

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas



**CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA DURANTE
LA CONSTRUCCIÓN DE LA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA DE YUNCAN**

INFORME DE INGENIERIA

Para Optar el Título Profesional de :

INGENIERO INDUSTRIAL

QUISPE FUSTER, Roberto Elmer

LIMA - PERU

2006

A mi esposa por su apoyo
incondicional.

INDICE

	Pág.
DESCRIPTORES TEMÁTICOS	I
RESUMEN EJECUTIVO	II
INTRODUCCIÓN.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. LINEAMIENTOS Y DISPOSITIVOS AMBIENTALES	6
2.1 Ley General de Aguas – Decreto Ley No.17752	6
2.2 Límites de calidad del agua ambiental	7
2.3 Parámetros de la calidad de agua	9
2.4 Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos de las actividades eléctricas	11
2.5 Delitos ecológicos – Código Penal “D. Leg. No.635”.....	11
2.6 Efluente líquido	12
2.7 Fuentes de contaminación del agua	12
3. DESCRIPCIÓN DE LA C. H. YUNCAN	14
3.1 Central Hidroeléctrica de Yuncan	14
3.2 Descripción de la Infraestructura	16
3.2.1 Túnel	16
3.2.2 Casa de Máquinas	18

3.2.3	Presa, Bocatoma y Desarenador	18
3.2.3.1	Presa-Bocatoma Uchuhuerta	18
3.2.3.2	Presa Uchuhuerta	19
4.	IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA EN LA ETAPA DE DE CONSTRUCCIÓN	22
4.1	Efluente líquido generado por la construcción de la C. H. Yuncan..	24
4.1.1	Construcción de túneles	24
4.1.2	Construcción de la Casa de Máquinas	26
4.1.3	Construcción de Presa, Bocatoma y Desarenador.....	31
4.1.4	Campamento	34
4.2	Efluente líquido generado por las lluvias	34
4.3	Efluente líquido generado por la actividad agrícola de la zona	38
4.4	Efluente líquido generado por las actividades de la población	38
5.	PROGRAMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA DURANTE LA CONSTRUCCION DE LAC.H. YUNCAN	40
5.1	Procedimiento de muestreo utilizado en la C.H. Yuncan	41
5.1.1	Materiales	41
5.1.2	Colección de muestra y manejo	41
5.1.3	Técnicas analíticas	43
5.1.4	Manejo de datos e informes	46
5.2	Puntos de monitoreo y frecuencia en la C.H. Yuncan	47

6.	MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA C. H. Yuncan	52
6.1	Tanque de sedimentación	52
6.2.	Separación de aceites y grasas.....	61
6.3.	Laguna de estabilización	63
7.	RESULTADOS DEL MONITOREO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA C.H. YUNCAN	67
7.1	Periodo 2002	67
7.1.1	Maybamba aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	67
7.1.1.1	pH	67
7.1.1.2	Aceites y grasas	67
7.1.1.3	Sólidos suspendidos	68
7.1.2	Huallamayo aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	68
7.1.2.1	pH	68
7.1.2.2	Aceites y grasas	69
7.1.2.3	Sólidos suspendidos	69
7.1.3	Ventana No.03 (Túnel No.2-3-4) aguas abajo del río Paucartambo.	69
7.1.3.1	pH	69
7.1.3.2	Aceites y grasas	70
7.1.3.3	Sólidos suspendidos	70

7.1.4	Penstock (Túnel No.4) aguas arriba y aguas abajo del río	
	Paucartambo	70
7.1.4.1	pH	70
7.1.4.2	Aceites y grasas	71
7.1.4.3	Sólidos suspendidos	71
7.1.5	Túnel No.4-Penstock–Efluente que descarga en el río	
	Paucartambo	71
7.1.5.1	pH	71
7.1.5.2	Aceites y grasas	72
7.1.5.3	Sólidos suspendidos	72
7.1.6	Casa de Máquinas aguas abajo del río Paucartambo	72
7.1.6.1	pH	72
7.1.6.2	Aceites y grasas	72
7.1.6.3	Sólidos suspendidos	73
7.1.7	Uchuhuerta aguas arriba y aguas abajo del río Huachón	73
7.1.7.1	pH	73
7.1.7.2	Aceites y grasas	73
7.1.7.3	Sólidos suspendidos	74
7.2	Periodo 2003	74
7.2.1	Maybamba aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	74
7.2.1.1	pH	74
7.2.1.2	Aceites y grasas	74
7.2.1.3	Sólidos suspendidos	74

7.2.2	Huallamayo aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	75
7.2.2.1	pH	75
7.2.2.2	Aceites y grasas	75
7.2.2.3	Sólidos suspendidos	76
7.2.3	Ventana No.03 (Túnel No.2-3-4) aguas abajo del río Paucartambo.	76
7.2.3.1	pH	76
7.2.3.2	Aceites y grasas	76
7.2.3.3	Sólidos suspendidos	77
7.2.4	Penstock (Túnel No.4) aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	77
7.2.4.1	pH	77
7.2.4.2	Aceites y grasas	77
7.2.4.3	Sólidos suspendidos	77
7.2.5	Túnel No.4-Penstock–Efluente que descarga en el río Paucartambo	78
7.2.5.1	pH	78
7.2.5.2	Aceites y grasas	78
7.2.5.3	Sólidos suspendidos	78
7.2.6	Casa de Máquinas aguas abajo del río Paucartambo	79
7.2.6.1	pH	79
7.2.6.2	Aceites y grasas	79
7.2.6.3	Sólidos suspendidos	79
7.2.7	Uchuhuerta aguas arriba y aguas abajo del río Huachón	80
7.2.7.1	pH	80

7.2.7.2 Aceites y grasas	80
7.2.7.3 Sólidos suspendidos	80
7.3 Periodo 2004	81
7.3.1 Maybamba aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	81
7.3.1.1 pH	81
7.3.1.2 Aceites y grasas	81
7.3.1.3 Sólidos suspendidos	81
7.3.2 Huallamayo aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	82
7.3.2.1 pH	82
7.3.2.2 Aceites y grasas	82
7.3.2.3 Sólidos suspendidos	82
7.3.3 Ventana No.03 (Túnel No.2-3-4) aguas abajo del río Paucartambo.	83
7.3.3.1 pH	83
7.3.3.2 Aceites y grasas	83
7.3.3.3 Sólidos suspendidos	83
7.3.4 Penstock (Túnel No.4) aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	83
7.3.4.1 pH	83
7.3.4.2 Aceites y grasas	84
7.3.4.3 Sólidos suspendidos	84
7.3.5 Túnel No.4-Penstock–Efluente que descarga en el río Paucartambo	84
7.3.5.1 pH	84

7.3.5.2 Aceites y grasas	84
7.3.5.3 Sólidos suspendidos	85
7.3.6 Casa de Máquinas aguas abajo del río Paucartambo	85
7.3.6.1 pH	85
7.3.6.2 Aceites y grasas	85
7.3.6.3 Sólidos suspendidos	86
7.3.7 Uchuhuerta aguas arriba y aguas abajo del río Huachón	86
7.3.7.1 pH	86
7.3.7.2 Aceites y grasas	86
7.3.7.3 Sólidos suspendidos	86
7.4 Periodo 2005	87
7.4.1 Maybamba aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	87
7.4.1.1 pH	87
7.4.1.2 Aceites y grasas	87
7.4.1.3 Sólidos suspendidos	88
7.4.2 Huallamayo aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	88
7.4.3 Ventana No.03 (Túnel No.2-3-4) aguas abajo del río Paucartambo.	88
7.4.4 Penstock (Túnel No.4) aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo	89
7.4.4.1 pH	89
7.4.4.2 Aceites y grasas	89
7.4.4.3 Sólidos suspendidos	89
7.4.5 Túnel No.4-Penstock–Efluente que descarga en el río	

Paucartambo	90
7.4.5.1 pH	90
7.4.5.2 Aceites y grasas	90
7.4.5.3 Sólidos suspendidos	90
7.4.6 Casa de Máquinas aguas abajo del río Paucartambo	91
7.4.7 Uchuhuerta aguas arriba y aguas abajo del río Huachón	91
7.4.7.1 pH	91
7.4.7.2 Aceites y grasas	91
7.4.7.3 Sólidos suspendidos	91
8. ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA	96
8.1 Sistema de tratamiento del agua residual – Túnel No.01 - Ventana No.02.....	96
8.2 Sistema de tratamiento del agua residual – Túnel No.02-3-4 – Ventana No.03-Penstock.....	97
8.3 Sistema de tratamiento del agua residual generado durante la operación de la Cantera de agregados Maybamba	99
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
9.1 Conclusiones	107
9.2 Recomendaciones	109

BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	115
• Anexo No.01.- Tipificación y escalas de multas y sanciones relacionadas con la emisión de efluentes líquidos.....	116
• Anexo No.02.- Análisis de la calidad del agua del río Paucartambo y Huachón.....	118

DESCRIPTORES TEMATICOS

- Central Hidroeléctrica Yuncan.
- Límites de calidad del agua en el Perú.
- Métodos de tratamiento del agua residual
- Monitoreo para el control de la calidad del agua.
- Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos de las actividades eléctricas.
- Parámetros de la calidad del agua

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe esta basado en el control de la calidad del agua de los ríos Huachón y Paucartambo durante la construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan - Paucartambo II. El cual ha sido desarrollado a lo largo de los 8 capítulos del presente estudio. En el primer capítulo se define el problema del control de calidad de agua y se identifica las causas que a ello contribuyen, mediante la utilización del diagrama causa-efecto.

En el segundo capítulo se detalla los lineamientos y dispositivos ambientales relacionados con el control de calidad del agua, el derecho y las prioridades para el uso del agua, los niveles máximos permisibles para los efluentes líquidos que son generados por la actividad eléctrica.

En el tercer capítulo se describe las características principales de la central hidroeléctrica de Yuncan, su ubicación regional y la infraestructura que la conforman.

En el cuarto capítulo se identifica las fuentes de contaminación que alteran la calidad del agua del río dentro del ámbito del proyecto, en el cual además de los efluentes líquidos generados por la actividad de construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan, se consideran los efluentes líquidos

generados por las lluvias, actividades agrícolas de la zona y las actividades de la población.

En el quinto capítulo se describe el programa de monitoreo para el control de calidad del agua de los ríos Paucartambo y Huachón, el cual está basado en los lineamientos generales del Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Agua de la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas.

En el sexto capítulo se describe los diferentes tipos de tratamiento que se aplicaron durante las diferentes etapas de construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan. Así mismo para una mejor explicación se incluyen diagramas y los planos que se utilizaron para el tratamiento de agua residual generada durante el proceso de excavación de los túneles.

En el séptimo capítulo se realiza el análisis de los resultados obtenidos del monitoreo para el control de calidad del agua de los ríos Paucartambo y Huachón, a través del cual nos permitirá identificar cuáles son las fuentes que están afectando la calidad del agua de los ríos y realizar las correcciones del caso.

Finalmente en el capítulo octavo se analizan los costos que implican la implementación de un sistema de tratamiento del agua residual generado durante la construcción de los túneles, Casa de Máquina, Presa-Bocatoma-Desarenador Huallamayo-Uchuhuerta y operación de una Cantera de agregados, infraestructura principal de la Central Hidroeléctrica de Yuncan. La implementación de dicho tratamiento permitirá mantener la calidad del

agua del cuerpo receptor “ríos Paucartambo y Huachón” dentro de los niveles permisibles.

INTRODUCCIÓN

El área de estudio donde se desarrolla el Monitoreo de la aguas residuales generadas por la construcción de la Central Hidroeléctrica Yuncan - Paucartambo II, se ubica los centros poblados de Quiparacra y Huallamayo y Yuncan, perteneciente al Distrito de Huachón y Paucartambo y Departamento de Pasco.

El marco legal ambiental en el que se circunscribe las actividades de construcción y operación de la Central Hidroeléctrica Yuncan, está conformado por las normas y/o dispositivos legales vigentes en nuestro país, que tienen relación directa con la conservación y preservación del medio ambiente y la ejecución de Proyectos de Inversión. Estas normas son de carácter general y carácter específico, las cuales se mencionan en el Capítulo II. Las normas que se utilizará en el presente Informe de Ingeniería son la Ley de General de Aguas D.L.N°17752 y los límites máximos permisibles de emisión para actividades eléctricas R.D. N°008-97-EM/DGAA.

El Programa de Monitoreo para el control de la calidad de agua, registra la concentración real de los sedimentos, pH, aceite y grasa emitidos por las descargas del agua residual, los cuales son comparados con los niveles máximos permisibles, exigidos por el organismo gubernamental, a base del

análisis de los resultados, se determina en que medida las descargas generadas por las actividades de construcción, contribuye a la contaminación de los ríos Paucartambo y Huachón, así mismo nos permitirá determinar la eficiencia de cada uno de los sistemas de tratamiento de agua residuales, utilizados durante la construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan - Paucartambo II.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante la construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan se presentó problemas con la calidad del agua de los ríos Paucartambo y Huachón, la cual estaba siendo alterada por las descargas de los efluentes líquidos, originados por las actividades propias de la construcción, como presencia de aceites, grasas, desechos y concentración de sedimentos en el río.

La calidad del agua del río es medida a través de varios parámetros tales como caudal, pH, sólidos suspendidos, aceites y grasas, coliformes fecales, etc, los cuales se describen en el Capítulo II.

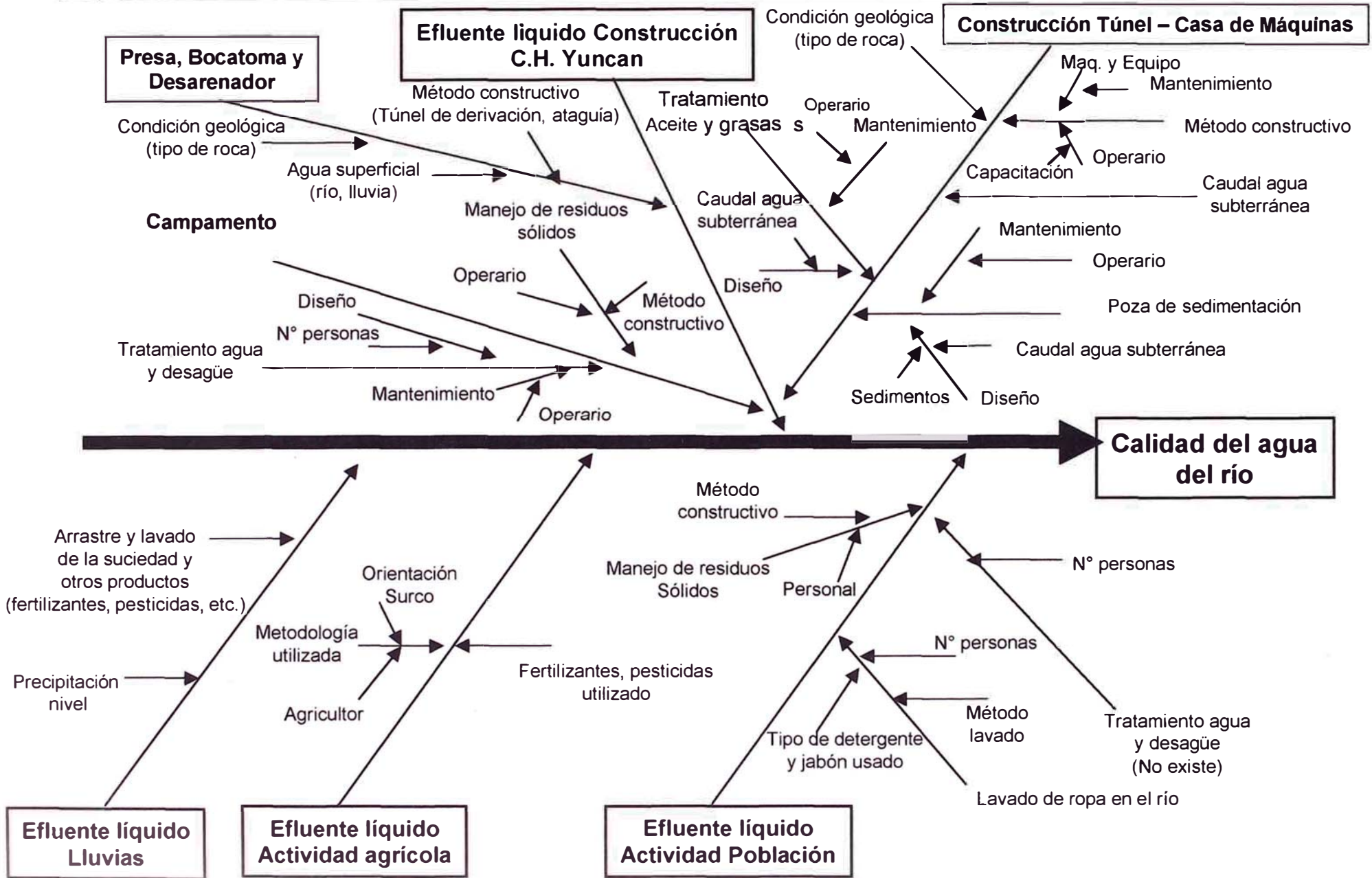
Las causas que afectan la calidad de agua de los ríos Paucartambo y Huachón, se describen a través de un Diagrama de Causa-efecto, ver **Diagrama No.01**.

Para poder determinar si las actividades de construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan están afectando la calidad del agua del río y en que nivel están afectando los contaminantes a la calidad del agua de los ríos Paucartambo y Huachón, es necesario implementar un Programa de Monitoreo del agua, a través del cual se realicen el monitoreo de la descarga

de los efluentes líquidos dentro del ámbito del Proyecto y el monitoreo de las aguas del río receptor.

El objetivo principal de este monitoreo, es controlar y mantener la calidad del agua de los ríos Paucartambo y Huachón, dentro de los niveles permisibles, para lo cual es necesario conocer y controlar los procesos de erosión, sedimentación y los niveles de contaminación que se generen durante la construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan.

Diagrama No.01: Causa-efecto en la calidad del agua del río durante la Construcción de la C.H.Yuncan



CAPITULO II

LINEAMIENTOS Y DISPOSITIVOS AMBIENTALES

2.1 LEY GENERAL DE AGUAS – DECRETO LEY No.17752

La legislación vigente sobre aguas esta determinada por la Ley General de Aguas, promulgado en julio de 1969. A través de esta ley se define que todos los recursos naturales son públicos y específicamente todas las aguas pertenecen al Estado, sin aceptar ninguna excepción.

La norma faculta a la Autoridad de Aguas para implementar medidas que alienten un uso adecuado, con el fin de lograr la máxima disponibilidad de los recursos hídricos y mayor grado de eficiencia en su utilización. Así mismo, prohíbe el vertimiento o emisión de cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso, que pueda alterar la calidad de las aguas y ocasionar daños a la salud humana y poner en peligro los recursos hidrobiológicos de los cauces afectados; así como, alterar el normal desarrollo de la flora y fauna - Artículo 22 – Capítulo 2. También, refiere que los efluentes deben ser adecuadamente tratados hasta alcanzar los límites permisibles. Al respecto, se establecerán puntos de monitoreo para vigilar la calidad de las aguas, a fin de que los niveles de concentración de los parámetros físico-químico y

biológicos, se encuentren dentro de los límites máximos permisibles, establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA.

En el artículo 27, se establece el orden de las preferencias en el uso de las aguas, en él se da especial atención a las necesidades primarias y abastecimiento de las poblaciones humanas; en segunda instancia se favorece el uso para la cría y explotación de animales.

La agricultura tiene la tercera prioridad en el uso de aguas, continúa en ese orden, las actividades energéticas, industriales y mineras. El orden de prioridades, a partir de las actividades agrícolas, energéticas, industriales y mineras; así como, de otros usos, podrá ser modificado por el Poder Ejecutivo, en atención a los siguientes criterios básicos: características de las cuencas o sistemas, disponibilidad de aguas, política hidráulica, planes del Sector Agricultura, usos de mayor interés social y público y usos de mayor interés económico.

2.2 LÍMITES DE CALIDAD DEL AGUA AMBIENTAL

La protección de los recursos acuáticos está regulada en el Perú por la Ley General de Aguas, Decreto Legislativo No.17752 y sus modificaciones de los capítulos I, II y III, promulgado mediante el Decreto Supremo No.007-83-SA, que estableció los límites para proteger el agua de acuerdo con una clasificación de usos, las cuales se muestra en la **Tabla No.01**.

Tabla No.01: Límites de calidad de agua en el Perú

Parámetro	Unidad	Uso de recurso de agua					
		I	II	III	IV	V	VI
Límites bacteriológicos							
Coliformes totales (1)	NMP/100 ml	8.8	20,000	5,000	5,000	1,000	20,000
Coliformes fecales (1)	NMP/100 ml	0	4,000	1,000	1,000	200	4,000
Límites de demanda bioquímica de oxígeno y de oxígeno disuelto							
Oxígeno disuelto	mg/L	3	3	3	3	5	4
D.B.O (2)	mg/L	5	5	15	10	10	10
Límites de sustancias potencialmente peligrosas							
Selenio	mg/L	0.01	0.01	0.05	----	0.005	0.01
Mercurio	mg/L	0.002	0.002	0.01	----	0.0001	0.0002
P.C.B	mg/L	0.001	0.001	(3)	----	0.002	0.002
Esteres Estalatos	mg/L	0.0003	0.0003	0.0003	----	0.0003	0.0003
Cadmio	mg/L	0.01	0.01	0.05	----	0.0002	0.004
Cromo	mg/L	0.05	0.05	1.0	----	0.05	0.05
Niquel	mg/L	0.002	0.002	(3)	----	0.002	(4)
Cobre	mg/L	1.0	1.0	0.5	----	0.01	(5)
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.1	----	0.01	0.03
Zinc	mg/L	5.0	5.0	25.0	----	0.02	(4)
Cianuros (CN)	mg/L	0.2	0.2	(3)	----	0.005	0.005
Fenoles	mg/L	0.0005	0.001	(3)	----	0.001	0.1
Sulfuros	mg/L	0.001	0.002	(3)	----	0.002	0.002
Arsénico	mg/L	0.1	0.1	0.2	----	0.01	0.05
Nitratos (N)	mg/L	0.01	0.01	0.1	----	N.A.	N.A.
Pesticidas	mg/L	(6)	(6)	(6)	----	(6)	(6)
Límites de sustancias o parámetros potencialmente perjudiciales							
H.E.M (7)	mg/L	1.5	1.5	0.5	0.2	----	----
A.B.M.S (8)	mg/L	0.5	0.5	1.0	0.5	----	----
C.A.E (9)	mg/L	1.5	1.5	5.0	5.0	----	----
C.C.E (10)	mg/L	0.3	0.3	1.0	1.0	----	----

Fuente: Ley General de Aguas - D.S. No.007-83-SA

Elaboración propia

Notas:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección
 - II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración aprobados por el Ministerio de Salud.
 - III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
 - IV. Agua de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares)
 - V. Agua de zona de pesca de mariscos bivalvos.
 - VI. Agua de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial
- (1): Entendidos como valor máximo en 80% de 5 ó mas muestras mensuales
(2): Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días, 20°C
(3): Valores a ser determinados. En caso de sospechar su presencia se aplicará los valores de la columna V provisionalmente.

- (4): Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02.
- (5): Pruebas LC50 de 96 horas, multiplicadas por 0.1, siendo LC50 la dosis letal que provoca la muerte o inmovilización del 50% de las especies usadas en el bioensayo.
- (6): Para cada uso se aplicará como límite los criterios de calidad de aguas establecidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE.UU. (EPA).
- (7): Materiales extractable en hexano (grasa principalmente)
- (8): Sustancia activas de azul de metileno (detergente principalmente)
- (9): Extracto de columna de carbón activo por alcohol (según método de flujo lento)
- (10): Extracto de columna de carbón por cloroformo (según método de flujo lento).

Teniendo en cuenta la Ley General de Aguas, la calidad de los caudales de los ríos Paucartambo y Huachón se clasifican según su uso:

- Tipo III – Agua de irrigación de plantaciones y de bebederos para animales.
- Tipo VI – Agua para la preservación de fauna acuática y/o actividades de pesca.

2.3 PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los parámetros de calidad del agua que deben ser monitoreados en las descargas y aguas receptoras durante las actividades de construcción, operación de una Central Hidroeléctrica, Ind. Minera, Ind. Petrolera, etc, tienen que guardar relación con los contaminantes potenciales que puedan estar presentes en las aguas residuales generadas por éstas actividades.

En la Tabla No.02 se describe las razones porque se debe incluir el monitoreo de cada parámetro.

Tabla No.02: Parámetros de la calidad de agua

Parámetros	Descripción	Propósito
Caudal	Cantidad de agua emitida que pasa por cierto punto	Necesario para calcular las cantidades de contaminantes o de agua natural
PH	Concentración de iones de Hidrogeno	Algunos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática. Se recomienda que el pH sea mayor que 6 y menor que 9.
Sólidos suspendidos	Concentración de materia particulada (orgánico y, de túneles y principalmente canteras, inorgánico)	Las partículas convierten el agua en agua de color marrón, o que puede tener efectos sociales agua abajo. Puede generar sedimentación y cubrir a los organismos del fondo con lodo. Disminuye la luz solar para la vida acuática.
BOD (Demanda Biológica de Oxígeno)	Cantidad de material orgánico biodegradable	Para evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento de agua. Para estimar la reducción de oxígeno en el receptor debido a biodegradación.
Oxígeno disuelto	Cantidad de Oxígeno	Para evaluar las condiciones de vida en los cursos de agua
Fecal y coliformes totales	Contenido de bacterias principalmente asociadas con los desechos humanos y animales	Aguas residuales pueden contener bacterias que transmiten enfermedades
Nitrato	Concentración de Nitrato	El Nitrato puede causar eutrofización. Una concentración alta puede ser tóxica.
Aceites y grasas	Derrames de aceite. Es perjudicial para la vida acuática porque forma películas sobre la superficie del agua, reduce la aeración y disminuye la penetración de la luz solar necesaria para la fotosíntesis de las plantas acuáticas.	Evaluar la eficiencia de las trampas de aceite.
Sulfato	Concentración de sulfato	El cemento contiene algunas cantidades de sulfato. Concentraciones altas de Sulfato pueden ser tóxicas.
Amoniaco	Concentraciones de iones de amoniaco	Los alcantarillados y los explosivos empleados contienen amoníaco. Concentraciones altas son tóxicas para la fauna acuática.
Cloros y fosfatos	Concentración de Cl y P	Los detergentes usados en los Campamentos contienen Cloro y Fosfatos. Concentraciones altas pueden ser tóxicas.
Temperatura	Temperatura del agua monitoreada	Las descargas de agua a altas temperaturas pueden causar daños a la flora y fauna de las aguas receptoras al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – DGA
Elaboración Propia

Los resultados de los análisis obtenidos para cada parámetro no deberán exceder los NMP - Niveles Máximos Permitidos, indicados en las leyes y reglamentos.

2.4 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EFLUENTES LÍQUIDOS DE LAS ACTIVIDADES ELÉCTRICAS

Los niveles máximos permitidos para las actividades de electricidad se indican en la **Tabla No.03**.

Tabla No.03: Niveles máximos permisibles de emisión de efluentes líquidos para las actividades eléctricas

Parámetros	Unidad	Valor en cualquier momento	Valor promedio anual
Ph		> 6 y < 9	> 6 y < 9
Aceites	mg/L	20	10
Sólidos suspendidos	mg/L	50	25

Fuente: Ministerio de Energía y Minas –DGA- R.D. 008-97-EM/DGGA (17-Marzo-1997)
Elaboración Propia

2.5 DELITOS ECOLÓGICOS – CÓDIGO PENAL (D. LEG. No.635)

Los delitos ecológicos están definidos en el Título XIII del Código Penal Peruano, artículos 304 y 314, y establecen penas de cárcel no menores de un año y no mayores de cuatro años con una multa para aquellos que violen el reglamento de protección del ambiente de una forma que pueda causar daño a la vida humana, la salud, las especies en peligro de extinción, etc.

Cualquier acción legal relacionada con los delitos ecológicos, no podrá ser entablada sin el consentimiento y aprobación previos del sector competente, el Ministerio de Energía y Minas para las actividades energéticas. Si un delito

ecológico involucrara a más de un sector, y éstos no pudieran ponerse de acuerdo, el CONAM actuará como mediador y deberá emitir una resolución final.

En el **Anexo No.01** se detalla la tipificación y escalas de multas y sanciones relacionado con la emisión de efluentes líquidos.

2.6 EFLUENTES LÍQUIDOS

Los efluentes líquidos son residuos líquidos o residuos líquidos mezclados con sólidos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales, más las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que pudieran agregarse. Todas estas aguas afectan de algún modo la vida normal de sus correspondientes cuerpos receptores; quebrada, río, laguna, mar, etc.

2.7 FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Las aguas residuales pueden tener los siguientes orígenes:

- **Agrícola ganadero:** Son el resultado del riego y de otras labores como limpieza ganadera, que pueden aportar al agua grandes cantidades de estiércol y orines; materia orgánica, nutrientes y microorganismos. Uno de los mayores problemas es la contaminación con nitratos.

- **Origen Doméstico:** Son las que provienen de núcleos urbanos. Contienen sustancias procedentes de la actividad humana; alimentos, deposiciones, basuras, productos de limpieza, jabones, etc.
- **Origen pluvial:** Se origina por arrastre de la suciedad que encuentra a su paso el agua de lluvia.
- **Origen industrial:** Los procesos industriales generan una gran variedad de aguas residuales, y cada industria debe estudiarse individualmente.

Tabla No.04: Sustancias contaminantes detectados con frecuencia en diversos tipos de industrias

Industria
Asbestos
Molienda de granos
Química inorgánica cloro-sosa
Industria química orgánica
Refinerías de petróleo
Conservas vegetales
Industrias lácteas
Productos cárnicos
Producción de fertilizantes nitrogenados
Fertilizantes fosfatados
Vidrio plano
Cemento, hormigón, cales y yeso
Materiales plásticos y fibras sintéticas
Celulosa y papel
Curtido y acabado de pieles y cueros
Acabado de superficies metálicas
Industria del acero
Industrial textil
Generación de vapor y centrales hidroeléctricas y térmicas
Aluminio
Automóvil
Azucareras
Bebidas
Granjas de ganado
Elaboración Propia

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE YUNCAN

3.1 CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE YUNCAN

La Central Hidroeléctrica Yuncan - Paucartambo II se ubica los centros poblados de Quiparacra, Huallamayo y Yuncan, perteneciente al Distrito de Huachón y Paucartambo y Departamento de Pasco, ver **Plano No.01**. Es una de las Obras de mayor inversión que viene ejecutando el Gobierno Peruano. La obra se ejecuta con el respaldo financiero del Gobierno del Japón a través del JBIC.

La Empresa de Generación de Energía Eléctrica del Centro S.A. – EGECEEN S.A. la Propietario y responsable de la Administración de la Obra. La Supervisión de la Obra está a cargo de la Empresa Japonesa ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO. LTD - EPDC.

La ejecución de la Obra esta cargo de los siguientes contratistas:



Plano No.01.- Ubicación de la Central Hidroeléctrica de Yuncan - Paucartambo II

Tabla No.05.- Relación de Empresas constructoras del C. H. Yuncan

CONTRATISTA	LOTE	OBRA
Asociación Skanska-Cosapi-Chizaki	T-1	Obras civiles
Va Tech Hydro S.A.	T-2	Turbinas y equipamiento auxiliar
Alstom Holdings-Toshiba Corporation	T-3	Equipamiento eléctrico
Alstom Brasil LTDA-Alstom Power Hydro	T-4	Equipamiento hidromecánico
Consortio: Eléctricas de Medellín – Proyectos Andinos S.A.	T-5	Línea de transmisión

Fuente: Proyecto C.H. Yuncan

Elaboración Propia

Las características principales de la Central Hidroeléctrica de Yuncan son:

- Capacidad instalada: 130 MW, 3 unidades de 44,50 MW.
- Caída efectiva: 513 m
- Producción promedio anual de energía: 901,21 GWh
- Caída total: 556,6 m
- Generador; tipo vertical, capacidad 48,20 MVA, 3 unidades de generación, velocidad de 450 r.p.m factor de potencia 90%, tensión de generación 13,8 kv, frecuencia 60 Hz, procedencia Toshiba-Japón.
- Turbina; tipo pelton vertical, capacidad 44.50 mw, 3 turbinas, descarga máxima 10 m/s.
- Transformador; 3 unidades, cada una de 48,200kVA de potencia nominal, trifásico, de dos devanados, peso aprox. 65 ton., procedencia Rusia.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

3.2.1 Túnel

La Central Hidroeléctrica de Yuncan, contempla la ejecución de 4 Túneles, las cuales se muestran en el siguiente cuadro. Una vez culminadas, a través de ellas circulará parte del agua de los ríos Paucartambo y Huachón, los cuales alimentaran a la Casa de Máquinas, ver **Diagrama No.02**.

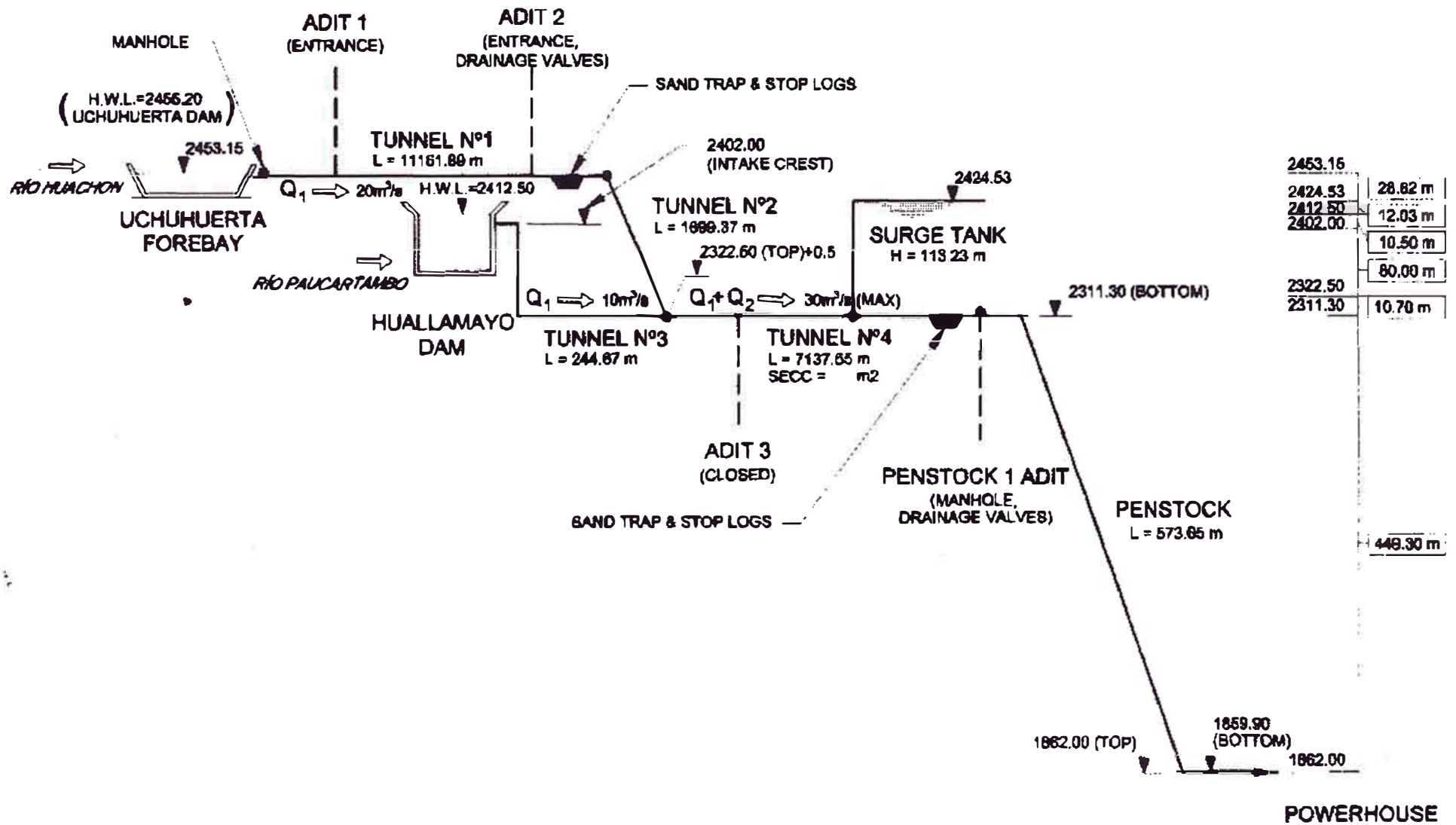


Diagrama No.02.- Túneles de la Central Hidroeléctrica de Yuncan

Tabla No.06.- Relación de Túneles que conforman la C.H. Yuncan

No	EXCAVACIÓN	FLUJO	DIAMETRO (m)	LONGITUD (m)
1	TBM	Libre	2,90 / 3,40	9 797,39
	Convencional	Libre	3,25 / 3,50	1 362,67
2	Convencional	Presión	3,40 / 5,50	1 605,64
3	Convencional	Presión	4,00 / 4,40	251,21
4	TBM	Presión	4,10	1 509,87
	Convencional	Presión	4,00 / 4,40	5 500,07

Fuente: Proyecto C.H. Yuncan
Elaboración Propia

3.2.2 Casa de Máquinas

La Casa de Máquinas en la Central Hidroeléctrica de Yuncan, es edificada dentro de una caverna, de dimensiones; 78.50m de largo, 18.50m de ancho y 33.00m de altura, ver **Foto No.01, No.02**.

En la Casa de Máquinas, se ubica 3 turbinas tipo Pelton de eje vertical con capacidad de 44.50 MW cada una. Cada unidad posee 4 inyectores para una descarga máxima de 10m³/s. La energía promedio prevista es de 901 GW-h por año. En la Casa de Máquinas se encuentran instalados los siguientes elementos: Puente grúa con capacidad de 100 ton, 3 válvulas tipo globo, 3 turbinas hidráulicas, 3 generadores eléctricos, 3 transformadores de potencia y sistemas auxiliares.

3.2.3 Presa, Bocatoma y Desarenador

3.2.3.1 Presa-Bocatoma Uchuhuerta

Se ubica en el cauce del río Huachón, en este sector se construye una Presa, Bocatoma y Desarenador, ver **Foto No.03**, con la finalidad de derivar un caudal máximo de 20 m³/s a los túneles de aducción del Proyecto. Las

principales características de las estructuras en Uchuhuerta son las siguientes:

- La Presa es una estructura de tipo flotación-concreto-gravedad, la altura máxima es de 20m y la longitud de derrame es de 47.10m, esta Presa posee dos compuertas radiales de 5.70mx7.50m cada una y se ha previsto en el diseño una descarga de flujo máxima en avenida de 1000 m³/s.
- La Bocatoma tiene 6 compuertas de captación y el Desarenador es de 2 cámaras que confluyen a una taza de carga, disponiéndose de una rejilla de ingreso al Túnel 1, cada una de las naves del Desarenador tiene las siguientes dimensiones: 19.50m. de ancho, 70.00m. de longitud y 5.00m. de altura.

3.2.3.2 Presa Huallamayo

Esta Presa de concreto está emplazada en el cauce del río Paucartambo, tiene una altura de 50m. y su longitud de derrame es de 80m, ver **Foto No.04**, mediante esta Presa se puede captar hasta 30 m³/s. Posee dos compuertas radiales de 5.0mx5.0m cada una, además posee una compuerta de exclusiva de 3.50mx3.0m y otra compuerta de exclusiva de 4.0mx4.0m, la descarga de flujo para máxima avenida es de 50m³/s. Esta Presa originará un embalse de 1,800,000 m³ de capacidad bruta, con una capacidad efectiva para regulación diaria de 300,000 m³.



Foto No.01.-Casa de Máquinas – Central Hidroeléctrica Yuncan



Foto No.02.- Primer giro de la Unidad 1 (brida de unión de turbina y generador)

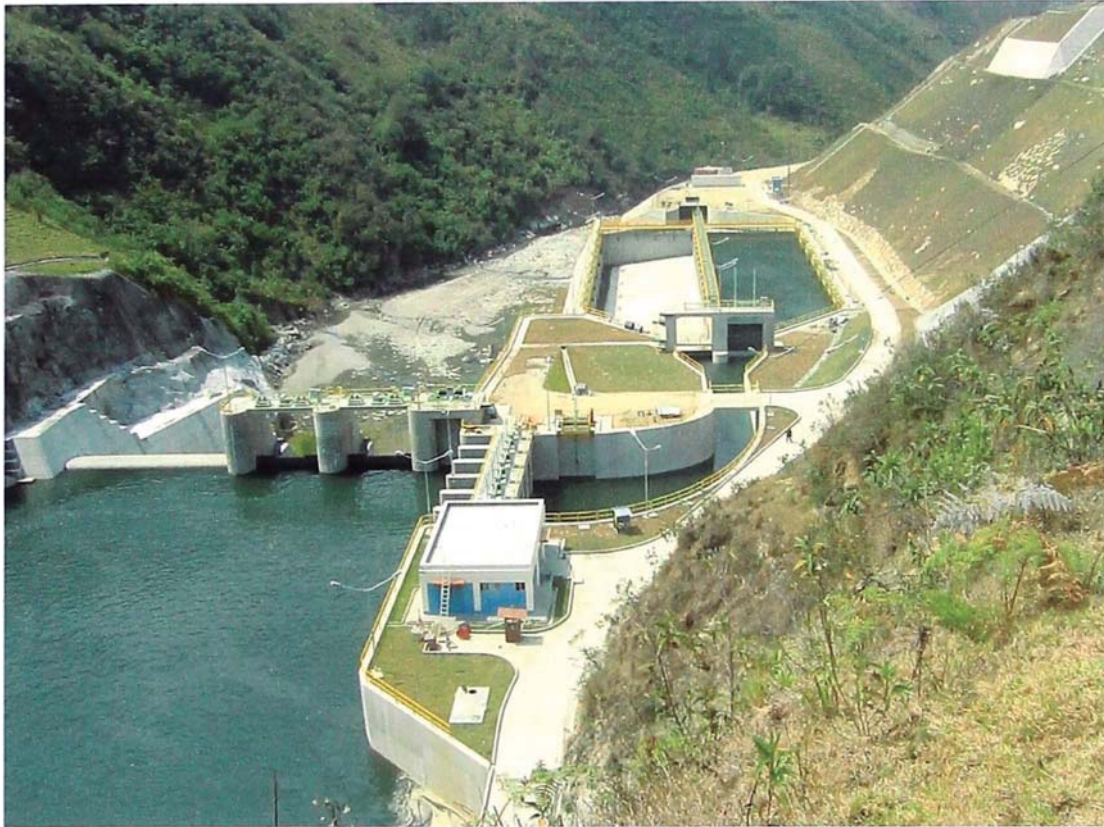


Foto No.03.- Presa – Bocatoma – Desarenador - Uchuhuerta



Foto No.04.-Presa – Bocatoma – Desarenador - Huallamayo

CAPITULO IV

IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION

Dentro del ámbito de la Central Hidroeléctrica de Yuncan, existen los ríos Paucartambo, ver **Foto No.05** y Huachón, ver **Foto No.06**, los cuales, por las actividades propias de su construcción, la calidad del agua esta siendo alterada, pero no sabemos, en medida dichas actividades está contribuyendo a alterar la calidad del agua del río. Para poder determinar esta interrogante, es necesario identificar cuales son las fuentes de contaminación que existe dentro del Proyecto, una vez definido las fuentes de contaminación procederemos a monitorear cada uno de los efluentes, y en base al análisis físico-químico y la evaluación de cada uno de los efluentes, determinar si las actividades de la construcción están afectando la calidad del río.

Las descargas de los efluentes líquidos que afectan la calidad del río lo podemos identificar de la siguiente manera;

- Efluente líquido generado por la construcción de la C. H. Yuncan.
- Efluente líquido generado por las lluvias de la zona.
- Efluente líquido generado por la actividad agrícola de la zona.
- Efluente líquido generado por las actividades domésticas de la población.



Foto No.05.-Río Paucartambo



Foto No.06.- Río Huachón

4.1 EFLUENTE LÍQUIDO GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA C. H. YUNCAN

Teniendo en cuenta la infraestructura de la Central Hidroeléctrica Yuncan, descrita en el Capítulo III, la construcción de los Túneles, de la Casa de Máquinas, Presa, Bocatoma y Desarenador de Uchuhuerta y Huallamayo, así como el establecimiento de los Campamentos generan efluentes líquidos, cuya descarga, afectará en alguna medida la calidad del río.

4.1.1 Construcción de túneles

La excavación de los túneles se realiza por el método convencional y TBM. La excavación por el método convencional, se realiza con ayuda de explosivos, mediante voladuras controladas y paralelamente se instala los soportes necesarios a través de pernos de anclaje y concreto que se lanzan en las paredes del túnel, shocrete y fibracreto, permitiendo de esta forma mantener en condiciones seguras el área excavada del túnel, y posteriormente continuar con el proceso de excavación hasta su culminación.

La excavación por el método TBM, se realizan con ayuda de una máquina perforadora, tipo gusano, movilizado a través de rieles, en aquellos túneles de condiciones geológicas mas favorables, en el cual esta previsto no realizar ningún tipo de revestimiento, tal es el caso parte del Túnel No.01 y No.04.

Durante la construcción del túnel se extraen en forma progresiva grandes cantidades de material rocoso y gravas, los cuales se van colocando en las áreas de disposición y/o botaderos temporales.

Durante el proceso de excavación se encontró gran cantidad de agua subterránea, ver **Foto No.07 y No.08**, siendo necesario la instalación de bombas y construcción de canaletas, con el fin de conducir el agua subterránea hacia la salida del túnel - ventana del túnel y posteriormente conducir las hacia al río, previo tratamiento.

Durante las inspecciones realizadas por el Comité de Seguridad y Medio Ambiente, se observó la colmatación del sistema de tratamiento de sedimentación y aceite de aceites, originado por un incremento inusual del caudal del agua, ver **Foto No.09 y No.10**. Así mismo se observó que se venía arrojando agua subterránea al río, sin realizar ningún tipo de tratamiento, ver **Foto No.11 y No.12**, los cuales posteriormente fueron corregidos, la cual consistió en una ampliación de la capacidad y mejora del proceso de sedimentación.

El agua subterránea proveniente del túnel era ligeramente turbia, la cual se debía a la presencia de sedimentos, provenientes del frente de excavación, cuyo material suelto, era lavado y arrastrado por el agua subterránea.

La calidad del agua del efluente líquido generado por la construcción del túnel dependerá del sistema de tratamiento de aceite utilizado, poza de sedimentación, del caudal del agua subterránea existente, método de construcción empleado y del tipo de roca del túnel, las cuales se explican en el **Diagrama No.03**. Este efluente líquido finalmente será descargado al río Paucartambo y Huachón, alterando en alguna medida la calidad del río, para lo cual es necesario realizar un análisis físico-químico de las muestras de agua de los diferentes puntos de monitoreo; aguas abajo y aguas arriba del

frente de excavación y efluente respectivo, el cual nos permitirá determinar la eficiencia de cada uno de los sistemas de tratamiento empleado y en que medida y niveles se está contaminado el agua del río Paucartambo y Huachón, evaluación que se realiza en el Capítulo VII.

4.1.2 Construcción de la Casa de Máquinas

La caverna de la Casa de Máquinas es construida dentro de un cerro. Utilizando la excavación por método convencional, empleando explosivos, mediante voladuras controladas y paralelamente realizando los trabajos de sostenimiento y soporte del área excavada, permitiendo de esta manera contar con un área de segura, procedimiento que se repite hasta su culminación.

La entrada de la Casa de Máquinas, se realiza a través de un túnel de acceso.

Durante el proceso de excavación se encontró gran cantidad de agua subterránea, siendo necesario la instalación de bombas y construcción de canaletas, con el fin de conducir el agua subterránea hacia la salida del túnel de acceso a la Casa de Máquinas, posteriormente conducir las hacia al río Paucartambo, previo tratamiento.



Foto No.07.-Caudal agua Subterránea – Túnel No.04 Penstock



Foto No.08.- Bombeo agua subterránea - Túnel No.04 Penstock



Foto No.09.- Incremento extraordinario del caudal del agua subterránea
- Túnel No.04

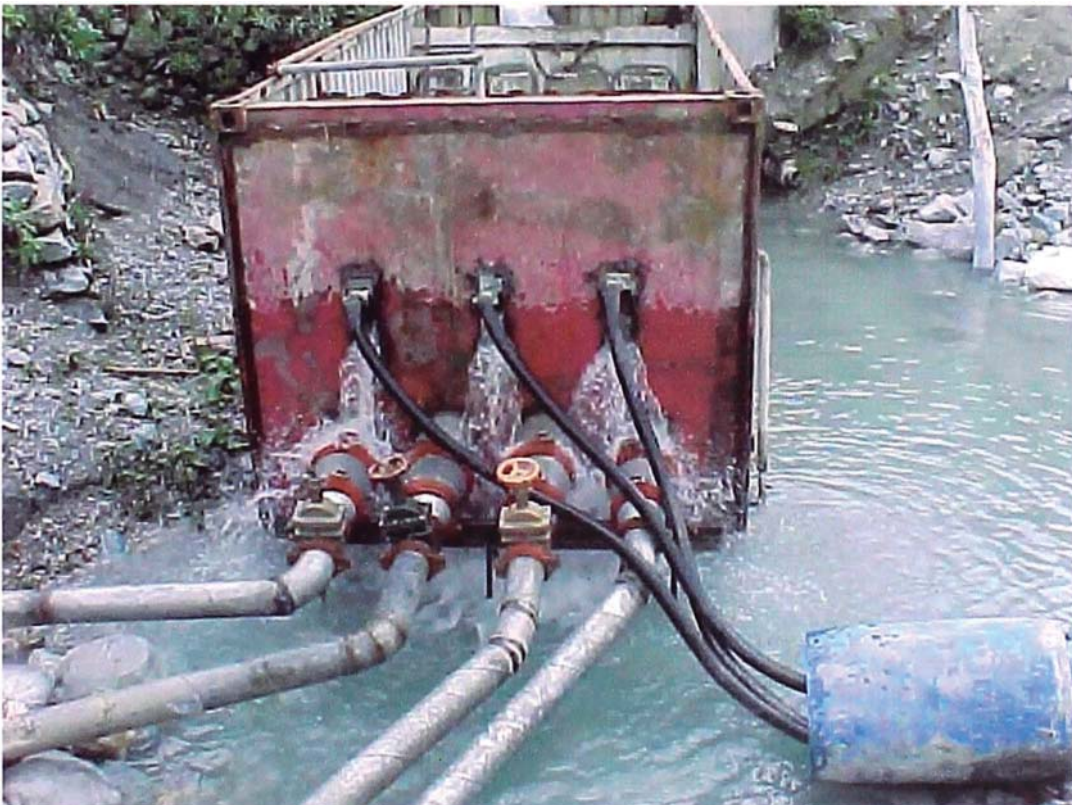


Foto No.10.- Colmatación del Tanque de sedimentación y tratamiento de aceite
y grasas debido al incremento extraordinario del caudal del agua
subterránea - Túnel No.4

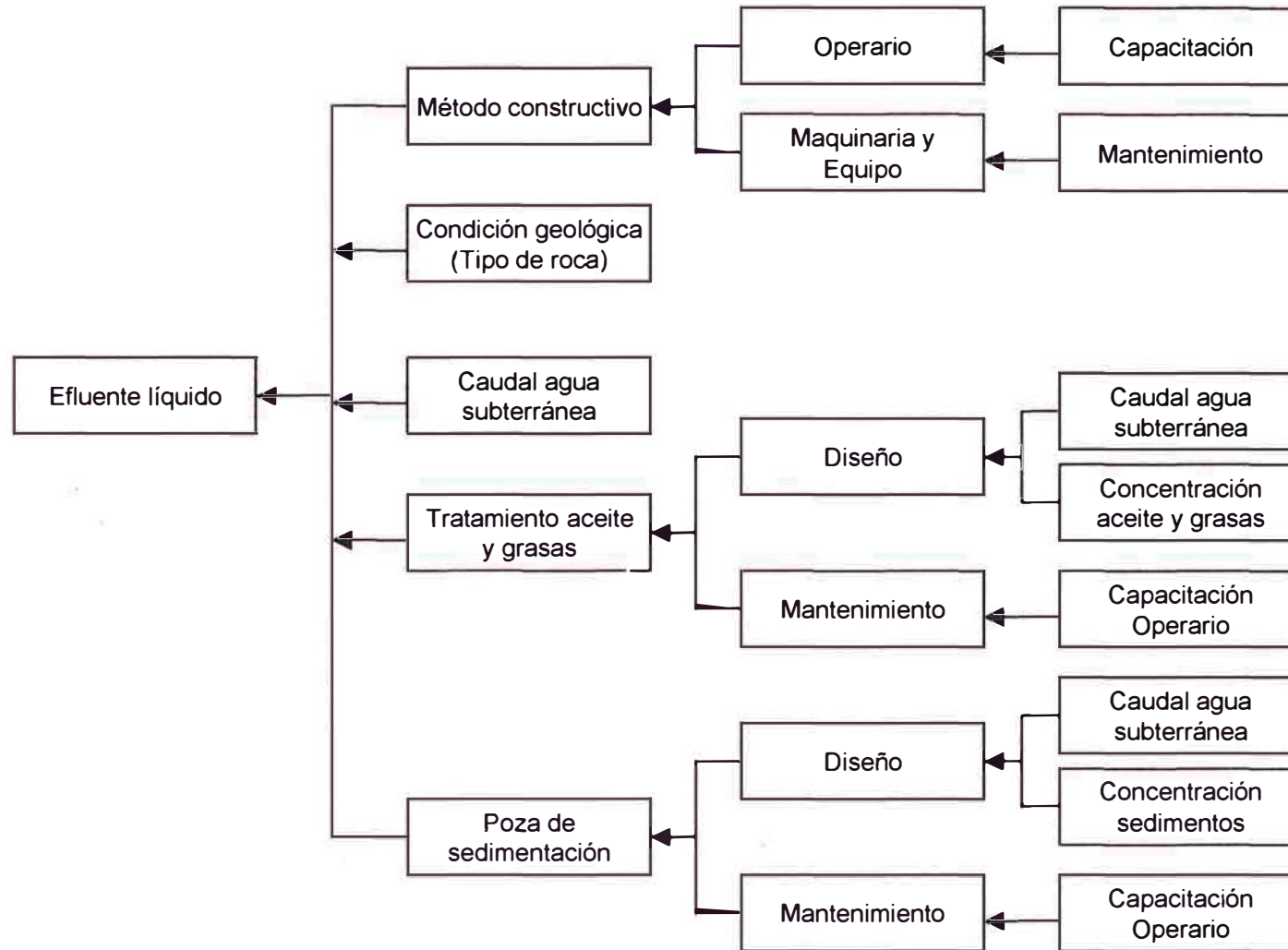


Foto No.11.- Agua Subterránea derivada al río sin tratamiento



Foto No.12.- Agua Subterránea del Túnel 4 – Ventana No.3 derivada al río Paucartambo sin tratamiento alguno

Diagrama No.03.- Efluente líquido generado por la construcción del Túnel



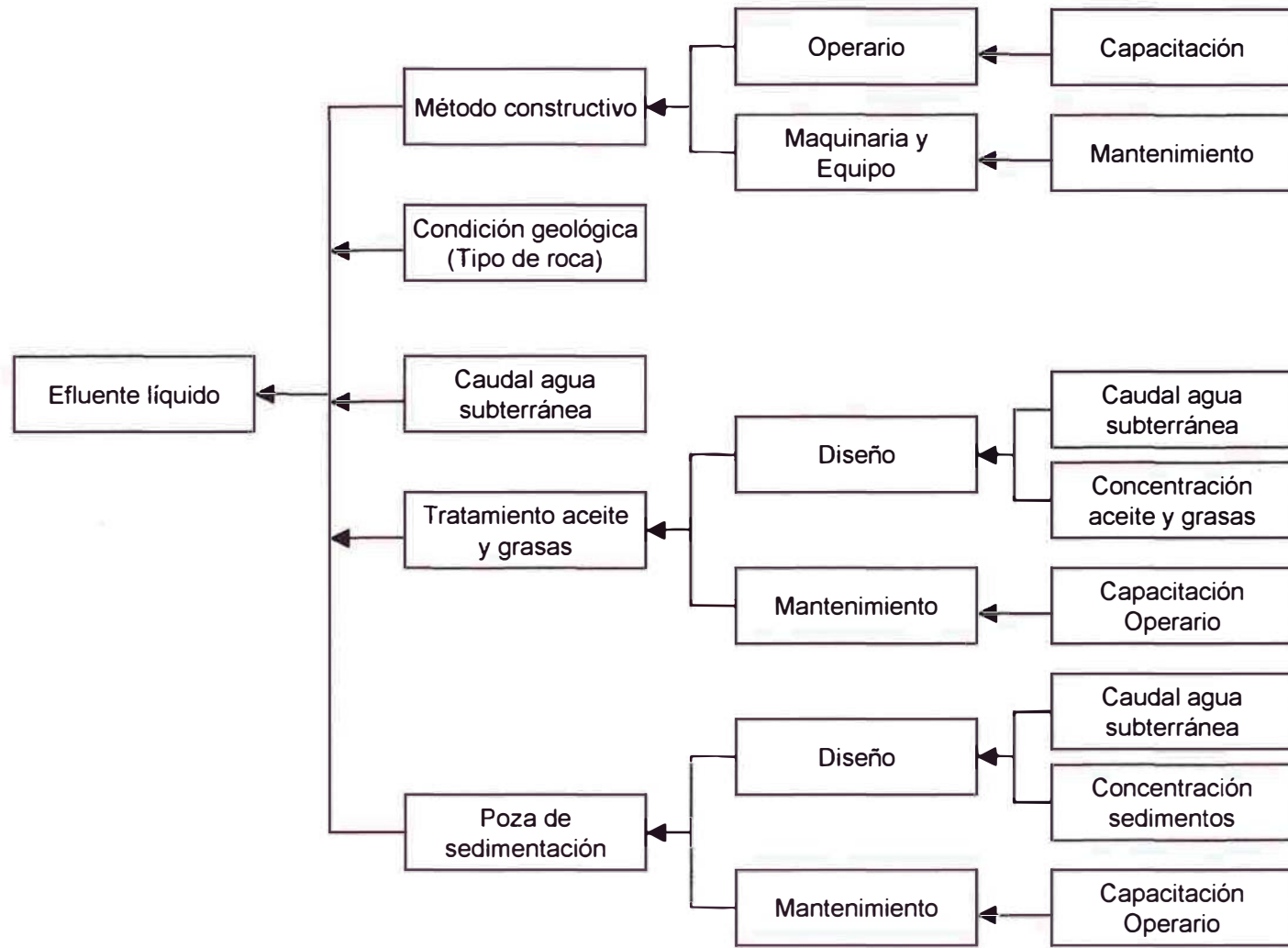
El agua subterránea proveniente de la Casa de Máquinas, que era depositada en el río Paucartambo, era ligeramente turbia, el cual se debía a la presencia de sedimentos, provenientes del frente de excavación, cuyo material suelto, era lavado y arrastrado por el agua subterránea.

La calidad del agua del efluente líquido generado por la construcción de la Casa de Máquinas dependerá de sistema de tratamiento de aceite utilizado, poza de sedimentación, del caudal del agua subterránea existente, método de construcción empleado y del tipo de roca presentado en la Casa de Máquinas, las cuales se explican en el **Diagrama No.04**. Este efluente líquido finalmente será descargado al río, alterando en alguna medida la calidad del río Paucartambo, para lo cual es necesario realizar un análisis físico-químico de las muestras de agua de los diferentes puntos de monitoreo (aguas abajo y aguas arriba del río Paucartambo y efluente de la Casa de Máquinas), el cual nos permitirá determinar la eficiencia de cada uno de los sistemas de tratamiento empleado y en que medida y niveles se esta contaminado el agua del río Paucartambo, evaluación que se realiza en el Capítulo VII.

4.1.3 Construcción de Presa, Bocatoma y Desarenador

Para poder iniciar los trabajos de construcción de la Presa Huallamayo, se desvió temporalmente el río Paucartambo mediante un sistema de tunelería de 25m de diámetro interior variable 3.00-3.40m, cuya capacidad de captación 80 m³/s, ubicado en la margen izquierda del río Paucartambo, aguas abajo, ver **Foto No.13**.

Diagrama No.04.- Efluente líquido generado por la construcción de la Casa de Máquinas



Concluido los trabajos de excavación del túnel de desvío con sus obras complementarias se construyó un sistema de ataguías (Pre ataguía de 4.00m de altura, talud 1:2 y una corona de 3.00m, nivel 2392.50 y Ataguía principal de geometría trapezoidal, de 5.00 m de altura, nivel 2392.50m, para desviar el río Paucartambo hacia la zona del túnel de desvío y tener la zona de excavación en el lecho de río libre de agua para proceder a excavar.

Similar procedimiento se realiza en la construcción de la Presa-Bocatoma Uchuhuerta, con la diferencia que para la derivación del río Huachón, se realiza a través de una tubería metálica y un canal revestido.

Durante el proceso de construcción de la Presa Huallamayo se realiza el retiro total de toda vegetación existente en la zona a ser inundada, a fin de evitar el agotamiento del oxígeno disuelto por el proceso de eutrofización.

El movimiento de tierras durante la construcción de las obras de derivación disturbe el medio acuático, incrementando básicamente la turbidez del agua del río Paucartambo y Huachón. El área afectada es puntual, de moderada magnitud y medianamente mitigable, ver **Foto No.14**.

La calidad del agua del efluente líquido generado por la construcción de la Presa-Bocatoma-Desarenador de Huallamayo y Uchuhuerta dependerá del método de construcción empleado para la ejecución de la ataguía y túnel de derivación, caudal agua superficial; río, lluvias y del tipo de roca presentado durante la construcción de la Presa-Bocatoma-Desarenador de Huallamayo y Uchuhuerta, las cuales se explican en el **Diagrama No.05**. Este efluente líquido finalmente será descargado al río, alterando en alguna medida la calidad del agua del río Paucartambo y Huachón, para lo cual es necesario

realizar un análisis físico-químico de las muestras de agua de los diferentes puntos de monitoreo (aguas abajo y aguas arriba del río Paucartambo y efluente de la Presa Huallamayo-Uchuhuerta), el cual nos permitirá determinar la eficiencia del método constructivo y en que medida y niveles se esta contaminado el agua del río Paucartambo y Huachón, evaluación que se realiza en el Capítulo VII.

4.1.4 Campamento

La calidad del agua del efluente líquido generado por el establecimiento y funcionamiento del Campamento dependerá de sistema de tratamiento de agua y desagüe utilizado y manejo de residuos sólidos, las cuales se explican en el **Diagrama No.06**. Este efluente líquido finalmente será descargado al río, alterando en alguna medida la calidad del agua del río Paucartambo y Huachón, para lo cual es necesario realizar un análisis físico-químico de las muestras de agua de los diferentes puntos de monitoreo, el cual nos permitirá determinar la eficiencia del sistema de tratamiento empleado y en que medida y niveles se esta contaminado el agua del río Paucartambo y Huachón, evaluación que se realiza en el Capítulo VII.

4.2 EFLUENTE LÍQUIDO GENERADO POR LAS LLUVIAS

El efluente líquido que se genera por las precipitaciones de lluvias, la cual lava el suelo y se descarga en el río, siendo el escurrimientos de fertilizantes, pesticidas, fungicidas la principal causa en la alteración de la calidad del agua del río, ver **Diagrama No.01**.



Foto 13.- Derivación del río Paucartambo a través del Túnel de derivación a fin de iniciar los trabajos de excavación de la Presa Huallamayo



Foto No.14.- Excavación de la Presa Huallamayo

**Diagrama No.05.- Efluente líquido generado por la construcción de la Presa-
Bocatoma-Desarenador Huallamayo-Uchuhuerta**

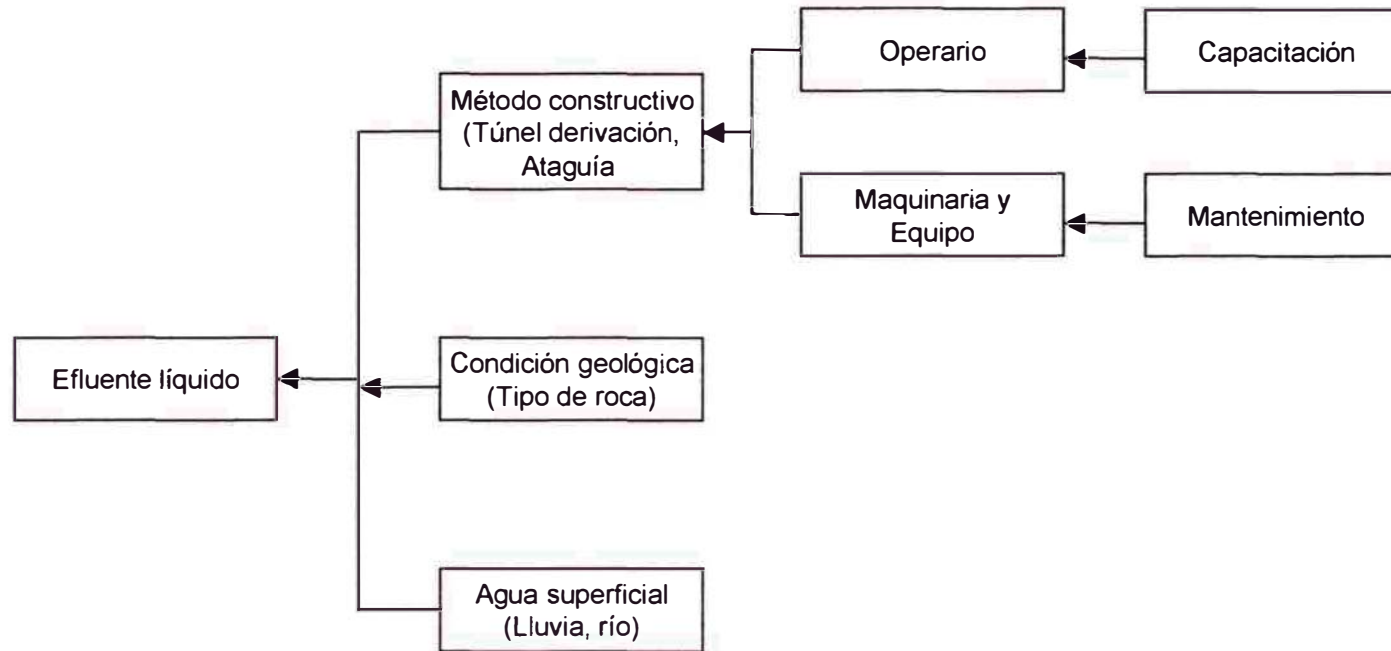
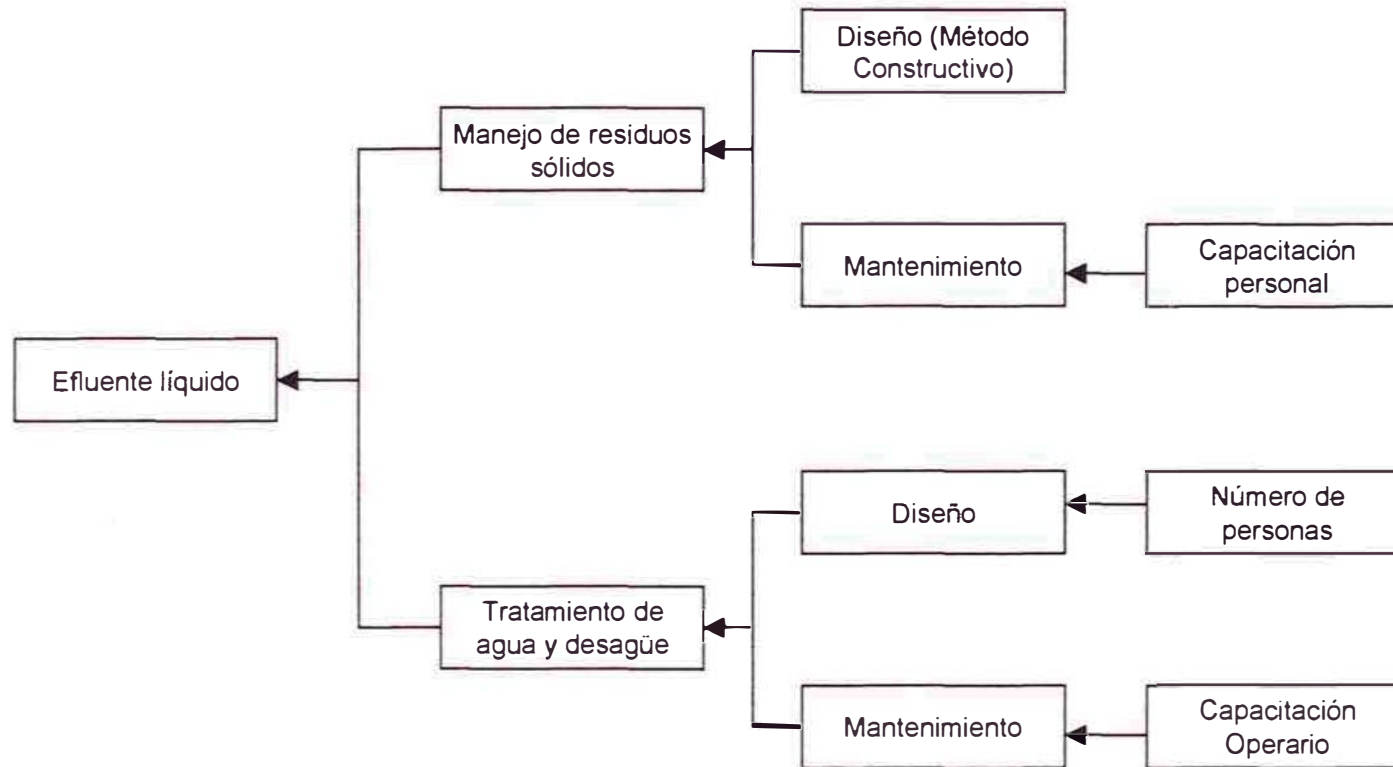


Diagrama No.06.- Efluente líquido generado por el establecimiento del Campamento



4.3 EFLUENTE LÍQUIDO GENERADO POR LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA DE LA ZONA.

Las prácticas agrícolas propician la contaminación de los cuerpos de agua, por productos agroquímicos; fertilizantes, pesticidas, fungicidas entre otros, también las prácticas culturales de los cultivos no son apropiadas, el trazo de los surcos se efectúan a favor del sentido de la pendiente, lo cual propicia la pérdida de suelos por erosión, éstas a su vez alteran la calidad de los cuerpos de agua, ver **Diagrama No.1**.

4.4 EFLUENTE LÍQUIDO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DE LA POBLACIÓN.

Durante la visita de campo a la población asentada en la ribera de los ríos Paucartambo y Huachón, se ha observado que existen dos fuentes principales que afectan la calidad de las aguas de los ríos, siendo una de ellas, la falta de infraestructuras para la evacuación y tratamiento de las aguas servidas, o sea no existe un sistema de tratamiento de agua y desagüe. Así mismo no existe un manejo de residuos sólidos por parte de los pobladores de Huallamayo y Huachón.

Las fuentes de contaminación del agua del río Paucartambo y Huachón, se explican en el **Diagrama No.01**. Este efluente líquido generado por la actividad de la población finalmente será descargado al río, alterando en alguna medida la calidad del agua del río Paucartambo y Huachón, para lo cual es necesario realizar un análisis físico-químico de las muestras de agua de los diferentes puntos de monitoreo; aguas abajo y arriba del efluente, el

cual nos permitirá determinar en que medida y niveles se esta contaminado el agua del río Paucartambo y Huachón, evaluación que se realiza en el Capítulo VII.

CAPITULO V

PROGRAMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE YUNCAN

El Programa de monitoreo para el control de la calidad del agua del río Paucartambo y Huachón, se basa en un muestreo sistemático con métodos y técnicas adecuadas para el control periódico de la calidad de las aguas. En este programa de monitoreo se establece;

- El Monitoreo de parámetros.
- La selección de puntos para el monitoreo.
- La frecuencia del monitoreo.
- La recolección de muestras en campo y su manipulación.
- La metodología analítica más adecuada
- El Manejo de datos y garantía de calidad.

A continuación describimos el Programa de Monitoreo del Agua, utilizado, durante la construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncán -Paucartambo II.

5.1. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

5.1.1 Materiales

Materiales necesarios para realizar los ensayos:

- Recipientes de vidrio de 500 ml, deben estar limpios y secos, los cuales se usarán para recoger muestras de agua, se recomienda incluir juegos extra para emergencias. Generalmente las botellas deben ser enjuagadas dos o tres veces con el agua que está siendo recolectada, a menos que la botella contenga un preservante.
- Equipo portátil para medir el pH.
- Preservantes y pipetas para medición de oxígeno.
- Etiquetas para recipientes.
- Marcadores.
- Un recipiente impermeable, limpio y seco.

5.1.2 Colección de la muestra y manejo

- Todas las muestras deben de estar claramente marcadas con marcadores impermeables. La rotulación adecuada es muy importante para garantizar la validez de los resultados.
- Las muestras deben ser manejadas con cuidado para evitar contaminación.
- Las botellas se deben llenar completamente y taparlos en forma hermética, ver **Foto No.15, No.16 y No.17.**



Foto No.15.- Muestra de agua potable del Campamento – Lote T1



Foto No.16.- Muestras de agua del río Huachón – Túnel No.01 –
Ventana No.01

- La frecuencia de muestreo, por lo general se realiza en forma mensual, el cual puede variar dependiendo de los resultados que se obtengan y/o se quieran conseguir, ver **Foto No.18, No.19**.
- Si las muestras no serán analizadas en el campo, éstas deben ser almacenadas en un recipiente térmico, para luego ser transportadas a 4°C, para lo cual deben colocadas en hielo. El hielo debe ser colocado en bolsas herméticas. Se recomienda que las muestras seleccionadas sean derivadas al Laboratorio para su análisis, dentro de las siguientes 48 horas. Durante la construcción de la C.H. Yuncan, las muestras de agua se recolectaban en la mañana y en la tarde se enviaban a un laboratorio especializado para su respectivo análisis.
- Los parámetros fisicoquímicos como pH, temperatura, etc., se deben realizarse “in situ”, con equipos portátiles confiables y perfectamente calibrados, ver **Foto No.20**.

5.1.3 Técnicas analíticas

- La medición del pH en el campo es muy importante ya que es algo que está sujeto a cambios dado al intercambio de dióxido de carbono; ácido carbónico con la atmósfera.
- Sólidos suspendidos, oxígeno, aceite y parámetros químicos, así como medidas de bacteria, son llevados a un laboratorio especializado.



Foto No.17.- Toma de muestra – Presa Huallamayo aguas abajo del río Paucartambo



Foto 18.- Toma de muestra – Penstock – Aguas abajo del río Paucartambo



Foto 19.- Toma de muestra Milagro alto – Casa de Máquinas –
Aguas abajo del río Paucartambo



Foto No.20.- Monitoreo del pH – Río Paucartambo

5.1.4 Manejo de datos e informes

- Los resultados de los análisis de calidad de agua recibidos del laboratorio pueden evaluarse con mayor eficiencia, utilizando paquetes de hojas electrónicas para computadoras. Conforme al formato especificado en la R.D. N°008-97 EM/DGAA.
- Para la evaluación de calidad del agua se tiene que tener en cuenta lo siguiente:
 - Evaluar los datos para detectar errores u omisiones y completar los análisis de verificación que se necesite.
 - Comparación de los resultados del laboratorio con los del campo.
 - Ingreso de los datos en una hoja electrónica.
 - Comparación de los valores con los resultados previos al muestreo y con otras estaciones; cálculo del balance de carga por estación y componentes.
 - Preparación del informe.
- Cada informe deberá contener, como mínimo, la siguiente información:
 - Nombre del lugar y número de código.
 - Nombre y/o sector donde esta ubicado el efluente y número de código.
 - Periodo y fecha de muestreo.
 - Nombre del laboratorio analítico.
 - Datos del flujo volumétrico.
 - Lista de parámetros analizados.
 - Unidades de medida.

- Resultado analítico correspondiente a cada periodo de monitoreo.
 - Informe de los resultados del laboratorio.
- Para la evaluación de los resultados de cada efluente y/o lugar de monitoreo deberán ser comparadas con los límites permisibles normados por la ley general de aguas vigente para las diferentes clases de agua y de los efluentes y/o vertimientos generados por la actividad eléctrica, se deberán comparar con los niveles máximos permisibles de emisión para las actividades eléctricas publicadas por R.D N°008-97-EM/DGAA.
 - La presentación de los informes o reportes será a la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, que deberá ser el último día hábil del mes siguiente al trimestre vencido; los reportes corresponderán a los trimestres que concluyen en los meses de marzo, junio, setiembre y diciembre.

5.2 Puntos de monitoreo y frecuencia del agua durante la construcción de la C.H. Yuncan

En base a la ubicación de los efluentes se determina los puntos de monitoreo, cuya frecuencia de la toma de muestras se harán en función a lo que exige la Ley general de aguas.

Tabla No.07: Monitoreo de parámetro y frecuencia de monitoreo

Punto de ensayo	Tipo de agua	Parámetro	Frecuencia	Objetivo
Río, aguas arriba y aguas abajo del frente de trabajo.	Natural	Flujo, DBO, Oxígeno, Nitratos, Sulfuros	Mensual	Cuantificar el impacto en el río
Tratamiento de desagües en los campamentos	Agua séptica	Flujo, pH, bacteria, detergentes	Cada 3 meses	Cuantificar la eficacia del tratamiento y las emisiones al río
Abastecimiento de agua potable para el campamento	Agua potable	Flujo, bacteria pH, turbidez y cloro	Mensual. Diario	Estimar la calidad de agua potable
Áreas de préstamo activa	Agua de lavado de separación de partículas	Flujo, sólidos suspendidos y pH	Mensual	Estimado de la eficiencia del tratamiento
Botaderos activos	Filtración	SS,pH	Mensual	Posible problema de erosión e impacto en el río.
Descargas de agua de los túneles	Agua de construcción de túnel	Flujo, SS, pH, Aceite (TBM)	Mensual	Cuantificar el impacto en el río. Estimado de la eficiencia del tratamiento.
Talleres activos / Losas de lavado	Agua de lavado	Aceite	Mensual	El impacto estimado en el río

Fuente: C.H. Yuncan
Elaboración Propia

El monitoreo de la calidad de agua, durante la construcción de la Hidroeléctrica de Yuncan se realiza la última semana de cada mes y el análisis se realiza en un laboratorio especializado, cuyo resultados se entregan en la quincena del siguientes mes.

Luego de la ubicación de diferentes tipos de efluentes existentes y teniendo en cuenta los lineamientos generales del Protocolo del Monitoreo del Ministerio de Energía y Minas, se determina los siguientes puntos de

monitoreo para el control de la calidad del agua, los cuales se detalla continuación, ver **Plano No.02 de Ubicación de los puntos de monitoreo**.

Tabla No.08: Ubicación de los puntos de monitoreo

CODIGO MUESTRA	LUGAR	PARAMETROS
LOTE T-1 : SKACOCHI (OBRA CIVIL)		
Sector 2: Obras en Huallamayo		
SHR-1	Maybamba, aguas arriba de la Cantera	SS, AG, pH, T
SHE-2	Maybamba, efluente de la Cantera	SS, AG
SHE-3	Huallamayo, Planta de concreto	SS, AG, pH, T
SHE-4	Huallamayo, Taller mecánico	SS, AG, pH, T
SHR-5	Huallamayo, aguas debajo de la Presa	SS, AG, pH, T
SHE-6	Agomarca, Campamento de obreros	SS, AG, pH, T
SHE-7	Auquimarca, Campamento empleados	SS, AG, pH, T
Sector 3: Obras en Santa Isabel		
SIE-1	Ventana 3 – Efluente	SS, AG, pH, T
SIR-2	Ventana 2 - Aguas arriba	SS, AG, pH, T
SIE-3	Ventana 2 – Efluente	SS, AG, pH, T
SIR-4	Penstock 1, Aguas arriba	SS, AG, pH, T
SIE-5	Penstock 1, Efluente	SS, AG, pH, T
SIE-6	Penstock, Aguas abajo	SS, AG, pH, T
SIE-7	Campamento - Santa Isabel	SS, AG, pH, T
SIR-8	Aguas abajo milagros	SS, AG, pH, T
Sector 1: Obras en Uchuhuerta		
SUR-1	Aguas arriba de Campamentos	SS, AG, pH, T
SUE-2	Campamento – Uchuhuerta	SS, AG, pH, T
SUE-3	Cantera	SS, pH
SUE-4	Taller	SS, AG, pH, T
SUE-5	Túnel 1	SS, AG, pH, T
SUR-6	Aguas abajo del túnel	SS, AG, pH, T
Obras de carreteras (Auquimarca, Uchuhuerta)		
STR-1	Tingo de Hualca	SS, pH
LOTE T-2: VATECH HYDRO S.A. (Equipamiento Turbinas y auxiliares)		
Sector 3: Obras en Santa Isabel		
VIR-1	Al final de su Campamento	SS, AG, pH, T
VIE-2	Frente a sus oficinas (hacia el canal)	SS, AG, pH, T
VIR-3	Luego de sus talleres	SS, AG, pH, T
LOTE T-3: ALSTOM HOLDINGS (Equip. Generadores y auxiliares)		
Sector 3: Obras en Santa Isabel		
HIR-1	Al final de su Campamento	SS, AG, pH, T
HIE-2	Frente a sus oficinas (hacia el canal)	SS, AG, pH, T
HIR-3	Luego de sus talleres	SS, AG, pH, T
LOTE T-4: ALSTOM BRASIL (Equipamiento Hidromecánico)		
Sector 2: Obras en Huallamayo		
AHR-1	Cercano a su almacén	SS, AG, pH, T
AHE-2	Frente a sus oficinas	SS, AG, pH, T
AHR-3	Antes de las instalaciones de Skacochi	SS, AG, pH, T

Fuente: C.H. Yuncan
Elaboración Propia

Notas:

V : Vatech Hydro S.A.

A : Alstom Brasil Ltda - Alstom Industria SRL

E : Egecen - EPDC

S : Skanska-Cosapi-Chizaki

H : Alstom Holdings - Toshiba Corporation

P: Punto monitoreo

H: Huallamayo

I : Santa Isabel

U : Uchuhuerta

R : Receptor

E : Efluente

SS : Sólidos suspendidos

AG: Aceites y grasas

pH : control acidez y/o basicidad agua

T : Temperatura

VER:
plano N°1

CAPITULO VI

MÉTODOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PARA SU CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA C.H. YUNCAN

Los métodos de tratamiento del agua son un conjunto de los procesos destinados a modificar las propiedades o la composición física, química o biológica de los efluentes líquidos, de manera que se transformen en vertidos inocuos.

A continuación se describen los métodos de tratamiento utilizado para el control de la calidad de las aguas provenientes de los Túneles, Casa de Máquinas, Campamentos, Talleres y Cantera durante la construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan.

6.1 TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

La sedimentación es la separación de las partículas más pesadas que el agua, mediante la acción de la gravedad. Es una operación unitaria de las más utilizadas para la eliminación del material particulado. En la mayoría de los casos, el propósito es obtener un lodo concentrado y por otro lado un efluente clarificado.

Los tanques de sedimentación deben reunir los siguientes requisitos:

- Suficiente capacidad de almacenamiento.
- Proveer la máxima eficiencia posible para retener materiales sólidos, de forma que su efluente cumplan los requisitos normativos.
- El agua a tratar debe permanecer el tiempo suficiente para que los sólidos sedimenten por su propio peso.
- Se debe regular el ingreso de agua al tanque de sedimentación, con el fin de evitar pérdidas económicas y ambientales.

Durante la construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan se instalaron 5 tanques de sedimentación con su respectivo tratamiento de aceites y grasas -sistema mixto. La primera de ellas se ubica en la Ventana No.01, la cual trata el agua subterránea que proviene del Túnel No.1 por el frente Uchuhuerta. La segunda se ubica en Ventana No.02, la cual trata el agua subterránea que proviene del Túnel No.1 por el frente Huallamayo, ver **Foto No.21**. La tercera se ubica en la Ventana No.03, ver **Plano No.03 SKT-272**, la cual trata el agua subterránea que proviene del Túnel No.2, 3 y 4 por el frente de Huallamayo y el cuarto tanque de sedimentación se ubica en el Penstock, ver **Foto No.22**, la cual trata el agua subterránea que proviene del Túnel No.4 y por último el quinto tanque se ubica en la ribera de Santa Isabel, la cual trata el agua subterránea que proviene de la Casa de Máquinas.

El agua residual obtenida durante el proceso de excavación de los túneles de la Central Hidroeléctrica de Yuncan es dirigida a un sistema mixto; tanque de sedimentación y separador de aceite y grasas, con el fin de separar los

sedimentos y eliminar el aceite y grasa, ver **Foto No. 23**, posteriormente se canaliza a los ríos que correspondan.

El agua subterránea que proviene del túnel y la casa de máquinas es recolectado en un tanque de sedimentación de concreto de 63 m³ de capacidad, ver **Plano No.05 SSI-PSI-005 Rev.B**, para la retención de sedimentos.

Posteriormente el agua pasa al tanque de acero separador de aceite de 2.9 m³ de capacidad, ver **Plano No.04 – SKETCH-03**, diseñado para proporcionar suficiente tiempo de retención de manera que los glóbulos de aceite floten hacia la superficie. Dispositivos despumadores con inyección de aire recolectan el aceite en un pequeño barril antes de su retiro final. Se cuenta con un tanque de acero separador de aceite de emergencia en caso el agua rebase la capacidad del primer tanque separador de aceite.

Para conducir el agua tratada, se incorporará al sistema un tanque vertedero 0.6 m³, ver **Plano No.06**. Una tubería de 6" conducirá el agua a lo largo de una distancia adecuada para evitar erosión en la quebrada, y debido a la permeabilidad del suelo, el agua simplemente drenará al suelo reteniendo los últimos agentes contaminantes como parte del proceso natural.

La limpieza de los tanques de sedimentación se realiza según sea necesario, por ejemplo en el túnel No.1, la limpieza se realiza cada 6 meses y en los Túneles No. 2,3 y 4 se realiza cada 2 meses. Los sólidos retirados de los tanques son desechados en un botadero.



Foto No.21.- Tanque de sedimentación y tratamiento de aceites y grasas – Túnel No.1 Ventana No.02



Foto No.22. – Tanque de Sedimentación – Túnel No.04 Penstock



Foto No.23 – Sistema mixto Tanque de sedimentación – Tratamiento de aceite y grasas – Túnel No.04 Penstock

VER:

plano N°2

plano N°3

plano N°4

plano N°5

6.2 SEPARACIÓN DE ACEITES

Este tratamiento es utilizado donde el agua residual tiene componentes de aceite, gasolina y otros líquidos volátiles que contaminan las aguas del río y crean un riesgo de fuego o explosión.

El manejo de las aguas aceitosas, se lleva a cabo mediante un sistema de separación gravitacional, aprovechando la diferencia de densidad entre el agua y el aceite, eficientes para remover aceite libre o dispersiones fácilmente separables.

La trampa de grasas típicamente, es un tanque o caja con un separador o tabique en el centro que divide la caja en tres compartimientos. Este tabique o separador no alcanza a tocar el fondo de la caja lo que permite la comunicación de las aguas contenidas en los compartimientos.

Uno de los compartimientos denominado compartimiento de entrada, recibe superficialmente las aguas contaminadas con aceites (provenientes del canal perimetral), por diferencia de densidades, las grasas y aceites flotan. Por efecto de vasos comunicantes las aguas sin aceites pasan del primer compartimiento al segundo y posterior al tercero. El aceite que va quedando en la parte alta de la trampa se va recuperando mediante un aspirador de aceite, el cual era recolectado en un barril, ver **Plano No.04 y Foto No.21**.

Para su correcto funcionamiento es necesario que la trampa permanezca siempre con un nivel alto de agua. Adicionalmente es importante recolectar periódicamente el aceite atrapado en una de sus cámaras. Así mismo, es importante regularmente vaciar la caja y extraer los sólidos que han podido depositarse en el fondo de ésta.

Para el diseño de las trampas de grasas y aceites se ha de tener en cuenta:

- Determinar el caudal de agua a tratar.
- Calcular el volumen de aguas que se va a descargar del efluente, el cual se estima aproximadamente 75% de la capacidad de la trampa, ya que el resto es ocupado por los accesorios dentro del depósito.
- Estimar el tiempo de vaciado del depósito, máximo dos minutos.
- Diseñar hidráulicamente el interceptor para garantizar el paso del caudal calculado, dándole un tiempo de retención conveniente para que se produzca la separación.

El agua residual obtenida durante la limpieza de los talleres, campamento e inclusive durante el proceso de excavación de los túneles de la Central Hidroeléctrica de Yuncan es dirigida al separador de aceite y grasas con el fin de eliminar el aceite y grasa y posteriormente se canaliza al río que corresponda.

Periódicamente se retira el aceite y grasa y se almacenan en cilindros de 200 litros, en un área segura, hasta que sean retirados y derivados a una empresa especializada para su disposición final.

Con el fin de evitar el contacto del aceite residual con el suelo durante un probable goteo, los cilindros se colocan sobre un piso de concreto apropiadamente preparado.

La limpieza y lavado de equipos y vehículos se realiza en un piso de concreto diseñado para este propósito. El agua desechada atraviesa una trampa de aceite y grasa, antes de ser derivada al tanque de sedimentación y

posteriormente a los ríos Paucartambo y Huachón. Esta área de lavado, se inspecciona regularmente a fin de mantener la calidad requerida.

6.3 LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN.-

La laguna de estabilización permite hacer el tratamiento secundario del efluente de las trampas de aceite, mediante un proceso de autodepuración, llamado de estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico y biológico. Las lagunas de estabilización son de poca profundidad; 1-5m y requieren tiempos altos de retención entre 1 a 30 días. Su efluente debe cumplir con las características necesarias para ser descargado en el río - cuerpos receptores.

Algunos de los objetivos del uso de una laguna de estabilización en los campamentos base y provisional son:

- Reducción de la carga orgánica contaminante - DBO-DQO, originada por la presencia de hidrocarburos en las aguas afluentes.
- Estabilización de las condiciones de pH de los efluentes.
- Homogenización de las fuentes de desechos líquidos antes de ser vertidos.
- Aumento del contenido de oxígeno disuelto en el efluente por intercambio atmosférico.
- Se puede involucrar parte del caudal por aguas de lluvias de escorrentía, permitiendo la disminución de sólidos suspendidos en el efluente.

Para el tipo de efluentes generados en los campamentos base y temporales, se recomienda una laguna de estabilización. Para lograr este propósito, los efluentes de las trampas de grasas, se conducen mediante canales a las lagunas de estabilización.

El objetivo fundamental de la laguna de estabilización es el de la protección ecológica a través de la disminución de la carga orgánica DBO de las aguas residuales, lográndose de esta manera que el nivel de oxígeno disuelto en los cuerpos receptores se vea menos comprometido, con el consiguiente beneficio para los peces y demás organismos acuáticos.

Este sistema se utilizó en la Cantera Maybamba, el cual permitió controlar el ingreso de sedimentos al río Paucartambo. Los cuales eran generados por el procesamiento de agregados en la cantera.

Este sistema consiste en 3 pozas sedimentadoras revestidas con geotextil, y una laguna reservorio para retención de sedimentos, ver **Diagrama No.07**.

El agua residual se transporta desde la chancadora por medio de tuberías y se bombea a las pozas, que funcionan interconectadas en serie. Desde la Poza de sedimentos No.3 se bombea el agua a través de una tubería hasta la laguna reservorio, de la cual, por rebose, libera el agua tratada al río y retiene los sedimentos que quedan del tratamiento previo.

Los sólidos retenidos en las pozas se remueven frecuentemente de tal manera de preservar la capacidad de estas.

Se evitara los signos visibles de descarga de agua contaminada directamente al río.

Rio Paucartambo

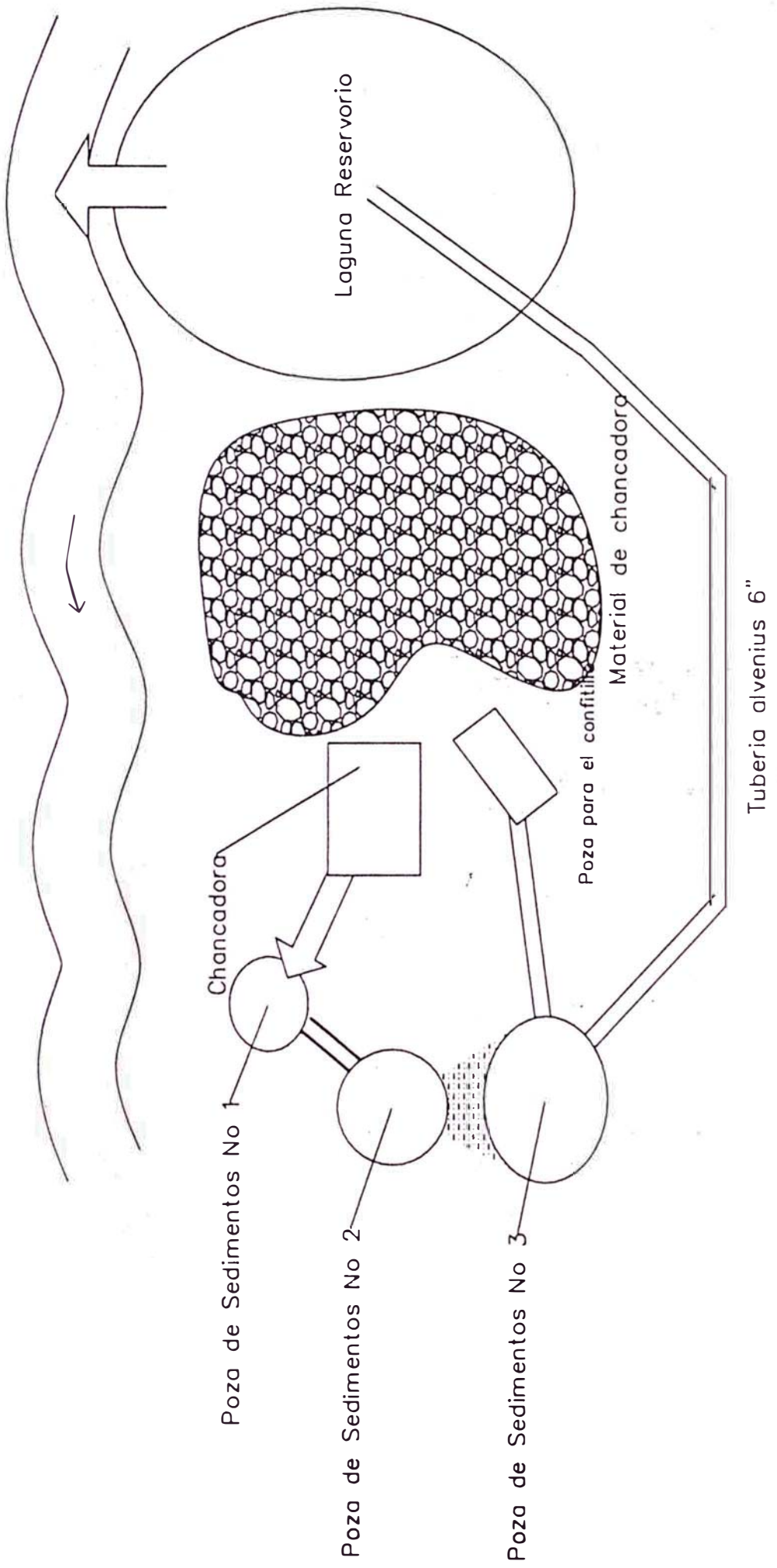


Diagrama No.07 Tratamiento de Agua Residual en Maybamba

Debido a la permeabilidad del suelo, el agua drenara en el suelo reteniendo los contaminantes mediante un proceso natural.

CAPITULO VII

RESULTADOS DEL MONITOREO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA C.H. YUNCAN

El monitoreo para el control de calidad del agua del río Paucartambo y Huachón se realizó durante el año 2002, 2003, 2004 y 2005, cuyos resultados de los análisis físico-químico obtenidos por cada muestra se detallan en los cuadros No.1, 2, 3 y 4. A continuación realizamos la evaluación de los resultados;

7.1 PERIODO 2002

7.1.1 Maybamba aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.1.1.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 7.90 y 7.91, aguas arriba y abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.1.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 3.19 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo, concentración por dentro de los

niveles permisibles para las actividades eléctricas según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.1.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 8.20 y 73.0 mg/l, aguas arriba y abajo del río Paucartambo. Durante todos los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles máximos permisibles para las actividades eléctricas (RD No.008-97 EM/DGAA), con excepción del mes de Marzo y Junio, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.1.2 Huallamayo aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.1.2.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 7.92 y 8.26; aguas arriba y abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.2.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 1.73 y 2.47 mg/l, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo, concentración dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.2.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 58.57 y 19.18 mg/l, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo. Durante todo los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción de los meses Marzo y Junio, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la ejecución de trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.1.3 Ventana No.03 (Túnel No.2-3-4) aguas abajo del río Paucartambo

7.1.3.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.08, aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.3.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 1.84 mg/l , aguas abajo del río Paucartambo, concentración dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.3.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 38.25 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo. Durante todos los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción del mes de Junio, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en trabajos de estabilización de taludes. En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.1.4 Penstock (Túnel No.4) aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.1.4.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.13 y 8.56, aguas arriba y abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.4.2 Aceites y grasas

En este punto de monitoreo no se aplica, debido a que no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.1.4.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 23.67 y 90.10 mg/l, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo. Durante todo los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción de los meses Marzo, Mayo, Junio, Setiembre, Noviembre y Diciembre, el cual se debió básicamente a la presencia de lluvias y deslizamientos, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la ejecución de trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.1.5 Túnel No.4-Penstock – Efluente que descarga en el río Paucartambo

7.1.5.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.66, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.5.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 1.79 mg/l, concentración dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.5.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 6.0 mg/l. La concentración de los sedimentos registrada esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.1.6 Casa de Máquinas aguas abajo del río Paucartambo

7.1.6.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.20, aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.6.2 Aceites y grasas

En este punto de monitoreo no se aplica, debido a que no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.1.6.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 30.45 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo. Concentración de sedimentos que estuvo por encima de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

Durante todo los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo por debajo de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción de los meses Mayo y Agosto, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.1.7 Uchuhuerta aguas arriba y aguas abajo del río Huachón

7.1.7.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.30 y 7.60, aguas arriba y aguas abajo del río Huachón, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.1.7.2 Aceites y grasas

En este punto de monitoreo no se aplica, debido a que no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.1.7.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 7.67 y 14.67 mg/l, aguas arriba y abajo del río Huachón. Durante todos los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

El sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Huachón funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.2 PERIODO 2003

7.2.1 Maybamba aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.2.1.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.15 y 7.73, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo, el cual está dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.1.2 Aceites y grasas

En este punto de monitoreo no se aplica, debido a que no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.2.1.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 22.22 y 48.57 mg/l, aguas arriba y abajo del río Paucartambo. Durante todo

los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción de los meses Marzo, Noviembre y Diciembre, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.2.2 Huallamayo aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.2.2.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.65, aguas abajo del río Paucartambo, el cual está dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.2.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 0.40 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo, concentración por debajo de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.2.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 4.0 y 33.88 mg/l, aguas arriba y abajo del río Paucartambo. Durante todo los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción de los meses Julio y Diciembre, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la ejecución de trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.2.3 Ventana No.03 (Túnel No.2-3-4) aguas abajo del río Paucartambo

7.2.3.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.5, aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.3.2 Aceites y grasas

En este punto de monitoreo no se aplica, debido a que no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.2.3.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 11.50 mg/l, aguas abajo. Concentración de sedimentos que esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según R.D. No.008-97 EM/DGAA.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.2.4 Penstock (Túnel No.4) aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.2.4.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.05, aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.4.2 Aceites y grasas

En este punto de monitoreo no se aplica, debido a que no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.2.4.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 25.45 y 59.50 mg/l, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo. Durante todo los meses del presente año, la concentración mensual de los

sedimentos esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción de los meses Enero, Marzo y Diciembre, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la ejecución de trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.2.5 Túnel No.4-Penstock – Efluente que descarga en el río Paucartambo

7.2.5.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.25, cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.5.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 3.14 mg/l, concentración dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.5.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual de la concentración de sólidos suspendidos en el efluente fue 117.67 mg/l. Concentración por encima de los niveles máximos permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

Este registro se presentó durante los meses de Mayo, Julio, Setiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre, el cual se debió básicamente al incremento inusual del caudal del agua subterránea del Túnel No.04, sobrepasando la capacidad del tanque de sedimentación. Tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la instalación de un tanque adicional para el proceso de sedimentación, ver **Plano No.03**.

7.2.6 Casa de Máquinas aguas abajo del río Paucartambo

7.2.6.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.08, aguas abajo del río Paucartambo, el cual está dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.6.2 Aceites y grasas

En este punto de monitoreo no se aplica, debido a que no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.2.6.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 28.6 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo. Concentración de sedimentos que estuvo por encima de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

Durante todo los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo por debajo de los niveles permisibles para las actividades eléctricas,

según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción de los meses Marzo y Diciembre, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la ejecución de trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.2.7 Uchuhuerta aguas arriba y aguas abajo del río Huachón

7.2.7.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.0 y 8.85, aguas arriba y aguas abajo del río Huachón, el cual está dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.7.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 1.13 mg/l, aguas abajo del río Huachón, concentración dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.2.7.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 7.70 y 18.11 mg/l, aguas arriba y agua abajo del río Huachón. Durante todos los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo

dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

El sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Huachón funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.3 PERIODO 2004

7.3.1 Maybamba aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.3.1.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.41 y 8.27, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.1.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 4.05 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo, concentración por debajo de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.1.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 12.83 y 14.50 mg/l, aguas arriba y abajo del río Paucartambo. Concentración de los sedimentos dentro los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.3.2 Huallamayo aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.3.2.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.15 y 8.52, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.2.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 10.0 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo, concentración por debajo de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.2.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 5.0 y 10.0 mg/l, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo. Concentración que estuvo por debajo de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.3.3 Ventana No.03 (Túnel No.2-3-4) aguas abajo del río Paucartambo

7.3.3.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.75, aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.3.2 Aceites y grasas

En este punto de monitoreo no se aplica, debido a que no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.3.3.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 3.0 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo. Concentración de sedimentos dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA. En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.3.4 Penstock (Túnel No.4) aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.3.4.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.53 y 8.76, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.4.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 8.5 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo, concentración dentro los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.4.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 17.80 y 24.6 mg/l, aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo. Concentración dentro los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.5 Túnel No.4-Penstock – Efluente que descarga en el río Paucartambo

7.3.5.1 pH

El promedio anual registrado del pH en el efluente fue 8.60, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.5.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas, en el efluente fue 5.29 mg/l, concentración dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.5.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos en el efluente fue 68.78 mg/l. Durante todo los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción de los meses de Noviembre y Diciembre, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la ejecución de trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.3.6 Casa de Máquinas aguas abajo del río Paucartambo

7.3.6.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.26, aguas abajo del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.6.2 Aceites y grasas

El promedio anual registrado de la concentración de aceites y grasas fue 2.52 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo, concentración dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.6.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 22.67 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo. Concentración anual de los sedimentos dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.3.7 Uchuhuerta aguas arriba y aguas abajo del río Huachón

7.3.7.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 7.96 y 8.31, aguas arriba y aguas abajo del río Huachón, el cual está dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.3.7.2 Aceites y grasas

No se realizó el monitoreo de la concentración aceites y grasas, debido a que actualmente en este punto de monitoreo no existe efluente que genere aceites y grasas.

7.3.7.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 6.60 y 36.38 mg/l, aguas arriba y agua abajo del río Huachón. Durante todos los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo

dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA. Con excepción de los meses de Junio, Agosto y Setiembre, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la ejecución de trabajos de estabilización de taludes. Las medidas adoptadas fueron reflejados en el resultado obtenido durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, en el cual, la concentración de sedimentos fue menor a 11 mg/lit.

El sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Huachón funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.4 PERIODO 2005

7.4.1 Maybamba aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.4.1.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 8.3, aguas arriba del río Paucartambo, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.4.1.2 Aceites y grasas

No se realizó el monitoreo de la concentración aceites y grasas, debido a que actualmente en este punto de monitoreo no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.4.1.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 18.3 y 40.0 mg/l, aguas arriba y abajo del río Paucartambo. Durante todo los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción del mes de Enero, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.4.2 Huallamayo aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

En el sector de Huallamayo, se realizó la desmovilización y cierre de este frente de obra, por lo cual los efluentes han sido retirados, y actualmente no se están realizando el monitoreo.

7.4.3 Ventana No.03 (Túnel No.2-3-4) aguas abajo del río Paucartambo

En el sector de Ventana No.3, se realizó la desmovilización y cierre de este frente de obra, por lo cual los efluentes han sido retirados, y actualmente no se están realizando el monitoreo.

7.4.4 Penstock (Túnel No.4) aguas arriba y aguas abajo del río Paucartambo

7.4.4.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 7.75, aguas abajo del río Paucartambo, el cual está dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.4.4.2 Aceites y grasas

No se realizó el monitoreo de la concentración de aceites y grasas, debido a que actualmente en este punto de monitoreo no existe efluente que genere aceites y grasas.

7.4.4.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 49.33 mg/l, aguas abajo del río Paucartambo. Durante todo los meses del presente año, la concentración de los sedimentos estuvo por dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA, con excepción del mes de Enero, el cual se debió a la presencia de lluvias fuertes e inestabilidad de los taludes, tomándose las medidas correctivas del caso, el cual consistió en la ejecución de trabajos de estabilización de taludes.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.4.5 Túnel No.4-Penstock – Efluente que descarga en el río Paucartambo

7.4.5.1 pH

El promedio anual registrado del pH en el efluente fue 8.10, el cual está dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.4.5.2 Aceites y grasas

No se realizó el monitoreo de la concentración de aceites y grasas, debido a que actualmente en este punto de monitoreo no existe efluente que genere aceites y grasas.

7.4.5.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual de la concentración de sólidos suspendidos en el efluente fue 30.67 mg/l. Registra una concentración de sedimentos dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

En términos generales, el sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Paucartambo funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

7.4.6 Casa de Máquinas aguas abajo del río Paucartambo

En el sector de la Casa de Máquinas, se realizó la desmovilización y cierre de este frente de la obra civil, por lo cual los efluentes han sido retirados, y actualmente no se están realizando el monitoreo.

7.4.7 Uchuhuerta aguas arriba y aguas abajo del río Huachón

7.4.7.1 pH

El promedio anual registrado del pH fue 7.60 y 7.37, aguas arriba y aguas abajo del río Huachón, el cual esta dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

7.4.7.2 Aceites y grasas

No se realizó el monitoreo de la concentración aceites y grasas, debido a que actualmente en este punto de monitoreo no existe efluente que generen aceites y grasas.

7.4.7.3 Sólidos suspendidos

El promedio anual registrado de la concentración de sólidos suspendidos fue 28.0 y 37.67 mg/l, aguas arriba y agua abajo del río Huachón. La concentración mensual de los sedimentos estuvo dentro de los niveles permisibles para las actividades eléctricas, según RD No.008-97 EM/DGAA.

El sistema de tratamiento aplicado para el control de calidad del agua del río Huachón funcionó. Así mismo se dio conformidad a los trabajos realizados por el Contratista.

VER:
plano N°6
plano N°7
plano N°8
plano N°9

CAPITULO VIII

ESTUDIO ECONÓMICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

8.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL – TÚNEL No.01 – VENTANA No.02.

En el Túnel No.1 por Ventana No.02 se implementó un sistema de tratamiento del agua residual. Este tratamiento esta compuesto por un Tanque de sedimentación de 63 m³ de capacidad y un tanque para el tratamiento de aceites y grasas de 2.9m³ de capacidad, los cuales se muestran en los Planos No.05 y 04 respectivamente.

El agua residual generada durante el proceso de construcción del Túnel No.1 – Ventana No.02 esta compuesta por el agua subterránea proveniente del frontón, sedimentos producto de la excavación y aceite y grasas del equipo de excavación "TBM". Esta agua residual es canalizada mediante tuberías hacia la salida del túnel, a su vez esta agua residual es canalizada mediante tuberías de acero de 8" hacia la poza de sedimentación, luego del proceso de sedimentación el agua residual ingresa al tanque de tratamiento de aceite y grasas, a través del cual se separaba el contenido de aceite y grasas, los cuales se depositan en cilindros, finalmente el agua residual luego del

proceso de separación de los aceites y grasas se deriva mediante tubería de PVC de 12" a la quebrada del río Paucartambo.

El costo de la implementación de la Poza de Sedimentación asciende a US\$ 12,075.41, ver tabla No.09.

El costo de la implementación del Tanque de aceite y grasas asciende a US\$ 2,572.12, ver tabla No.10.

El mantenimiento mensual del sistema de tratamiento asciende a US\$ 61.19, ver tabla No.11.

La implementación de sistema de tuberías desde la Ventana del Túnel al Tanque de sedimentación asciende a US\$ 7,548.31, ver tabla No.12.

La implementación de sistema de tuberías desde el Tanque de sedimentación a la quebrada asciende a US\$ 9,628.77, ver tabla No.13.

8.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL – TÚNEL No.02-3-4 – VENTANA No.03-PENSTOCK.

En la Ventana No.03 se implementó un sistema de tratamiento del agua residual. Este sistema tratamiento esta compuesto por 02 Tanques de sedimentación y un tanque para el tratamiento de aceites y grasas. El primer tanque de sedimentación es de concreto de 63 m³ de capacidad, el cual se muestra en el Plano No.05, el segundo en un tanque de sedimentación es de acero con 66.2 m³ de capacidad, ver plano No.03. El tanque para el tratamiento de aceites y grasas tiene una capacidad de 2.9m³, el cual se muestra en el Plano No.04.

El agua residual generada durante el proceso de construcción de los Túneles No.2, 3 y 4, concluyen en la Ventana No.03, esta agua residual esta compuesta por el agua subterránea proveniente del frontón, sedimentos producto de la excavación y aceite y grasas del equipo de excavación, los cuales son canalizadas mediante tuberías hacia la salida del túnel, a su vez esta agua residual es canalizada mediante tuberías de acero de 8" hacia el tanque de sedimentación, primera y segunda fase del proceso de sedimentación, posteriormente, el agua residual ingresa al tanque de tratamiento de aceite y grasas, a través del cual se separaba el contenido de aceite y grasas, la cual es depositada en cilindros, finalmente el agua residual tratada es derivada mediante tuberías de acero de 6 y 10" a la quebrada del río Paucartambo.

El costo para la implementación del Tanque de Sedimentación de concreto asciende a US\$ 9,469.02, ver tabla No.14.

El costo para la implementación del Tanque de Sedimentación de metal asciende a US\$ 6,493.52, ver tabla No.15.

El costo para la implementación del Tanque de aceite y grasas asciende a US\$ 2,004.15, ver tabla No.16.

El mantenimiento mensual del sistema de tratamiento asciende a US\$ 983.16, ver tabla No.17.

La implementación de sistema de tuberías desde el tanque de sedimentación a la quebrada asciende a US\$ 906.38, ver tabla No.18.

8.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL GENERADO DURANTE LA OPERACIÓN DE LA CANTERA DE AGREGADOS MAYBAMBA

En el Capítulo VI y Diagrama No.07 se describe el funcionamiento del Sistema para el tratamiento del agua residual generado por la Cantera Maybamba. El costo para la implementación de este sistema de tratamiento asciende a US\$ 4,249.10. Adicionalmente implica un costo mensual de operación, el cual asciende a US\$ 465.10, costo que representa mantener durante las 24 horas por día, en un mes a un equipo de bombeo, el cual esta conformado por 4 bombas de 4". Los recursos utilizados para la implementación de este sistema, se detallan en las Tablas No.19 y No.20 respectivamente.

SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

TABLA No.09.- TANQUE DE SEDIMENTACION DE CONCRETO
TUNEL No.1 - VENTANA No.02

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CODIGO CONTRATO	P.UNIT (US\$)	METRADO	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1.00	POZA DE SEDIMENTACION DE CONCRETO						6,729.55
1.01	Excavación de plataformar en material común	m3					
1.02	Relleno con material propio	m3					
1.03	Concreto f'c=210 kg/cm2 (tipo E)	m3	T-4-1	75.0000	57.10	4,282.50	
1.04	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	Tn	T-13-1	666.7700	3.67	2,447.05	
1.05	Revestimiento con impermeabilizante	m2					
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)						6,729.55	6,729.55
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					4,353.27
	Gastos fijos	4.7%					319.63
	Utilidades	10.0%					672.96
TOTAL COSTO (US\$)							12,075.41

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI
Elaboración Propia

TABLA No.10.- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ACEITE Y GRASAS
TUNEL No.1 - VENTANA No.02

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CODIGO CONTRATO	P.UNIT (US\$)	METRADO	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1.00	COSTO DE POZA SEPARADORA DE ACEITE						1,433.43
1.01	Mano de Obra	HH		3.2200	124.00	399.28	
1.02	Plancha de acero 3/16"	Tn		1.4900	446.78	665.70	
1.03	Electrodo supersito	Kg		15.0000	1.35	20.25	
1.04	Acetileno 10 kg.	Kg		1.0000	69.20	69.20	
1.05	Oxígeno 10m3.	m3		10.0000	27.90	279.00	
1.06	Máquina de soldar	GI					
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)						1,433.43	1,433.43
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					927.27
	Gastos fijos	4.7%					68.08
	Utilidades	10.0%					143.34
TOTAL COSTO (US\$)							2,572.12

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI
Elaboración Propia

**TABLA No.11.- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO (POZA DE SEDIMENTACION Y ACEITE-GRASAS)
TUNEL No.1 - VENTANA No.02**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CODIGO	P.UNIT (US\$)	CANTIDAD HH	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
PERIODO: 2000							
1.00	Mano de Obra						30.00
1.01	Operario	HH	2690	3.7500	8.00	30.00	
1.02	Peón (zona)	HH	2990	3.2000		0.00	
2.00	Equipo						203.84
2.01	Cargador frontal	HH	312-03	25.4800	8.00	203.84	
2.02	Volquete Volvo N-12 12m3	HH	327-14	27.6366		0.00	
PERIODO: 2001							
1.00	Mano de Obra						60.00
1.01	Operario	HH	2690	3.7500	16.00	60.00	
1.02	Peón (zona)	HH	2990	3.2000		0.00	
2.00	Equipo						407.68
2.01	Cargador frontal	HH	312-03	25.4800	16.00	407.68	
2.02	Volquete Volvo N-12 12m3	HH	327-14	27.6366		0.00	
PERIODO: 2002							
1.00	Mano de Obra						60.00
1.01	Operario	HH	2690	3.7500	16.00	60.00	
1.02	Peón (zona)	HH	2990	3.2000		0.00	
2.00	Equipo						407.68
2.01	Cargador frontal	HH	312-03	25.4800	16.00	407.68	
2.02	Volquete Volvo N-12 12m3	HH	327-14	27.6366		0.00	
PERIODO: 2003							
1.00	Mano de Obra						60.00
1.01	Operario	HH	2690	3.7500	16.00	60.00	
1.02	Peón (zona)	HH	2990	3.2000		0.00	
2.00	Equipo						407.68
2.01	Cargador frontal	HH	312-03	25.4800	16.00	407.68	
2.02	Volquete Volvo N-12 12m3	HH	327-14	27.6366		0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)						1,636.88	1,636.88
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					1,058.88
	Gastos fijos	4.7%					77.75
	Utilidades	10.0%					163.69
TOTAL COSTO (US\$)							2,937.20
TOTAL COSTO MENSUAL (US\$)							61.19

* El mantenimiento se realiza 02 veces al año

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI

Elaboración Propia

TABLA No.12.- COSTO DE LAS TUBERIAS DESDE LA VENTANA DEL TUNEL HACIA LAS POZAS DE SEDIMENTACION
TUNEL No.1 - VENTANA No.02

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	TUBERIA ml	P.UNIT (US\$)	CANTIDAD EJECUTADA	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
	TRAMO 1						
	MATERIALES						4,077.04
	Tubería de 8" de acero	ml		5.8400	1.50	8.76	
	Tubería de 8" de acero	ml		5.8400	12.00	70.08	
	Tubería de 8" de acero	ml		5.8400	6.00	35.04	
	Tubería de 6" de acero	ml		4.6233	9.00	41.61	
	Accesorios	Und		6.0000	4.08	24.48	
	Acoplamiento	Und		6.0000	3.17	19.02	
	Junta de caucho	Und		6.0000	626.04	3,756.24	
	Valvula de compuerta 6"	Und		1.0000	121.81	121.81	
	Codo de 45°	Und					
	MANO DE OBRA (calculo por ML)						124.90
	Operario (2)	HH	19.50	3.7500	0.80	58.50	
	Peón (zona) (2)	HH	19.50	3.2500	0.80	50.70	
	Operador de equipo (2)	HH	19.50	3.2200	0.25	15.70	
	EQUIPO (calculo por ML)						4.69
	Camión	HH	19.50	4.8100	0.05	4.69	
	TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)					4,206.63	4,206.63
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					2,721.22
	Gastos fijos	4.7%					199.80
	Utilidades	10.0%					420.66
	TOTAL COSTO (US\$)						7,548.31

* Tubería de 19.5 ml

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI

Elaboración Propia

**TABLA No.13.-COSTO DE LAS TUBERIAS DE DRENAJE DESDE LAS POZAS DE SEDIMENTACION A LA QUEBRADA
TUNEL No.1 - VENTANA No.02**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	TUBERIA ml	P.UNIT (US\$)	CANTIDAD EJECUTADA	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
	MATERIALES						4827.76
	TRAMO 2						
	Tubería de PVC 12" de alcantarilla a Quebrada						
	Tubería PVC 12"x1/32"x6.00m	Gl		6.1367	1.00	6.14	
	TRAMO 3						
	Inicio de tubería con calamina Arco						
	Tubería de drenaje Arco - diametro 1m	ml		62.1600	65.00	4,040.40	
	Tubería de alcantarilla	ml		62.1600	5.00	310.80	
	TRAMO 4						
	Instalación de tubería para aire						
	Tubería 2" galvanizado	ml		1.5983	11.00	17.58	
	Valvula de compuerta 1"	Und		4.0800	11.00	44.88	
	Manguera de 2"	ml		7.2500	10.00	72.50	
	Manguera de 1"	ml		2.2000	12.00	26.40	
	Acople garra 1" macho	Und		2.7500	6.00	16.50	
	Acople garra 1" hembra	Und		2.3500	6.00	14.10	
	Abrazaderas de 1"	Und		1.4300	6.00	8.58	
	Abrazaderas de 2"	Und		4.0000	6.00	24.00	
	Tanque plástico x 1000 lts	Und		101.0000	1.00	101.00	
	Codo de 90°	Und		49.7200	1.00	49.72	
	Tee 1"	Und		47.5800	2.00	95.16	
	MANO DE OBRA (*)						518.81
	Operario (2)	HH	81.00	3.7500	0.80	243.00	
	Peón (zona) (2)	HH	81.00	3.2500	0.80	210.60	
	Operador de equipo (2)	HH	81.00	3.2200	0.25	65.21	
	EQUIPO (*)						19.48
	Camión de servicio	HH	81.00	4.8100	0.05	19.48	
	TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)					5,366.05	5,366.05
	Gastos Generales						
	Gastos variables		64.7%				3,471.24
	Gastos fijos		4.7%				254.87
	Utilidades		10.0%				536.61
	TOTAL COSTO (US\$)						9,628.77

* Tubería de 81 ml

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI

Elaboración Propia

SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

**TABLA No.14.- TANQUE DE SEDIMENTACION DE CONCRETO
TUNEL No.2-3-4 - VENTANA No.03-PENSTOCK**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CODIGO CONTRATO	P.UNIT (US\$)	METRADO	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1.00	POZA DE SEDIMENTACION DE CONCRETO						5,277.03
1.01	Excavación de plataforma en material común	m3		1.00	72.00	72.00	
1.02	Relleno con material propio	m3					
1.03	Concreto f'c=210 kg/cm2 (tipo E)	m3	T-4-3	160.85	25.09	4,035.73	
1.04	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	Tn	T-13-3	638.96	1.83	1,169.30	
1.05	Revestimiento con impermeabilizante	m2					
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)						5,277.03	5,277.03
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					3,413.65
	Gastos fijos	4.7%					250.64
	Utilidades	10.0%					527.70
TOTAL COSTO (US\$)							9,469.02

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI
Elaboración Propia

**TABLA No.15.- TANQUE DE SEDIMENTACION DE METAL
TUNEL No.2-3-4 - VENTANA No.03-PENSTOCK**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CODIGO CONTRATO	P.UNIT (US\$)	METRADO	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1.00	POZA DE SEDIMENTACION DE METAL						3,618.80
1.01	Mano de Obra	Gl		450.15	1.00	450.15	
1.02	Equipos	Gl		713.90	1.00	713.90	
1.03	Materiales	Gl		2,454.75	1.00	2,454.75	
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)						3,618.80	3,618.80
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					2,340.96
	Gastos fijos	4.7%					171.88
	Utilidades	10.0%					361.88
TOTAL COSTO (US\$)							6,493.52

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI
Elaboración Propia

**TABLA No.16.- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ACEITE Y GRASAS
TUNEL No.2-3-4 - VENTANA No.03**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CODIGO CONTRATO	P.UNIT (US\$)	METRADO	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1.00	COSTO DE TRAMPA METALICA DE ACEITE-GRASA						1,116.90
1.01	Mano de Obra	Gl		1.00	337.61	337.61	
1.02	Equipos	Gl		1.00	535.43	535.43	
1.03	Materiales	Gl		1.00	243.86	243.86	
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)						1,116.90	1,116.90
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					722.51
	Gastos fijos	4.7%					53.05
	Utilidades	10.0%					111.69
TOTAL COSTO (US\$)							2,004.15

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI
Elaboración Propia

TABLA No.17.- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO (POZA DE SEDIMENTACION Y ACEITE-GRASAS)
TUNEL No.2-3-4 - VENTANA No.03

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CODIGO	P.UNIT (US\$)	CANTIDAD HH	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
PERIODO: 2002							
1.00	Mano de Obra						37.50
1.01	Operario	HH	2690	3.75	10.00	37.50	
1.02	Peón (zona)	HH	2990	3.20		0.00	
2.00	Equipo						510.41
2.01	Cargador frontal	HH	312-04	51.04	10.00	510.41	
2.02	Volquete Volvo N-12 12m3	HH	327-14	27.64		0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)							547.91
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					354.44
	Gastos fijos	4.7%					26.02
	Utilidades	10.0%					54.79
TOTAL COSTO MENSUAL (US\$)							983.16

* La presencia de mayor caudal y por consiguiente una mayor concentración de sedimentos, el mantenimiento se realiza mensual

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI

Elaboración Propia

TABLA No.18.- TUBERIA DE DRENAJE DESDE POZAS DE SEDIMENTACION A LA QUEBRADA
TUNEL No.2-3-4 - VENTANA No.03-PENSTOCK

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CODIGO CONTRATO	P.UNIT (US\$)	METRADO	PARCIAL (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1.00	COSTO DE LAS TUBERIAS DE DRENAJE DESDE LAS POZAS DE SEDIMENTACION A LA QUEBRADA						505.12
	Tramo 1	GI		1.00	467.47	467.47	
	Tramo 2	GI		1.00	37.65	37.65	
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)							505.12
	Gastos Generales						
	Gastos variables	64.7%					326.76
	Gastos fijos	4.7%					23.99
	Utilidades	10.0%					50.51
TOTAL COSTO (US\$)							906.38

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI

Elaboración Propia

TABLA No.19
SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL EN LA CANTERA DE AGREGADOS
MAYBAMBA

DESCRIPCION	P.UNIT (US\$)	UNIDAD	CANTIDAD	SUBTOTAL
Materiales				873.34
Tubería de acero 6"	18.02	Und	38.00	684.76
Bridas 6"	7.98	Und	19.00	151.62
Geotextil	0.66	m2	56.00	36.96
Equipo				998.00
Excavadora	50.08	HM	14.00	701.12
Cargador	24.74	HM	12.00	296.88
Mano de Obra				186.00
Obreros	2.75	HH	48.00	132.00
Capataz	3.60	HH	15.00	54.00
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)				2,368.00
	Gastos Generales			
	Gastos variables	64.7%		1,531.83
	Gastos fijos	4.7%		112.47
	Utilidades	10.0%		236.80
TOTAL COSTO (US\$)				4,249.10

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI
 Elaboración Propia

TABLA No.20
COSTO MENSUAL DEL EQUIPO PERMANENTE DURANTE LA OPERACIÓN DE LA
CANTERA DE AGREGADOS DE LA CANTERA MAYBAMBA

DESCRIPCION	P.UNIT (US\$)	UNIDAD	CANTIDAD	SUBTOTAL
Equipo permanente				
Bombas de 4"	64.80	Und	4.00	259.20
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$)				259.20
	Gastos Generales			
	Gastos variables	64.7%		167.67
	Gastos fijos	4.7%		12.31
	Utilidades	10.0%		25.92
TOTAL COSTO MENSUAL (US\$)				465.10

* Equipo permanente las 24 horas del día

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica de Yuncan - Lote T-1: SKANSKA-COSAPI-CHIZAKI
 Elaboración Propia

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

- 9.1.1 En términos generales el sistema de tratamiento, basado en un tanque de sedimentación y tratamiento de aceites y grasas, utilizado durante la construcción de la Central Hidroeléctrica de Yuncan para el control de calidad del agua del río Paucartambo y Huachón, permitió controlar la emisión de sedimentos y aceites y grasas, los cuales estuvieron debajo de los niveles máximos permisibles.
- 9.1.2 El caudal del agua residual registrado en el Túnel No.04-Penstock durante el periodo 2003, fue determinante para el rediseño del sistema de tratamiento de agua, el cual consistió en la ampliación de la capacidad de tanque de sedimentación, ver Plano No.03.
- 9.1.3 En el diseño del sistema de tratamiento de aceites y grasas se debe tener en cuenta la velocidad del flujo del agua y la cantidad estimada de aceites a manejar, las cuales están íntimamente relacionadas con el tamaño de la trampa a instalar. Los efluentes de estos separadores, se disponen en sistemas de piscinas o lagunas de estabilización, antes de verterlos a la corriente receptora.

- 9.1.4 Los datos sobre la calidad del agua proporciona, información al personal de la actividad eléctrica sobre la eficiencia del procesamiento, manejo del agua y los sistemas de manejo de residuos; estos datos son vitales para determinar la influencia de los residuos en el ambiente y la salud de la población local.
- 9.1.5 El lugar ideal del punto de monitoreo de una descarga se debe ubicar exactamente antes de que la descarga ingrese a un curso de agua receptor (corriente natural, río). En caso su acceso no sea fácil, la muestra debe ser recolectada en el primer punto accesible corriente arriba de la descarga.
- 9.1.6 Para el muestreo de las aguas receptores (río) se deben de ubicar como mínimo dos puntos de monitoreo, uno aguas arriba y otro aguas debajo de cada cuerpo de agua receptor. La muestra aguas arriba debe ubicarse lo suficiente lejos de la descarga, pero aguas debajo de cualquier corriente que puede influir en las características de la calidad de agua. La ubicación del monitoreo aguas abajo debe ubicarse en un punto donde la descarga del efluente se haya mezclado completamente con el agua receptora. Los resultados de este muestreo permitirán determinar en que condiciones esta el agua antes de las actividades de la construcción y/o explotación y en que medida esta contaminando dicha actividad y finalmente en que nivel están afectando los efluentes a los ríos.

9.2. RECOMENDACIONES

- 9.2.1 El control de calidad del agua de los ríos Paucartambo y Huachón durante la etapa de operación, debe basarse principalmente en el manejo de los procesos naturales y de las actividades agropecuarias y de manejo de suelos. Así mismo el establecimiento de un sistema adecuado de tratamiento de agua y desagüe y manejo de residuos sólidos, para los pobladores de las riberas del río Huallamayo y Huachón y la continuación de un programa monitoreo para el control de calidad de agua, para lo cual es necesario establecer nuevos puntos de monitoreo.
- 9.2.2 Las actividades agrícolas deberán ser realizadas de una manera apropiada a las características ecológicas y topográficas de la zona a fin de disminuir substancialmente el aporte de sedimentos finos y gruesos a los cauces de los ríos Paucartambo y Huachón.
- 9.2.3 Coordinar con los Municipios ribereños de ambos ríos para que se tomen las medidas convenientes para depositar dichos residuos en rellenos sanitarios, con el fin de evitar la posibilidad de alteración de la calidad de las aguas de los ríos Paucartambo y Huachón, por residuos sólidos.
- 9.2.4 A fin de evitar, la contaminación de los cuerpos de agua y/o suelos por residuos de lubricantes, grasas y aceites, estos deberán ser depositados en cilindros para luego proceder a su eliminación, hacia lugares previamente establecidos, o en todo caso reutilizarlos como combustibles de hornos que generen energía calorífica.

- 9.2.5 A fin de evitar la posibilidad de alteración excesiva del caudal estacional circulante de los ríos Paucartambo y Huachón se tendrá que mantener en estos cauces fluviales, un caudal mínimo que garantice el desarrollo de una vida fluvial o al menos parecida, a la que existía anteriormente en el río.
- 9.2.6 Aprovechamiento de las nuevas situaciones ecológicas creadas por el embalse de Huallamayo, en relación con los recursos hidrobiológicos de la cuenca, las posibilidades de establecer acuicultura, manejo de las especies migratorias, así como el monitoreo de la calidad de las aguas en relación con el uso del agua en la cuenca alta y en el valle.
- 9.2.7 Para evitar la degradación de la calidad del agua en el reservorio de Huallamayo, se debe planificar el uso de la tierra aguas arriba de este, evitando el sobrepastoreo y la consiguiente erosión de los suelos, medida que también evitara la colmatación rápida del reservorio. Con el mismo fin, se tendrán que implementarse la reforestación con especies nativas.
- 9.2.8 Para evitar el impacto del embalse de Huallamayo sobre los suelos aluviales ubicados agua debajo de la Presa, se debe regular las descargas de agua.
- 9.2.9 Se recomienda que se continúe con el monitoreo para el control de calidad del agua de los ríos Paucartambo y Huachón, según la R.D.No.008-97 EM/DGAA, así mismo los puntos de monitoreo que deben ser considerados se indican a continuación:
- Embalse de Huallamayo en el río Paucartambo.

- Toma de Uchuhuerta en el río Huachón.
- Campamento.
- Aguas abajo y arriba de la población ribereña de Huallamayo y Huachón.

Asimismo, se debe monitorear los siguientes aspectos:

- Continuar con el registro y análisis de la precipitación.
- Conocer permanentemente el volumen de agua almacenada en el reservorio y el volumen anual de sedimentos que ingresa al reservorio.
- Vigilancia del crecimiento de las hierbas acuáticas que puedan afectar la operación del reservorio.

BIBLIOGRAFIA

1. BANCO MUNDIAL.
Lineamientos para Evaluación Ambiental de los Proyectos Energéticos e Industriales. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Trabajo Técnico No.141. Volumen III, Pags 26 al 32.
Editorial Banco Mundial, 1994. Washington, D.C – EE.UU.
2. ELECTRICAL POWER DEVELOPMENT CO. LTD.
Proyecto Central Hidroeléctrica Yuncan - Paucartambo II. 1997
Lima - Perú.
3. INRENA - DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE RURAL.
MINISTERIO DE AGRICULTURA.
Compendio de Normas Ambientales. Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas (D.L.No.17752)- Decreto Supremo No.261-69-AP.1996. Pág.94.
Lima - Perú.
4. INRENA - INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES -
MINISTERIO DE AGRICULTURA.
Diagnóstico de la Calidad de Agua de la Vertiente del Pacífico.
Volumen I.INR - 43. 1996
Lima - Perú.
5. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
Compendio de Normas Ambientales para las Actividades Minero Energéticas. Ley General de Aguas – Decreto Ley No.17752 (24 de Julio de 1969). 1997. Págs. 271 y 272.
Lima - Perú.
6. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua.
Lima - Perú.

7. RODRÍGUEZ, L.
Diversidad Biológica del Perú. FANPE. Proyecto de Cooperación Técnica Ayuda en la Planificación de una estrategia para el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas GIZ-INRENA. 1996.
Lima - Perú.
8. SEOANEZ, M.
Ingeniería del Medio Ambiente Aplicada al Medio Natural Continental. 1996. Ediciones Mundi-Prensa.
Madrid - España.

ANEXOS

ANEXO NO.01

TIPIFICACIÓN Y ESCALAS DE MULTAS Y SANCIONES RELACIONADO CON LA EMISIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS.

TABLA No.21
MULTAS POR INCUMPLIMIENTO A LA NORMATIVIDAD EN EL SECTOR ELECTRICO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

No.	TIPIFICACION DE INFRACCION	BASE LEGAL	SANCION	MULTAS EN UIT			
				EMPRESA TIPO 1	EMPRESA TIPO 2	EMPRESA TIPO 3	EMPRESA TIPO 4
3.1	Por incumplimiento de las obligaciones relacionadas con el uso de recursos naturales	Arts. 107°, 108°, 109° y 110° de la Ley Arts. 201°m 213°m 214° y 215° Inc. l) del Reglamento.	De 1 a 1000 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 300 UIT	Hasta 500 UIT	Hasta 1000 UIT
3.2	Por infracción a la conservación del medio ambiente al momento de ejecutar las obras.	Arts. 9° y 31° inc.h) de la Ley. Art. 201° incs. b) y m) del Reglamento	De 1 a 1000 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 300 UIT	Hasta 500 UIT	Hasta 1000 UIT
3.3	Por no presentar el informe anual sobre el cumplimiento de la legislación ambiental durante el ejercicio anterior dentro del plazo establecido incluyendo el Anexo No.2 del Reglamento Ambiental	Arts. 31° inc.h) de la Ley. Art. 201° inc. b) del Reglamento. Art 8° del Reglamento de Protección Ambiental.	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.4	Por presentar información incompleta, falsa o dolosa	Arts. 31° inc.h) de la Ley. Art. 201° inc. b) del Reglamento. Art 8° del Reglamento de Protección Ambiental.	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.5	Por presentar el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).	Arts. 25° y 47° inc.c) del Reglamento de Protección Ambiental. Art.1° de la R.D.036-97-EM/DGAA.	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.6	Por no presentar el cronograma de acciones e inversiones y porcentajes de avance físico mensual del PAMA al 31 de Diciembre de cada año.	Arts. 25° y 47° inc.c) del Reglamento de Protección Ambiental. Art.1° de la R.D.036-97-EM/DGAA.	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.7	Por no cumplir con el cronograma de inversiones contenido en el PAMA y aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales.	Arts. 25° y 47° inc.c) del Reglamento de Protección Ambiental. Art.1° de la R.D.036-97-EM/DGAA.	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.9	Por no presentar dentro de los plazos establecidos un Registro de Monitoreo	Arts.25° y 47° inc. C) del Reglamento de Protección Ambiental. Art. 9° de la R.D.008-97-EM/DGAA	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.10	Por presentar el Registro de Monitoreo en forma incompleta	Arts.25° y 47° inc. d) del Reglamento de Protección Ambiental. Art. 9° de la R.D.008-97-EM/DGAA	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.11	Cuando el titular de la concesión o autorización presente el registro de monitoreo con resultados que excedan los Límites Máximos Permisibles.	Art. 7° del Reglamento de Protección Ambiental. Art. 2° de la Resolución Directoral 008-97-EM/DGAA.	De 1 a 1000 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 300 UIT	Hasta 500 UIT	Hasta 1000 UIT
3.12	Por no contar con un Auditor Ambiental Interno	Art. 5° del Reglamento de Protección Ambiental aprobado por D.S.029-94-EM.	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT

TABLA No.21
MULTAS POR INCUMPLIMIENTO A LA NORMATIVIDAD EN EL SECTOR ELECTRICO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

No.	TIPIFICACION DE INFRACCION	BASE LEGAL	SANCION	MULTAS EN UIT			
				EMPRESA TIPO 1	EMPRESA TIPO 2	EMPRESA TIPO 3	EMPRESA TIPO 4
3.13	Cuando el Auditor Ambiental Interno incumpla las funciones expresadas en el Reglamento de Protección Ambiental	Art. 5° del Reglamento de Protección Ambiental aprobado por D.S.029-94-EM.	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.14	Por no cumplir con los compromisos considerados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	Arts. 13° y 20° del Reglamento de Protección Ambiental	De 1 a 1000 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 300 UIT	Hasta 500 UIT	Hasta 1000 UIT
3.15	Por realizar el cierre sin contar con un Plan al término de la actividad eléctrica	Arts. 14° inciso f) y art 22° inciso h) del Reglamento de Protección Ambiental, aprobado por D.S.029-94-EM.	De 1 a 1000 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 300 UIT	Hasta 500 UIT	Hasta 1000 UIT
3.18	Por no contar con plan de manejo de residuos y productos peligrosos.	Arts. 33° inciso j) del Reglamento de Protección Ambiental, aprobado por D.S.029-94-EM.	De 1 a 500 UIT	Hasta 100 UIT	Hasta 200 UIT	Hasta 350 UIT	Hasta 500 UIT
3.19	Cuando la construcción, operación y abandono de la actividad eléctrica ocasione un daño o deterioro ambiental	Arts. 33° del Reglamento de Protección Ambiental, aprobado por D.S.029-94-EM.	De 1 a 1000 UIT	Hasta 250 UIT	Hasta 500 UIT	Hasta 750 UIT	Hasta 1000 UIT
3.20	Cuando el titular de la concesión o autorización no cumpla con las disposiciones ambientales contempladas en la Ley y el Reglamento o las normas emitidas por la DGAA y OSINERG.	Arts. 31° inciso h) de la Ley. Art 3° del Reglamento de Protección Ambiental, aprobado por D.S.029-94-EM.	De 1 a 1000 UIT	Hasta 250 UIT	Hasta 500 UIT	Hasta 750 UIT	Hasta 1000 UIT

TIPO DE EMPRESA:

Tipo 1: Empresa, entidad y/o persona que desarrolla actividad de: Generación, cuya producción del año anterior fue inferior o igual a 50 millones de kWh; o Transmisión, cuyo Valor nuevo de Reemplazo (VNR) del año anterior fue hasta 10 millones US\$; o Distribución cuya venta del año anterior fue inferior o igual a 50 millones kWh.

Tipo 2: Empresa, entidad y/o persona que desarrolla actividad de: Generación, cuya producción del año anterior fue superior a 50 millones de kWh hasta 200 millones kWh; o Transmisión, cuyo Valor nuevo de Reemplazo (VNR) del año anterior fue superior a 10 millones US\$ hasta 30 millones US\$; o Distribución cuya venta del año anterior fue superior a 50 millones kWh hasta 200 kWh.

Tipo 3: Empresa, entidad y/o persona que desarrolla actividad de: Generación, cuya producción del año anterior fue superior a 200 millones de kWh hasta 1,000 millones kWh; o Transmisión, cuyo Valor nuevo de Reemplazo (VNR) del año anterior fue superior a 30 millones US\$ hasta 100 millones US\$; o Distribución cuya venta del año anterior fue superior a 200 millones kWh hasta 1,000 kWh.

Tipo 4: Empresa, entidad y/o persona que desarrolla actividad de: Generación, cuya producción del año anterior fue superior a 1,000 millones de kWh; o Transmisión, cuyo Valor nuevo de Reemplazo (VNR) del año anterior fue superior a 100 millones US\$; o Distribución cuya venta del año anterior fue superior a 1,000 kWh.

SANCIONES

Sancción: Amonestación - Paralización de Actividades

Multa: De 1 hasta 1,400 UIT (UIT 2006 = S/.3,400)

NORMATIVIDAD

RSHOSSE : Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector Electricidad

Reglamento de Protección Ambiental: Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas

Ley : Ley de Concesiones Eléctricas

Reglamento : Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas

NTOTR : Norma Técnica de Operaciones en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados

NTCSE: Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos

Fuente: OSINER - Organismo Supervisor de la Inversión de Energía

Elaboración Propia

ANEXO NO.02

**RESULTADOS FISICO-QUIMICO DE LA CALIDAD DEL AGUA
DEL RÍO PAUCARTAMBO Y HUACHÓN.**



ENVIROLAB - PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

N° 502167

Solicitante: ASOC. SKANSKA - COSAPI - CHIZAKI
Domicilio Legal: Av. Huarochiri 160
Santa Anita
Tipo de Muestra: Agua
Plan de Muestreo: ---
Solicitud de Análisis: FEB-167
Procedencia de la Muestra: ---
Fecha de Ingreso: 05/02/24
Código ENVIROLAB-PERU: 502167
Referencia: Nota de Envío de fecha: 24/02/05

Análisis : Sólidos Totales en Suspensión **Método de Referencia:** SM 2540-D

Código de laboratorio	Descripción de muestra	Fecha de Muestreo	Límite de detección	Resultado	Incertidumbre (±)	Unidad	Fecha de Análisis
502167-01	SUR-1	05/02/23	5	N.D.	---	mg/l.	05/02/25
502167-03	SUR-3	05/02/23	5	N.D.	---	mg/l.	05/02/25

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura $k = 2$ para un nivel de confianza aproximado del 95%.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada: Las muestras llegaron preservadas en frío al Laboratorio.

Nota: La fecha de muestreo, es dato proporcionado por el Cliente.

Sólidos Totales en Suspensión: SM 2540-D (Total Suspended Solids Dried at 103-105°C).

"Standard Methods for Examination of Water and Wastewater". 20th Ed 1998.

LUIS BUENO CARBAJAL

Gerente General

C.I.P. N° 6618

Lima, Perú, 05/03/03



Nota: - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

- Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

INFORME DE ENSAYO

N° 502167

Solicitante: ASOC. SKANSKA - COSAPI - CHIZAKI

Domicilio Legal: Av. Huarochiri 160
Santa Anita

Tipo de Muestra: Agua

Plan de Muestreo: ---

Solicitud de Análisis: FEB-167

Procedencia de la Muestra: ---

Fecha de Ingreso: 05/02/24

Código ENVIROLAB-PERU: 502167

Referencia: Nota de Envío de fecha: 24/02/05

Análisis : Aceites y Grasas **Método de Referencia:** EPA 1664-A

Código de laboratorio	Descripción de muestra	Fecha de Muestreo	Límite de detección	Resultado	Incertidumbre (±)	Unidad	Fecha de Análisis
502167-02	SUE-2	05/02/23	5	N.D.	---	mg/l.	05/02/25

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura $k = 2$ para un nivel de confianza aproximado del 95%.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada: La muestra llegó preservada al Laboratorio.

Nota: La fecha de muestreo, es dato proporcionado por el Cliente.

Aceites y Grasas: EPA 1664-A N-Hexane Extractable Material (HEM Oil and Grease) and Silica Gel treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM, Non Polar Material) by Extraction and Gravimetry. Revision A, Feb 1999.

JUIS BUENO CARBAJAL

Gerente General

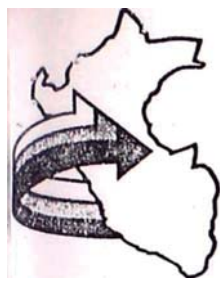
C.I.P. N° 6618

Lima, Perú, 05/03/03



Nota - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

- Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.



ENVIROLAB-PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Peru SAC

INFORME DE ENSAYO

N° 50307

Solicitante: ASOC. SKANSKA - COSAPI - CHIZAKI

Domicilio Legal: Av. Huarochiri 160
Santa Anita

Tipo de Muestra: Agua

Plan de Muestreo: ---

Solicitud de Análisis: MAR-007

Procedencia de la Muestra: ----

Fecha de Ingreso: 05/03/01

Código ENVIROLAB-PERU: 50307

Referencia: Cotización: 0131-A/05/GG

Análisis : Sólidos Totales en Suspensión **Método de Referencia:** SM 2540-D

Código de laboratorio	Descripción de muestra	Fecha de Muestreo	Límite de detección	Resultado	Incertidumbre (±)	Unidad	Fecha de Análisis
50307-01	SHR-1	05/02/28	5	5	0.4	mg/L	05/03/02
50307-02	SHR-4	05/02/28	5	12	1	mg/L	05/03/02
50307-03	SHR-5	05/02/28	5	9	0.8	mg/L	05/03/02
50307-07	SIR-1	05/02/28	5	44	4	mg/L	05/03/02
50307-08	SIR-2	05/02/28	5	10	0.9	mg/L	05/03/02

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura $k = 2$ para un nivel de confianza aproximado del 95%.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada: Las muestras llegaron preservadas al Laboratorio.

Nota: La fecha de muestreo, es dato proporcionado por el Cliente.

Sólidos Totales en Suspensión: SM 2540-D (Total Suspended Solids Dried at 103-105°C).

"Standard Methods for Examination of Water and Wastewater". 20th Ed 1998.

[Firma]
LUIS BUENO CARBAJAL
 Gerente General
 C.I.P. N° 6618
 Lima, Perú, 05/03/10



Nota: - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
 - Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

ENVIROLAB - PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Peru S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

Nº 50307

Solicitante: ASOC. SKANSKA - COSAPI - CHIZAKI
Domicilio Legal: Av. Huarochiri 160
Santa Anita
Tipo de Muestra: Agua
Plan de Muestreo: ---
Solicitud de Análisis: MAR-007
Procedencia de la Muestra: ---
Fecha de Ingreso: 05/03/01
Código ENVIROLAB-PERU: 50307
Referencia: Cotización: 0131-A/05/GG

Análisis : Aceites y Grasas **Método de Referencia:** EPA 1664-A

Código de laboratorio	Descripción de muestra	Fecha de Muestreo	Límite de detección	Resultado	Incertidumbre (\pm)	Unidad	Fecha de Análisis
50307-04	SHE-	05/02/28	5	54	5	mg/l.	05/03/07
50307-05	SHE-7	05/02/28	5	11	1	mg/l.	05/03/07
50307-06	SHE-8	05/02/28	5	12	1	mg/l.	05/03/07

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura $k = 2$ para un nivel de confianza aproximado del 95%.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada: Las muestras llegaron preservadas al Laboratorio.

Nota: La fecha de muestreo, es dato proporcionado por el Cliente.

Aceites y Grasas: EPA 1664-A N-Hexane Extractable Material (HEM Oil and Grease) and Silica Gel treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM, Non Polar Material) by Extraction and Gravimetry. Revision A, Feb 1999.


LUIS BUENO CARBAJAL

Gerente General

C.I.P. Nº 6618

Lima, Perú, 05/03/10



Nota: - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

- Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

INFORME DE ANÁLISIS N°027-04 LAB N° 20

Solicitante : ASOCIACION SKANSKA COSAPI SHIZAKI
 Tipo de muestra : Agua de río
 Procedencia : Maybamba aguas arriba
 Fecha de muestreo : 28-01-04
 Fecha de recepción : 29-01-04

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	M1 SHR-1	MÉTODO
Sólidos suspendidos	mg/L	2,00	Gravimétricos

(*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METDOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 17 edición

Lima, 05 de Febrero del 2004

ING. ARTURO ZAPATA PAYCO
 JEFE DEL LABORATORIO N°20

*Muestra tomada por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

INFORME DE ANÁLISIS N°027-04 LAB N° 20

Solicitante : ASOCIACION SKANSKA COSAPI SHIZAKI
Tipo de muestra : Agua de río
Procedencia : Cantera Maybamba
Fecha de muestreo : 28-01-04
Fecha de recepción : 29-01-04

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	M2 SHE-2	MÉTODO
Aceites y Grasas	mg/L	0,79	Gravimétricos
Sólidos suspendidos	mg/L	2,00	Gravimétricos

(*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METDOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 17 edición

Lima, 12 de Febrero del 2004


ING. ARTURO ZAPATA PAYCO
JEFE DEL LABORATORIO N°20

*Muestra tomada por el solicitante.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

INFORME DE ANÁLISIS N°027-04 LAB N° 20

Solicitante : ASOCIACION SKANSKA COSAPI SHIZAKI
Tipo de muestra : Agua de río
Procedencia : Huallamayo Planta de Concreto
Fecha de muestreo : 28-01-04
Fecha de recepción : 29-01-04

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	M3 SHE-3	MÉTODO
Aceites y grasas	mg/L	0,20	Gravimétricos
Sólidos suspendidos	mg/L	149,00	Gravimétricos

(*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METDOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 17 edición

Lima, 12 de Febrero del 2004



ING. ARTURO ZAPATA PAYCO
JEFE DEL LABORATORIO N°20

*Muestra tomada por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

INFORME DE ANÁLISIS N°027-04 LAB N° 20

Solicitante : ASOCIACION SKANSKA COSAPI SHIZAKI
Tipo de muestra : Agua de río
Procedencia : Presa Huallamayo aguas abajo
Fecha de muestreo : 28-01-04
Fecha de recepción : 29-01-04

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	M5 SHR-5	MÉTODO
Sólidos suspendidos	mg/L	6,00	Gravimétricos

(*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METDOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 17 edición

Lima, 05 de Febrero del 2004


ING. ARTURO ZAPATA PAYCO
JEFE DEL LABORATORIO N°20

*Muestra tomada por el. solicitante.