

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

ANEXOS

### URBANIZACIONES SOSTENIBLES: DESCENTRALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RESIDENCIALES

Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller:

**LUIS FRANCISCO ARCE JÁUREGUI**

**ASESOR: Ph. D. RAMZY KAHHAT ABEDRABBO**

Lima, Abril del 2013

## ANEXO 1 - TABLAS

**Tablas 1.** Categoría I de los ECAs de agua. Fuente: Decreto Supremo 023-2009-MINAM.

Categoría I: Población y Recreacional					
Subcategoría	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	OD (mg/l)	C.Termotol. NMP/100 ml	C.Totales NMP/100mL
A1	3	10	$\geq 6$	0	50
A2	5	20	$\geq 5$	2000	3000
A3	10	30	$\geq 4$	20000	50000
B1	5	30	$\geq 5$	200	1000
B2	10	50	$\geq 4$	1000	4000

Sub Categoría A	A1	Pueden ser potabilizadas con desinfección
	A2	Pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
	A3	Pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Sub Categoría B	B1	Contacto Primario
	B2	Contacto Secundario

Sub Categoría A	Superficiales destinadas a la producción de agua potable
Sub Categoría B	Superficiales destinadas a la producción de agua recreación

**Tablas 2.** Categoría II de los ECAs de agua. Fuente: Decreto Supremo 023-2009-MINAM.

Categoría II: Actividades Marino Costeras					
Subcategoría	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	OD (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	C.Termotol. NMP/100mL
C1	n.r.	n.r.	$\geq 4$	1	$\leq 14$
C2	10	50	$\geq 3$	1	$\leq 30$
C3	10	70	$\geq 2.5$	2	1000

Sub Categoría C1	C1	Extracción y cultivo de mariscos bivalvos
Sub Categoría C2	C2	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
Sub Categoría C3	C3	Otras actividades

**Tablas 3.** Categoría III de los ECAs de agua. Fuente: Decreto Supremo 023-2009-MINAM.

Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales - Riego de vegetales Tallo Bajo y Tallo Alto					
DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	OD (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	pH Unidad	Conductividad uS/cm
15	40	>=4	1	6.5-8.5	<2000

RIEGO DE VEGETALES			
Parámetro	Unidad	Tallo Bajo	Tallo Alto
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5000	5000
Enterococos	NMP/100mL	20	100
Escherichia Coli	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helmintos	Huevos/litro	<1	<1
Salmonella sp.	-	Ausente	Ausente
Vibrio Cholerae	-	Ausente	Ausente

Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales - Bebida de animales					
DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	OD (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	pH Unidad	Conductividad uS/cm
<=15	40	>5	1	6.5-8.4	<=5000

BEBIDA DE ANIMALES		
Parámetro	Unidad	Valor
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5000
Enterococos	NMP/100mL	20
Escherichia Coli	NMP/100mL	100
Huevos de Helmintos	Huevos/litro	<1
Salmonella sp.	-	Ausente
Vibrio Cholerae	-	Ausente

**Tabla 4.** Categoría IV de los ECAs de agua. Fuente: Decreto Supremo 023-2009-MINAM.

CATEGORÍA IV: Conservación del ambiente acuático						
Parámetro	Unidad	Lagunas y Lagos	Ríos		Ecosistemas Marino Costeros	
			Costa y Sierra	Selva	Estuarios	Marinos
DBO	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=5	>=5	>=5	>=4	>=4
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<=25	<=25 - 100	<=25 - 400	<=25- 100	30
Nitrógeno Total	mg/L	1.6	1.6	1.6	-	-
Fósforo Total	mg/L	0.4	0.5	0.5	0.5	0.031- 0.093
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	2000	1000	<=30
Coliformes Totales	NMP/100mL	2000	3000	3000	2000	<=30

**Tabla 5.** Límites Máximos Admisibles de agua. Fuente: Decreto Supremo 003-2009-MINAM.

Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR		
Parámetro	Unidad	Valor
Aceites y Grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
Ph	unidad	6,5-8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

**Tabla 6.** Análisis económico para un desarrollo habitacional de 4 % al año.

Año	Lotes	Lot. Acum.	Hab.	Volumen (m3)	M&O Anual (S/.)	Tarifas (S/.)	Dfa.(S/.)	Área de Parques (m2)	Volumen de riego diario/parque (m3)	Volumen de riego anual/parque (m3)	Volumen Restante	Costo de Agua	Dfa. Total
1	126	126	631	27,647	93,996.12	15,205.61	-78,790.51	14,216.57	170.60	24,566.23	3,080.33	16,941.80	-61,848.71
2	126	252	1,262	55,293	93,996.12	30,411.22	-63,584.90	14,216.57	170.60	24,566.23	30,726.89	168,997.88	105,412.97
3	126	379	1,894	82,940	93,996.12	45,616.82	-48,379.30	14,216.57	170.60	24,566.23	58,373.45	321,053.96	272,674.66
4	126	505	2,525	110,586	93,996.12	60,822.43	-33,173.69	14,216.57	170.60	24,566.23	86,020.01	473,110.04	439,936.35
5	126	631	3,156	138,233	93,996.12	76,028.04	-17,968.08	14,216.57	170.60	24,566.23	113,666.57	625,166.12	607,198.04
6	126	757	3,787	165,879	93,996.12	91,233.65	-2,762.47	14,216.57	170.60	24,566.23	141,313.13	777,222.20	774,459.73
7	126	884	4,418	193,526	93,996.12	106,439.26	12,443.14	23,957.32	287.49	41,398.25	152,127.67	836,702.17	849,145.30
8	126	1,010	5,050	221,172	93,996.12	121,644.86	27,648.74	23,957.32	287.49	41,398.25	179,774.23	988,758.25	1,016,406.99
9	126	1,136	5,681	248,819	93,996.12	136,850.47	42,854.35	23,957.32	287.49	41,398.25	207,420.79	1,140,814.33	1,183,668.68
10	126	1,262	6,312	276,466	93,996.12	152,056.08	58,059.96	32,244.17	386.93	55,717.93	220,747.67	1,214,112.19	1,272,172.15
11	126	1,389	6,943	304,112	93,996.12	167,261.69	73,265.57	32,244.17	386.93	55,717.93	248,394.23	1,366,168.27	1,439,433.83
12	126	1,515	7,574	331,759	93,996.12	182,467.30	88,471.18	32,244.17	386.93	55,717.93	276,040.79	1,518,224.35	1,606,695.52
13	126	1,641	8,206	359,405	137,782.39	197,672.90	59,890.51	43,524.56	522.29	75,210.44	284,194.84	1,563,071.60	1,622,962.11
14	126	1,767	8,837	387,052	137,782.39	212,878.51	75,096.12	43,524.56	522.29	75,210.44	311,841.40	1,715,127.68	1,790,223.80
15	126	1,894	9,468	414,698	137,782.39	228,084.12	90,301.73	43,524.56	522.29	75,210.44	339,487.96	1,867,183.76	1,957,485.49
16	126	2,020	10,099	442,345	137,782.39	243,289.73	105,507.34	56,699.48	680.39	97,976.71	344,368.25	1,894,025.40	1,999,532.74
17	126	2,146	10,730	469,992	137,782.39	258,495.34	120,712.94	56,699.48	680.39	97,976.71	372,014.81	2,046,081.48	2,166,794.42
18	126	2,272	11,362	497,638	137,782.39	273,700.94	135,918.55	56,699.48	680.39	97,976.71	399,661.37	2,198,137.56	2,334,056.11
19	126	2,399	11,993	525,285	137,782.39	288,906.55	151,124.16	56,699.48	680.39	97,976.71	427,307.93	2,350,193.64	2,501,317.80
20	126	2,525	12,624	552,931	137,782.39	304,112.16	166,329.77	64,689.22	776.27	111,782.98	441,148.22	2,426,315.23	2,592,645.00
21	126	2,651	13,255	580,578	137,782.39	319,317.77	181,535.38	64,689.22	776.27	111,782.98	468,794.78	2,578,371.31	2,759,906.69
22	126	2,777	13,886	608,224	147,846.07	334,523.38	186,677.30	71,805.34	861.66	124,079.63	484,144.69	2,662,795.79	2,849,473.09
23	126	2,904	14,518	635,871	147,846.07	349,728.98	201,882.91	71,805.34	861.66	124,079.63	511,791.25	2,814,851.87	3,016,734.78
24	126	3,030	15,149	663,517	147,846.07	364,934.59	217,088.52	80,032.57	960.39	138,296.28	525,221.16	2,888,716.35	3,105,804.87
25	126	3,156	15,780	691,164	147,846.07	380,140.20	232,294.13	80,032.57	960.39	138,296.28	552,867.72	3,040,772.43	3,273,066.56

## ANEXO 2 - FOTOGRAFÍAS



**Foto 1.** Planta de tratamiento de aguas residuales (Laguna de oxidación) en mal estado en Lambayeque.



**Foto 2.** Nueva PTAR (Laguna de oxidación) en Lambayeque, ampliación de laguna en mal estado.



**Foto 3.** PTAR Pacora – Lambayeque (Laguna de Oxidación).



**Foto 4.** Laguna de oxidación en mal estado Pacora – Lambayeque.



**Foto 5.** Laguna de oxidación de aguas residuales domésticas mezclada con sangre de los camales, Pacora – Lambayeque.



**Foto 6.** Laguna de oxidación en mal estado sin mantenimiento, Pacora – Lambayeque.





**Foto 7.** Agua mal tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales Pacora – Lambayeque.



**Foto 8.** Agua residual sin tratamiento siendo vertida con agua de canal con destino al mar, Pimentel – Lambayeque.



**Foto 9.** Agua residual vertida hacía el mar sin tratamiento, Pimentel – Lambayeque.



**Foto 10.** Plantas de tratamiento, lagunas de oxidación en Sapallanga – Huancayo.



**Foto 11.** Mal estado de lagunas de oxidación en Sapallanga – Huancayo.



**Foto 12.** Agua mal tratada de PTAR sin mantenimiento en Sapallanga – Huancayo.



**Foto 13.** Agua residual mal tratada siendo vertida a campos cercanos formando humedales en mal estado, Sapallanga – Huancayo.



**Foto 14.** Humedales formados del agua residual mal tratada, foco de contaminación para animales y plantas. Finalmente se vierte lo restante al canal, Sapallanga – Lambayeque.



**Foto 15.** Humedales generados por agua residual mal tratada Sapallanga – Huancayo.



**Foto 16.** Planta de tratamiento SOTAS, urbanización Portal El Sol, Guayaquil – Ecuador.



**Foto 17.** Cámara de rejas de PTAR SOTAS de Portal El Sol, Guayaquil – Ecuador.



**Foto 18.** Lagunas de aireación y digester de lodos, Urb. Portal El Sol, Guayaquil – Ecuador.



**Foto 19.** Laguna de aireación de sistema ovalado, Guayaquil – Ecuador.



**Foto 20.** Lecho de secado de PTAR Portal El Sol, Guayaquil – Ecuador.



**Foto 21.** Clarificador PTAR Portal El Sol, Guayaquil – Ecuador.



**Foto 22.** Tanque donde se encuentra las lámparas Ultra Violeta.





**Foto 23.** Aireadores y Baffle en laguna de aireación PTAR Portal El Sol.



**Foto 24.** Condominio Portal El Sol muy cerca de su PTAR, sin ningún problema de olores.



**Foto 25.** PTAR Guayaquil con problema de olores solucionados con aireadores.



**Foto 26.** PTAR La Joya con una distancia cercana de la urbanización.