEJO DE CARGAS .....	27
1.10.6   NORMATIVAS APLICABLES .....	29
1.10.7   ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS .....	29
1.10.8   TRANSPORTE DEL PRODUCTO A OBRA .....	30
1.10.9   ENTREGA DEL PRODUCTO EN OBRA.....	30
1.11   DATOS DE LA PRODUCCIÓN .....	31

---

<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>33</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	34
2.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (RILES) .....	34
2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRATAMIENTO. ....	35
2.3.1 PRE-TRATAMIENTO.....	35
2.3.2 TRATAMIENTO PRIMARIO.....	35
2.3.3 TRATAMIENTO SECUNDARIO .....	37
2.3.4 TRATAMIENTO TERCIARIO O AVANZADO .....	37
2.4 TRATAMIENTOS FÍSICOS .....	38
2.5 TRATAMIENTOS QUÍMICOS .....	39
2.5.1 AJUSTE DE pH.....	39
2.5.2 COAGULACIÓN .....	39
2.5.3 FLOCULACIÓN .....	41
2.6 TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS .....	42
2.6.1 TRATAMIENTO DE LODOS.....	42
2.6.2 LODOS ACTIVADOS.....	43
<b>CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DEL CONTAMINANTE, SU PROYECCIÓN Y COMPARACIÓN CON LA NORMATIVA VIGENTE .....</b>	<b>44</b>
3.1 HORMIGÓN RESIDUAL Y FUENTES GENERADORAS .....	45
3.2 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS .....	46
3.3 MARCO LEGAL APLICABLE .....	48
<b>CAPÍTULO IV: ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL.....</b>	<b>50</b>
4.3 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO.....	51
4.3.1 SISTEMA MECÁNICO (RECICLADORES).....	51
4.3.2 SISTEMA NO MECANICO .....	56
4.3.2.1 SISTEMA QUÍMICO .....	56
4.3.2.2 SISTEMA DE PISCINAS DE SEDIMENTACIÓN.....	58

---

<b>CAPÍTULO V: ALTERNATIVA FACTIBLE Y EVALUACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>59</b>
5.1 ANÁLISIS .....	60
5.1.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	60
5.2 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	68
5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	69
CALCULO APROXIMADO DEL TIEMPO DE AMORTIZACIÓN .....	70
COSTO DEL SISTEMA BIBKO (al 20/05/2009):.....	70
DETALLE DE COSTOS MENSUALES: .....	70
ASPECTOS DE EVALUACIÓN Y FLUJO DE CAJA .....	72
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIÓN Y COMENTARIOS.....</b>	<b>74</b>
6.1 CONCLUSIÓN Y COMENTARIO.....	75
<b>CAPÍTULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>77</b>
7.1 REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	78
<b>CAPÍTULO VIII: ANEXOS .....</b>	<b>81</b>
8.1 REUTILIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL. ....	82
8.2 MEJORES PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE EXCESOS DE AGUAS LLUVIAS.....	86
ESTANQUES DE RETENCIÓN.....	86
ESTANQUES HÚMEDOS.....	87
ZANJAS DE INFILTRACIÓN.....	88
CUENCA DE INFILTRACIÓN.....	89
PAVIMENTO POROSO.....	90
FILTROS DE ARENA.....	91
CANAL DE HIERBAS.....	92
8.3 COSTOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA BIBKO.....	93
8.4 FLUJO DE CAJA.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Imagen Corporativa Empresa Pétreos S.A.....	14
Figura 1.2: Imagen de hormigón estructural. ....	15
Figura 1.3: Imagen de hormigón para pavimentos.....	16
Figura 1.4: Imagen de una planta de hormigón.....	17
Figura 1.5 : Imagen de una planta de dosificadora.....	20
Figura 1.6: Layout de planta Quilín.....	23
Figura 1.7: Almacenamiento de materias primas.....	29
Figura 1.8: Imagen de camión mixer.....	30
Figura 1.9: Despachos de hormigón premezclados Planta Quilín (m <sup>3</sup> ).....	33
Figura 4.1: Reciclado del hormigón.....	53
Figura 4.2: Diseño Haajem.....	54
Figura 4.3: Diseño Schwing Stetter.....	55
Figura 4.4: Diseño KSW.....	55
Figura 4.5: Piscinas de decantación.....	58
Figura 5.1: Layout de un sistema de reciclaje con dosificador de 10 m y tolva de 4 camiones.....	68
Figura A.2: Estanque típico de retención.....	86
Figura A.3: Estanque húmedo.....	87
Figura A.4: Zanjas de infiltración.....	88
Figura A.5: Cuenca de infiltración.....	89
Figura A.6: Pavimento poroso.....	90
Figura A.7: Filtro de Arena.....	91
Figura A.8: Canal de Hierbas.....	92

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Costos por tratamiento de residuos .....	12
Tabla 1.2: Estándares de Tolerancia.....	27
Tabla 1.3: Despachos de hormigón premezclados ( $m^3$ ) .....	31
Tabla 1.4 : Despachos de hormigón premezclados Planta Quilín ( $m^3$ ).....	32
Tabla 3.1: Resultado de análisis químico en los residuos .....	47
Tabla 3.2: Despachos de Hormigón y residuos líquidos generados .....	49
Tabla 5.1: Datos aprox. de planta Tipo (Quilín).....	69
Tabla 5.2: Agua recuperable aprox. de planta Tipo (Quilín).....	72
Tabla A.1: Factores de calculo para determinar la cantidad de agua residual ( $M_{AR}$ ) a utilizar y la cantidad de material sólido presente ( $M_f$ ) .....	84

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1.1: Estructura Administrativa Pétreos S.A.....	18
Diagrama 1.2: Control de materias primas.....	25
Diagrama 1.3: Sistema de medición de materiales.....	26
Diagrama 1.4: Entrega de producto en obra.....	30
Diagrama 2.1 : Esquema general de las Etapas de Tratamiento.....	38
Diagrama 2.2 : Esquema de una instalación de lodos Activados .....	43
Diagrama 4.1: Proceso de reciclado mecánico del hormigón .....	52