

DISEÑOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CHAULLAYACU

MEMORIA TÉCNICO – DESCRIPTIVA DE LOS DISEÑOS ELÉCTROMECANICOS Y DEL SISTEMA DE CONTROL

1. GENERALIDADES.-

La Planta de Tratamiento a construirse, requiere para su funcionamiento de equipos e instrumentos, que deben ser alimentados con energía eléctrica, por lo que se ha hecho necesario diseñar las instalaciones eléctricas y controles eléctricos respectivos.

En vista de que las redes eléctricas que circundan el lugar de emplazamiento de la estación, no tienen la suficiente capacidad, ni la configuración requerida, como para garantizar la calidad de la energía recibida y, de esta manera, obtener un seguro y óptimo funcionamiento de los equipos, se ha decidido dotar a la planta de tratamiento de un transformador propio, que alimentará sus instalaciones.

Cabe aclarar que el presente documento comprende sobre las instalaciones eléctricas y mecánicas, mas no la instrumentación y electrónica de control.

A continuación se anotarán algunos criterios generales, adoptados durante el diseño.

2. EQUIPOS MECANICOS.-

COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

A continuación haremos una breve descripción de las unidades de la planta de tratamiento de aguas servidas a ser implantada.

CRIBAS

El cribado es una operación utilizada para separar material grueso del agua, mediante el paso de ella por una criba o rejilla. En plantas de tratamiento de aguas residuales se usan rejillas gruesas, principalmente de barras o varillas de acero, para proteger bombas, válvulas, tuberías y equipos, etc., del taponamiento o interferencia causada por trapos, tarros y objetos grandes.

Uno de los parámetros importantes para el diseño de los sistemas de desbaste mediante rejas es la pérdida de carga (ht) o diferencia de nivel antes y después de las rejas; la cual es proporcional a la diferencia del cuadrado de las velocidades del agua entre rejas y antes de las mismas. La velocidad antes de rejas debe ser superior a 0,4 m/s para evitar la deposición de materia en el fondo del canal, velocidad de diseño 0,64 m/s, el caudal 0.012 m³/s, la pérdida es de 0.19 m y velocidad a través de reja es de 1.75m/s.

Es importante mantener las rejas en un correcto estado de limpieza, pues los sólidos por ellas retenidos disminuyen la sección útil del sistema, aumentando con ello la

velocidad entre rejas (ecuación de continuidad) y por consiguiente la pérdida de carga. La pérdida de carga característica para rejas de 1,5 cm (eje izquierdo) y 2,0 cm de luz (eje derecho) en función de la velocidad del agua tratar y del grado de limpieza del sistema de rejas, considerándose como un nivel admisible de obturación hasta el 30%, ángulo de inclinación 70°.

Los sistemas de limpieza automática de rejas será accionados de manera electromecánica. El automatismo de funcionamiento puede ser mediante un temporizador (a intervalos de tiempo prefijados). Los sistemas automáticos de limpieza suelen ser los más empleados en instalaciones de depuración de tipo medio y superior, debido a que los costes de automatización son fácilmente amortizables.

El estanque de homogeneizador cumple la función de depuración, puede ser construido de diversos materiales (en este caso se ha previsto su fabricación en Concreto reforzado) e incluye las etapas que se indican a continuación, una tras otra, con flujos gravitacionales entre sí, los datos obtenidos del diseño de planta son:

Caudal de Ingreso Medio	Q	0.010	m ³ /s
	Q	37.476	m ³ /h
Tiempo de Retención	T	2.5	Hora

EL movimiento de agua para el ingreso es por medio gravitacional. No es necesario equipamiento, pero para la comunicación con el siguiente proceso es necesario tomar en cuenta el tiempo de retención para el control automático del proceso.

Sistema de Aireación

Los requerimientos de oxígeno, considerando una necesidad de aire de 12 l/min*m³, una altura de operación de 2618 msnm y una temperatura del agua residual de 22°C se han establecido en 2.52 kg/h. Para satisfacer estos requerimientos de oxígeno se han considerado aireadores superficiales del tipo aireador – mezclador con suministro de aire presurizado desde un soplador incorporado a través de un eje hueco y con hélice en el extremo para asegurar la mezcla, similares a los Aire-O2 Triton®, que según la información del fabricante proporcionan 1,8 kg de oxígeno por kwh, lo cual haría necesario contar con una potencia total de 1.4 kw, equivalentes a 2 HP, el equipo mínimo es de 5 HP por lo que se adopta este equipo para suplir necesidad CON UN FACTOR DE TRANSFERENCIA DE 0.6, el total de potencia requerida equivale a 8 HP, distribuidos en 2 aireadores instalados con montaje fijo.

El tanque imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

Para que el agua llegue al tanque se dispone de cámara de bombeo desde tanque homogeneizador con caudal de 37 m³/hr (0.010m³/s).

Cálculos Potencia de bomba requerida:

Listado de tuberías y accesorios

Longitud (m)	Material	Diámetro (pulg)	Cédula	Diám interior (m)	Área
0.09	Acero	1 ½	40	0.04089	0.00131
0.14	Acero	1 ½	40	0.04089	0.00131
0.152	Acero	1 ½	40	0.04089	0.00131
0.45	Acero	2	40	0.0525	0.00216
0.05	PVC	2	80	0.04925	0.00191
0.22	PVC	2	80	0.04925	0.00191
0.79	PVC	2	80	0.04925	0.00191
1.44	PVC	2	80	0.04925	0.00191
0.87	PVC	2	80	0.04925	0.00191
6.3	PVC	2	80	0.04925	0.00191
2.03	PVC	2	80	0.04925	0.00191

Accesorio	Diámetro (pulg)	Material	K	E/D
Codo 90	3	Acero	0.3	0.0006
Codo 90	3	Acero	0.3	0.0006
Brida	3	Acero	0.05	0.0006
Válvula Mariposa	3	Acero	0.36	0.0006

Brida	3	Acero	0.05	0.0006
Codo 90°	3	Acero	0.3	0.0006
Codo largo	3	Acero	0.3	0.0006
Reducción	3 a 1 ½	Acero	0.2	0.0013
Brida	1 ½	Acero	0.05	0.0013
Válvula mariposa	1 ½	Acero	0.36	0.0013
Brida	1 ½	Acero	0.05	0.0013

$$H_{rd} = 0.126 + 0.02 + 0.535$$

$$H_{rd} = 0.681 \text{ m}$$

$$h_{pmd} = 0 \quad (\text{Tanque abierto a la atmósfera}).$$

$$h_{ed} = 3.6 \text{ m} \quad (\text{Cabeza estática de descarga; (+)})$$

Por lo tanto:

$$h_s = h_{ed} + h_{vd} + H_{rd} + h_{pmd}$$

$$H_s = 3.6 + 0.681 + 1.758 = 6.039 \text{ m}$$

		DATOS		EQUIVALENCIAS		RESULTADOS	
GASTO Q :	GPM :	163		LPS :	10.28391	BHP :	1.089553
CARGA Ht :	PIES :	19.8		MTS :	6.039		
PRESION REQUERIDA	LBS/PULG ² :	20		MTS :	0	HP :	1.252986
	EFIC. :	75		CDT :	6.039 mts.		

BOMBAS

Tipo Sumergible

Impulsor y diámetro De 2 canales abiertos auto limpiante, 172 mm

Fluido a bombear Lodo en concentración $\leq 7\%$ ST pH 6 – 8

Densidad del fluido 1000 - 1050 kg/m³

Caudal variable a impulsar 30 – 60 m³/h

Trifásico

Nº de polos 4

Alimentación 220 / 460 v, 60 Hz

Potencia y nº revoluciones 1.5 Hp a 1.735 r.p.m

SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE LODOS

DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

Se seleccionó tubería de PVC de 100mm que se comprobara por medio de los siguientes cálculos:

The slurry mixture volume is determined by the following formula:

$$V = Q \times 1273 / d^2$$

Donde:

V = velocidad in m/s

Q = caudal in L/s

d = diametro in mm

g = 9.81 m/s²

$$\text{La velocidad será} = 19 \times 1273 / (100)^2 = 2.4 \text{ m/s}$$

Utilizando la ecuacion de Durand equation from LIMITING SETTLING VELOCITY.

$$VL = FL \sqrt{2gD \left(\frac{S - Sl}{Sl} \right)}$$

Donde:

D = diametro in m.

S gravedad especifica de solidos

Sl = 1

EL valor de FL = 1.04 utilizando los nomogramas de Durand, para un

Cv=13.9% y un diámetro de partículas d50=211 microns

Sustituyendo los valores la Velocidad limitante resulta: 1.87 m/s

El diámetro de 100mm es aceptado ya que la velocidad limitante (1.87 m/s) es menor a la velocidad de transporte (2.4 m/s)

BOMBAS PARA EXTRACCIÓN DE LODOS

LÍNEAS DE SUCCIÓN

Longitud (m)	Material	Diámetro (pulg)	Cédula	Diám interior (m)	Área (m ²)
2.25	Acero	4	40	0.1022	0.0082
0.02	Acero	2 ½	40	0.06271	0.0031

L1= 2.25 m

L2= 0.02

$$V1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.0027 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0082 \text{ m}^2} = 0.329 \text{ m/s}$$

$$V2 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.0027 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0031 \text{ m}^2} = 0.871 \text{ m/s}$$

$$H_{vs} = \frac{v1^2}{2g} + \frac{v2^2}{2g} = \frac{(0.329 \text{ m/s})^2 + (0.871 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2} = 0.044 \text{ m}$$

Accesorios Succión

Accesorio	Diámetro (pulg)	Material	K	E/D
Codo 90°	4	Acero	0.3	0.00045
Reducción	4-2 ½	Acero	0.15	0.00045
Brida Acero	2 ½	Acero	0.05	0.0009
Brida Acero	2 ½	Acero	0.05	0.0009

$$H_{rd} = \frac{\lambda Lv^2}{D 2g} + \sum k * \frac{v^2}{2g}$$

$$Re1 = \frac{v1 D1}{\gamma} = \frac{0.329 * 0.1022}{1.306 * 10^{-6}} = 25745.6$$

$$\lambda_1 = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{E}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)\right)^2} = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{0.0009}{3.7} + \frac{5.74}{25745.6^{0.9}}\right)\right)^2} = 0.0254$$

$$Re_2 = \frac{v_2 D_2}{\gamma} = \frac{0.871 \cdot 0.0627}{1.306 \cdot 10^{-6}} = 41816$$

$$\lambda_2 = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{E}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)\right)^2} = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{0.00045}{3.7} + \frac{5.74}{41816^{0.9}}\right)\right)^2} = 0.0232$$

$$\Sigma k_1 = 0.3 + 0.15$$

$$\Sigma k_1 = 0.45$$

$$\Sigma k_2 = 0.05 + 0.05$$

$$\Sigma k_2 = 0.1$$

$$Hrs = \frac{v_1^2}{2g} \left(\frac{\lambda L_1}{D_1} + \Sigma k_1 \right) + \frac{v_2^2}{2g} \left(\frac{\lambda L_2}{D_2} + \Sigma k_2 \right)$$

$$Hrs = \frac{v_1^2}{2g} \left(\frac{\lambda L_1}{D_1} + \Sigma k_1 \right) + \frac{v_2^2}{2g} \left(\frac{\lambda L_2}{D_2} + \Sigma k_2 \right)$$

$$Hrs = \frac{(0.329 \text{ m/s})^2}{(19.6 \frac{m}{s^2})} \left(\frac{0.0254 \cdot 2.25}{0.1022} + 0.45 \right) + \frac{(0.871 \text{ m/s})^2}{(19.6 \frac{m}{s^2})} \left(\frac{0.0232 \cdot 0.02}{0.0627} + 0.1 \right)$$

$$Hrs = 0.0057 + 0.00415$$

$$Hrs = 0.00985 \text{ m}$$

$$h_{pms} = 0$$

(Tanque abierto a la atmósfera).

$$h_s = 2.3 \text{ m} \quad (\text{Cabeza estática de descarga; (+)})$$

Por lo tanto:

$$h_s = \pm h_s + h_{vs} + Hrs \pm h_{pms}$$

$$h_s = 2.3 + 0.044 + 0.00985 + 0$$

LÍNEAS DE DESCARGA

Longitud (m)	Material	Diámetro (pulg)	Cédula	Diám interior (m)	Área (m ²)
0.2	Acero	1 ½	40	0.04089	0.0013
0.2	Acero	1 ½	40	0.04089	0.0013
0.5	Acero	2 ½	40	0.0525	0.00216
0.35	Acero	2 ½	40	0.0525	0.00216
0.40	Acero	2 ½	40	0.0525	0.00216
0.60	Acero	2 ½	40	0.0525	0.00216
0.45	Acero	2 ½	40	0.0525	0.00216
0.40	Acero	2 ½	40	0.0525	0.00216
0.05	Acero	2 ½	40	0.0525	0.00216
10.0	Acero	4	40	0.10226	0.00821
0.05	Acero	2 ½	40	0.0525	0.00216

$$L1 = 0.2 + 0.2$$

$$L1 = 0.4 \text{ m}$$

$$L2 = (0.5 + 0.35 + 0.4 + 0.6 + 0.45 + 0.4 + 0.05 + 0.05$$

$$+ 0.25 + 0.4 + 0.25 + 1.5 + 0.8 + 1.20 + 0.3) \text{ m}$$

$$L2 = 7.5 \text{ m}$$

$$L3 = (0.3 + 0.3) \text{ m}$$

$$L3 = 0.6 \text{ m}$$

$$V1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.0027 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00131 \text{ m}^2} = 2.061 \text{ m/s}$$

$$V2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.0027 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00216 \text{ m}^2} = 1.25 \text{ m/s}$$

$$V3 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.0027 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00821 \text{ m}^2} = 0.328 \text{ m/s}$$

$$Hvd = \frac{v1^2}{2g} + \frac{v2^2}{2g} + \frac{v3^2}{2g} = \frac{(2.061 \text{ m/s})^2 + (1.25 \text{ m/s})^2 + (0.328 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2} = 0.301 \text{ m}$$

$$Hvd = 0.301 \text{ m}$$

ACCESORIOS

Accesorio	Diámetro (pulg)	Material	K	E/D
Válvula Check	1 ½	Acero	2.5	0.0013
Brida	1 ½	Acero	0.05	0.0013
Brida	1 ½	Acero	0.05	0.0013
Brida	1 ½	Acero	0.05	0.0013
Válvula mariposa	1 ½	Acero	0.36	0.0013
Codo 90°	1 ½	Acero	0.3	0.0013
Reducción	2 ½ - 1 ½	Acero	0.2	0.0007
Codo 90°	2 ½	Acero	0.3	0.0007
Brida	2 ½	Acero	0.05	0.0007
Brida	2 ½	Acero	0.05	0.0007
Codo 90°	2 ½	Acero	0.3	0.0007
Brida	4	Acero	0.05	0.00045
Brida	4	Acero	0.05	0.00045
Tee	2 ½	Acero	1	0.0007
Codo 90°	2 ½	Acero	0.3	0.0007
Reducción	4 ½ - 2 ½	Acero	0.2	0.00045
Brida	4	Acero	0.05	0.00045
Brida	4	Acero	0.05	0.00045
Tee	2 ½	Acero	1	0.0007
Brida	2 ½	Acero	0.05	0.0007
Brida	2 ½	Acero	0.05	0.0007
Válvula mariposa	2 ½	Acero	0.36	0.0007
Codo 90°	2 ½	Acero	0.3	0.0007

$$\text{Hrd} = \frac{\lambda L v^2}{D 2g} + \Sigma k * \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{Re1} = \frac{v1 D1}{\gamma} = \frac{2.061 * 0.04089}{1.306 * 10^{-6}} = 64529$$

$$\lambda 1 = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{\frac{E}{D}}{3.7} + \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}}\right)\right)^2} = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{0.0013}{3.7} + \frac{5.74}{64529^{0.9}}\right)\right)^2} = 0.0426$$

$$\text{Re2} = \frac{v2 * D}{\gamma} = \frac{1.25 * 0.0525}{1.306 * 10^{-6}} = 50249$$

$$\lambda 2 = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{\frac{E}{D}}{3.7} + \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}}\right)\right)^2} = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{0.0007}{3.7} + \frac{5.74}{50249^{0.9}}\right)\right)^2} = 0.0238$$

$$\text{Re3} = \frac{v3 * D}{\gamma} = \frac{0.328 * 0.10226}{1.306 * 10^{-6}} = 25682$$

$$\lambda 3 = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{\frac{E}{D}}{3.7} + \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}}\right)\right)^2} = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{0.00045}{3.7} + \frac{5.74}{53285^{0.9}}\right)\right)^2} = 0.025$$

$$\Sigma k1 = 2.5 + 3(0.05) + 0.3$$

$$\Sigma k1 = 2.95$$

$$\Sigma k2 = 0.2 + 0.3 + 2(0.05) + 0.3 + 0.3 + 2(0.05) + 1 + 2(0.05) + 0.36 + 1 + 0.3 + 1 + 2(0.05)$$

$$(0.05) + 1 + 0.3 + 0.36 + 2(0.05)$$

$$\Sigma k2 = 9.69$$

$$\Sigma k3 = 0.2 + 2(0.05) + 0.2 + 2(0.05)$$

$$\Sigma k3 = 0.6$$

$$\text{Hrd} = \frac{v1^2}{2g} \left(\frac{\lambda L1}{D1} + \Sigma k1\right) + \frac{v2^2}{2g} \left(\frac{\lambda L2}{D2} + \Sigma k2\right) + \frac{v3^2}{2g} \left(\frac{\lambda L3}{D3} + \Sigma k3\right)$$

$$\text{Hrd} = \frac{(2.061 \text{ m/s})^2}{(19.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} \left(\frac{0.0426 * 0.375}{0.04089} + 2.95\right) +$$

$$\frac{(1.25 \text{ m/s})^2}{(19.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} \left(\frac{0.0238 * 0.47}{0.0525} + 9.69\right) + \frac{(0.328 \text{ m/s})^2}{(19.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} \left(\frac{0.025 * 6.37}{0.10226} + 0.6\right)$$

$$\text{Hrd} = \frac{(2.061 \text{ m/s})^2}{(19.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} (3.34) + \frac{(1.25 \text{ m/s})^2}{(19.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} (9.90) + \frac{(0.328 \text{ m/s})^2}{(19.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} (2.15)$$

$$\text{Hrd} = 1.52 \text{ m}$$

$$\text{hpmd} = 1.5 \text{ Bar (Presión filtro de arena)} = 15.3 \text{ m}$$

$$\text{hed} = -1 \text{ m} \quad (\text{Descarga a desnivel: } (-))$$

Por lo tanto:

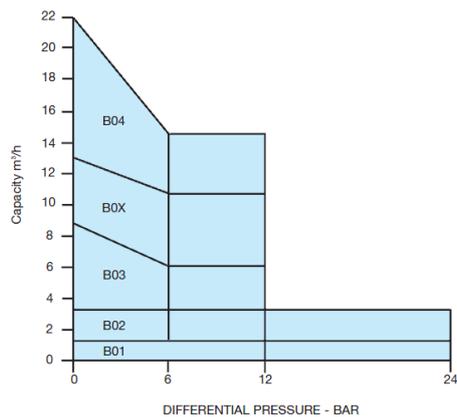
$$\text{hd} = \pm \text{hed} + \text{hvd} + \text{Hrd} \pm \text{hpmd}$$

$$\text{Hd} = 1.52 - 1 + 2.5 + 6.48 = 9.5$$

Altura manometrica:					
$p_i/\delta =$	9.50	[m]	(Presion suministrada en destino)		
$H_m =$	$H_g + U^2/2g + \Delta h_a + \Delta h_i + p_i/\delta =$	11.50	[m]	(Altura manometrica)	
Potencia de la bomba:					
$Q_d =$	35.0000	[GPM]			
$\delta =$	1,010.00	[kg/m ³]	(Peso especifico del liquido bombeado)		
$\eta =$	0.85	[adim]	(Rendimiento)		
$P_b =$	$\delta Q H_m / 75 \eta =$	2.73	[HP]	2.04	[KW]

BOMBAS HELICOIDALES

THE MONOBLOC® B RANGE



B Range Pump Coding

FEATURES	DESCRIPTION	BASIC PUMP CODE										STANDARD VARIATION				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BODY MATERIALS	Cast Iron	C														
	Stainless Steel	S														
PUMP DESIGN	Monobloc		B													
NOMINAL PUMP CAPACITY AT MAXIMUM SPEED AND ZERO PRESSURE	1.3m ³ /h @ 1750 rev/min				0	1										
	3.3m ³ /h @ 1750 rev/min				0	2										
	10m ³ /h @ 1500 rev/min				0	3										
	13m ³ /h @ 1500 rev/min				0	X										
	22m ³ /h @ 1000 rev/min				0	4										
	37m ³ /h @ 800 rev/min				0	5										
	57m ³ /h @ 700 rev/min				0	6										
	79m ³ /h @ 600 rev/min				0	7										
	97m ³ /h @ 500 rev/min				0	8										
	125m ³ /h @ 450 rev/min				0	9										
	165m ³ /h @ 400 rev/min				1	0										
	225m ³ /h @ 350 rev/min				1	2										
PUMP STAGES	Low Pressure															K
	One															1
	Two															2
	Four															4
BUILD OPTIONS	Bareshaft (Size 041 & above)															H
																A
																B
																C
																D
	Refer to Build Options in Volume 1															

BOMBA PARA 8 m³/hr se seleccionó modelo CB03KH

Lodos Activados

El proceso de los lodos activados para el tratamiento de aguas negras está basado en proporcionar un contacto íntimo entre las aguas negras y lodos biológicamente activos. Los lodos se desarrollan inicialmente por una aireación prolongada bajo condiciones que favorecen el crecimiento de organismos que tienen la habilidad especial de oxidar materia orgánica. Cuando los lodos que contienen estos organismos entran en contacto con las aguas negras, los materiales orgánicos se oxidan, y las partículas en suspensión y los coloides tienden a coagularse y formar un precipitado que se sedimenta con bastante rapidez.

El agua servida ingresa al segundo compartimento que corresponde al de aireación. En él se desarrolla una población de bacterias que se alimentan de la materia orgánica, transformándola en productos no contaminantes. En esta etapa se agrega aire a través de soplores y un manifold con difusores de burbuja gruesa montados en el fondo del compartimento, los que junto a una profundidad adecuada de agua permiten una óptima transferencia de oxígeno.

En forma gravitacional el flujo continúa hacia la sedimentación que cumple la función de separar por decantación los sólidos suspendidos que flocculan en la etapa de aireación. El agua clarificada sale del sedimentador por la zona superior. Los lodos acumulados en el fondo son retornados a la aireación para mantener la población microbiana.

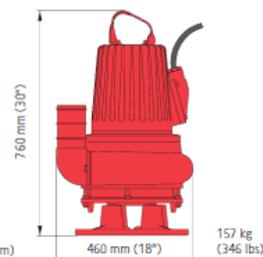
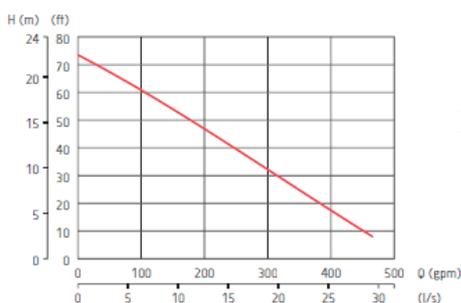
Sistema de Aireación

Los requerimientos de oxígeno, considerando, una altura de operación de 2618 msnm y una temperatura del agua residual de 25°C se han establecido requerimiento oxígeno de 143.01 kg/d ó 19.06 kg/h. Para satisfacer estos requerimientos de oxígeno se han considerado aireadores superficiales del tipo aireador – mezclador con suministro de aire presurizado desde un soplador incorporado a través de un eje hueco y con hélice en el extremo para asegurar la mezcla, similares a los Aire-O2 Triton®, que según la información del fabricante proporcionan 1,8 kg de oxígeno por kwh, lo cual haría necesario contar con una potencia total de 10.6 kw, CON UN FACTOR DE TRANSFERENCIA DE 0.6, el total de potencia requerida equivale a 25 HP, distribuidos en 5 aireadores instalados con montaje fijo.

BOMBAS PARA LODOS RECIRCULACIÓN DESDE TANQUE CLARIFICADOR

	DATOS	EQUIVALENCIAS	RESULTADOS
GASTO Q :	GPM : 300	LPS : 18.92744	BHP : 5.924788
CARGA Ht :	PIES : 19.5	MTS : 5.9475	
PRESION REQUERIDA	LBS/PULG ² : 20	MTS : 0	HP : 6.813507
	EFIC. : 25	CDT : 5.9475 mts.	

Technical data	
Discharge connection	4"
Rated output	7.5 hp
Max power consumption	6.7 kW
Shaft speed	1740 RPM
Rated current at 230 V	19 A
Rated current at 460 V	9.6 A
Rated current at 575V	7.8 A
Throughlet	50 mm (2")



BOMBAS RECIRCULACIÓN

Tipo Sumergible lodos pesados

Impulsor y diámetro De 2 canales abiertos auto limpiante, 172 mm

Fluido a bombear Lodo en concentración $\leq 7\%$ ST pH 6 – 8

Caudal variable a impulsar 10 – 20 l/s

Trifásico

Nº de polos 4

Alimentación 220 / 460 v, 60 Hz

Potencia y nº revoluciones 6.7 Kw a 1.735 r.p.m

3. ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA.-

La alimentación en media tensión será tomada desde las redes a construirse, como parte del Ecoparque Industrial Chaullayacu, más concretamente, desde el poste de hormigón armado de 12 metros, designado como P44 en los planos de las redes eléctricas del parque industrial.

El poste en mención, forma parte de un ramal trifásico, aéreo, de media tensión, a 22 KV f-f, que recorre la vía en la que está ubicada la Planta de Tratamiento. Este ramal está conformado por cables desnudos de aleación de aluminio, ACSR, calibre # 3/0 AWG, para las fase, soportado sobre estructuras trifásicas normalizadas de media tensión, montadas sobre postes de hormigón armado de 12 m de longitud.

La acometida en media tensión hacia el interior, partirá desde una estructura RC, ubicada sobre el poste P44, ubicado junto a la planta de tratamiento, según los planos adjuntos. Desde esta estructura se construirá una bajante a lo largo de este poste, constituida por tubería metálica de 100.0 mm de diámetro, dentro de la cual se alojarán los conductores de la acometida, hasta llegar a un pozo de revisión construido al pie de este poste (PR0).

En la parte más alta de la tubería se colocará un codo metálico reversible, del mismo diámetro que la tubería, para evitar la entrada de agua a su interior.

Desde PR0 se conducirá la acometida hasta llegar al pozo PR10, ubicado junto a la cabina de transformación; en este tramo se la transportará a través de tubería PVC de 100 mm de diámetro, enterrada a una profundidad de 0.80 m.

Desde PR10 se conducirá la acometida, hasta las protecciones de media tensión del transformador y, posteriormente, a los bushings de media tensión.

La acometida en media tensión será trifásica a cuatro conductores, empleándose para las fases conductores unipolares de cobre, con aislamiento para 25 KV, los mismos que deberán cumplir con las siguientes especificaciones generales:

Tipo	Unipolar XLPE
Calibre	2 AWG
Material conductor	Cobre 99% pureza
Numero de hilos	7
Ampacidad	95 Amperios
Temperatura admisible de servicio	90 grados Celsius
Temperatura admisible de emergencia	130 grados Celsius
Temperatura admisible de corto circuito	250 grados Celsius
Normas constructivas	ICEA S-66-524; NEMA WC7; AEIC CS 5; UL 1072 MV-90

Para el neutro se empleará un conductor de cobre desnudo, calibre No. 1/0 AWG.

En el poste de arranque de la acometida, se instalará por cada fase, un seccionador fusible tipo abierto, 100 A. de capacidad, 27 KV, en los que se colocarán tirafusibles tipo H de 1 A; adicionalmente, se colocará un pararrayos clase distribución, para sistema de 18 KV, por cada fase.

Al inicio de la derivación de la red aérea a la subterránea y en los bushings de alta tensión del transformador, se colocarán puntas homogenizadoras de los campos eléctricos; las primeras serán de tipo exterior y las otras de tipo interior.

Los pararrayos y las puntas terminales se conectarán a tierra, a través de conductor de cobre desnudo, calibre No. 2 AWG, el mismo que terminará conectado a una o varias varillas copperweld de 1,80 m. de longitud, según sea el resultado de medición del valor de puesta a tierra.

4. CABINA DE TRANSFORMACION Y GRUPO ELECTRÓGENO.-

La cabina de transformación estará construida en el sitio que se aprecia en los planos adjuntos a esta memoria; sus dimensiones serán de 4,50 x 3,50 m. y 3,00 m. de altura.

La cabina contendrá a los siguientes equipos y tableros:

- Transformador trifásico de potencia de 100 KVA.
- Grupo Electrónico de emergencia.
- Tablero distribución principal en baja tensión.
- Tablero general de medición.

En baja tensión, se protegerá al transformador, mediante fusibles NH de 125 A, montados sobre bases porta fusibles.

El transformador a montarse será trifásico, convencional de 100 KVA, con relación de transformación de 22.0 KV/0.22 KV, conexión: delta en alta tensión y "Y" en baja tensión (neutro accesible), que cumpla con las especificaciones técnicas descritas en el documento que lleva este mismo nombre.

Los conductores a emplearse para la acometida en baja tensión serán de cobre, con aislamiento tipo TTU, calibres No. 2/0 AWG para las fases y No. 1/0 AWG para el neutro.

5. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA-

Para el dimensionamiento del transformador de potencia, se ha procedido de la siguiente manera:

- Se ha considerado como base, las potencias de las cargas, su factor de potencia y el rendimiento dado por los fabricantes.
- A los valores anteriores se les ha afectado por los factores de demanda y de simultaneidad; en general, se ha adoptado los siguientes factores de demanda:

- f.d. = 0.5 para las unidades de bombeo (una funciona y otra en stand by) y para todos los equipos que funcionan bajo este régimen.
 - f.d. = 0.7 para la iluminación de las zonas interiores.
 - f.d. = 1.0 para la iluminación exterior.
 - f.d. = 1.0 para alimentación del UPS general.
 - f.d. = 0.3 para tomas de fuerza monofásicas.
 - f.d. = 0.5 para tomas de fuerza bifásicas.
 - f.d. = 1.0 para tomas de fuerza especiales.
 - f.d. = 1.0 para instrumentación.
- Una vez determinada la demanda máxima real, como sumatoria de las demandas individuales reales (considerando la simultaneidad), se ha pasado a dimensionar el transformador.

La potencia del transformador se ha determinado, aproximando la demanda determinada, a la potencia comercial más cercana.

Los cálculos descritos, se adjuntan a esta memoria técnica como: “DETERMINACION DE LA DEMANDA”.

6. GENERACIÓN DE EMERGENCIA.-

Considerando que la Planta de Tratamiento deberá funcionar sin interrupciones, también en momentos de emergencia, los cuales normalmente coinciden con apagones eléctricos, motivados principalmente por descargas atmosféricas u otros problemas, derivados de las lluvias abundantes, se ha decidido implementar un sistema de generación de emergencia, el cual deberá cubrir la demanda total de la planta, sin considerar la reserva dejada para el transformador, en caso de presentarse la suspensión del servicio eléctrico por parte de la empresa eléctrica local.

En el mismo anexo denominado “DETERMINACION DE LA DEMANDA”, se presentan los cálculos para dimensionamiento del generador de emergencia. Allí se muestra que la demanda de diseño de emergencia, por lo que, la potencia comercial más apropiada para el mismo, será de 75 KVA. Adicionalmente, deberá cumplir las especificaciones que se listan en el documento de las “**especificaciones técnicas**”.

El sistema de transferencia será automático, estará incluido en el tablero principal de baja tensión y tendrá el siguiente funcionamiento:

- Mientras el suministro de energía por parte de la empresa eléctrica (E.E.) sea normal, el generador permanecerá apagado, pero mantendrá una temperatura adecuada, para poder entrar en servicio inmediatamente, en caso de requerirse. El contactor que alimenta desde la red de la empresa eléctrica, permanecerá cerrado y el contactor de emergencia abierto.
- La transferencia arrancará el generador y hará la transferencia de carga, en caso de presentarse una de las siguientes condiciones anómalas en el servicio de energía eléctrica:
 - Falta de una o más fases.
 - Sobre o Bajo Voltaje.
 - Inversión de secuencia.

Una vez encendido el generador y transcurrido un tiempo corto de algunos segundos, se abrirá el contactor de la E.E. y, en seguida, se cerrará el contactor de emergencia, tomando el generador la carga de emergencia de la planta.

- ▣ La condición anterior se mantendrá, hasta cuando se restablezca y normalice el servicio de la E.E, en cuyo caso, y luego de transcurrido unos segundos, necesarios para discriminar reconexiones fallidas de la red de la E.E, se abrirá el contactor de emergencia y en seguida se cerrará el contactor de la E.E, quedando el sistema en condiciones normales.
- ▣ Es importante anotar que los dos contactores de transferencia, deberán tener un enclavamiento mecánico, que impida la simultaneidad en su operación.

7. TABLERO PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN (TPBT).-

El Tablero Principal de Baja Tensión, estará ubicado en el interior de la Cabina de Generación y Transformación y será el encargado de distribuir los circuitos de fuerza, hacia las diferentes cargas; estarán claramente definidas, dos zonas de barras en el tablero:

- a. Circuitos a 220-127 V, en funcionamiento normal, para la alimentación de los tableros de control de motores, iluminación exterior e interior y tomas.
- b. Circuitos a 127 V desde UPS, para la alimentación de instrumentos.

Los equipos que formarán parte del tablero principal de baja tensión serán:

- ▣ Equipo de medición de parámetros eléctricos: tensión, voltaje, potencia, etc.
- ▣ Disyuntor termomagnético de protección principal, de tres polos, de la capacidad indicada en los planos respectivos, con unidad ajustable de disparo instantáneo, disparador de cto. cto = 13 a 15 Ir, capacidad de ruptura 25 kA a 480 Vac, Ics=Icu, norma IEC, aislamiento > 600 Vac.
- ▣ Guardamotores y protecciones térmicas de cada motor.
- ▣ Disyuntores termomagnéticos de protección de los circuitos de iluminación exterior e interior, tomas de fuerza, iluminación de emergencia.
- ▣ Disyuntores termomagnéticos de protección de la instrumentación.
- ▣ Barras de cobre de las capacidades indicadas en planos.
- ▣ Analizador de energía y Supervisor de voltaje.
- ▣ Transformadores de corriente con las relaciones indicadas en planos, clase 1,15 VA.
- ▣ Materiales menudos como: canaletas plásticas, amarras plásticas, terminales, borneras, etc.

Los detalles constructivos de este tablero y de sus componentes, pueden ser consultados en las especificaciones técnicas respectivas.

8. TABLERO DE CONTROL DE POLIPASTO (TCP).-

El Tablero de Control de Polipasto, TCP, estará ubicado junto al equipo de polipasto, para levantamiento de la criba mecánica, en el canal de entrada.

Los equipos que formarán parte del tablero de control de polipasto serán:

- ▣ Guardamotor, contactor y protección térmica del motor del polipasto, de las capacidades anotadas en planos y que cumplan las especificaciones técnicas respectivas.
- ▣ Disyuntores termomagnéticos de protección de los circuitos de tomas de fuerza.
- ▣ Barras de cobre de las capacidades indicadas en planos.
- ▣ Materiales menudos como: canaletas plásticas, amarras plásticas, terminales, borneras, etc.

Los detalles constructivos de este tablero y de sus componentes, pueden ser consultados en las especificaciones técnicas respectivas.

9. TABLERO DE CONTROL DE BOMBAS DE IMPULSIÓN (TCBI) - TABLERO DE CONTROL DE BOMBAS DE RECIRCULACIÓN (TCBR).- TABLERO DE CONTROL DE BOMBAS DE LODOS (TCBL).-

Los Tableros de Control de Bombas de Impulsión, Recirculación y Lodos, TCBI, TCBR y TCBL, respectivamente, estarán ubicados junto a las bombas que controlan; es decir, en la cámara de bombeo y en la cámara de recirculación.

Los equipos que formarán parte de estos tableros de control, serán:

- ▣ Guardamotor, contactor, protección térmica y protección contra falla a tierra del motor de cada unidad de bombeo, de las capacidades anotadas en planos y que cumplan las especificaciones técnicas respectivas.
- ▣ Guardamotor para la bomba de achique, la que se conectará, en caso de inundación de la cámara.
- ▣ Disyuntores termomagnéticos de protección de los circuitos de tomas de fuerza.
- ▣ Disyuntores termomagnéticos de protección de los circuitos de la alarma acústica y del control.
- ▣ Temporizador programable de mínimo 6 eventos diarios.
- ▣ Barras de cobre de las capacidades indicadas en planos.
- ▣ Materiales menudos como: canaletas plásticas, amarras plásticas, terminales, borneras, etc.

Los detalles constructivos de estos tableros y de sus componentes, pueden ser consultados en las especificaciones técnicas respectivas.

10. TABLERO DE CONTROL DE AIREADORES (TCC1) - (TCC2).-

Los Tableros de Control para aireación de los tanques de Lodos Activados y tanque Homogenizador, TCC1 y TCC2, respectivamente, estarán ubicados junto a los equipos que controlan; es decir, en la parte exterior del tanque respectivo.

Los equipos que formarán parte de estos tableros de control, serán:

- ▣ Guardamotor, contactor, protección térmica del motor de cada compresor, de las capacidades anotadas en planos y que cumplan las especificaciones técnicas respectivas.
- ▣ Disyuntores termomagnéticos de protección de los circuitos de tomas de fuerza.
- ▣ Temporizador programable de mínimo 6 eventos diarios.
- ▣ Barras de cobre de las capacidades indicadas en planos.
- ▣ Materiales menudos como: canaletas plásticas, amarras plásticas, terminales, borneras, etc.

Los detalles constructivos de estos tableros y de sus componentes, pueden ser consultados en las especificaciones técnicas respectivas.

11. CABLES Y CONDUCTORES.-

El dimensionamiento de los cables y conductores empleados en el presente proyecto, ha sido realizado, en función de las capacidades de corriente que pueden transportar y de la caída de tensión que se produciría en cada circuito. Adicionalmente, se ha considerado un factor de corrección por concepto de temperatura.

Debido a la presencia de motores en el proyecto y, a la vez, la existencia de equipo electrónico sensible, se han dimensionado los conductores, de manera que los arranques de los motores no afecten a los demás componentes. Para este caso, las corrientes de los motores se han determinado de la siguiente manera:

$$I_{nom} = P \text{ [KW]} / (\sqrt{3} V_{f-f} * f.p. * \eta)$$

En donde:

- ▣ I_{nom} = corriente nominal del motor.
- ▣ P = potencia del motor en KW.
- ▣ V_{f-f} = voltaje entre fases de alimentación.
- ▣ $f.p.$ = factor de potencia de la carga.
- ▣ η = rendimiento del motor.

Las características que deben cumplir cada uno de los diversos cables y conductores, pueden ser encontradas en el documento de las especificaciones técnicas, adjuntas al proyecto, en tanto que las capacidades de los mismos, pueden apreciarse en los planos respectivos.

A continuación se resume brevemente la utilización que se ha dado a cada tipo de conductor:

a) CONDUCTORES FORRADOS TIPO TTU:

Se emplearán para la construcción de la acometida subterránea en baja tensión, desde el lado de baja tensión del transformador, hasta los terminales del tablero principal.

Serán de cobre trefilado, de alto contenido de pureza (99%), con doble aislamiento, para soportar una tensión máxima de 2000 voltios de corriente alterna y una

temperatura admisible de servicio de 75 grados celsius. Serán flexibles hasta el calibre No. 10 AWG y cableado semiduro, desde el calibre No. 8.

b) CONDUCTORES FORRADOS TIPO THHN:

Se emplearán para realizar las instalaciones interiores generales de la estación, tanto para los circuitos de iluminación, tomacorrientes y tomas especiales, así como para la alimentación a las diferentes cargas que se conectan a los tableros.

Serán de cobre trefilado, 99.8% de pureza, tipo THHN, con una capa de aislamiento cloruro de polivinilo, resistente a la humedad, sin propagación de llama, para soportar una tensión máxima de 600 V. C.A. y máximo 90° C de temperatura.

Los cables serán flexibles hasta el calibre No. 10 AWG y cableado semiduro, desde el calibre No. 8 AWG.

c) CONDUCTORES DE COBRE DESNUDO:

Se utilizarán cables desnudos de cobre de 99.8 % de pureza, semiduro, para la malla y para las conexiones de “puesta a tierra”.

Los cables serán de tipo cableado, semiduro, desde el calibre No. 8 AWG, pues, para los calibres menores, se emplearán conductores forrados con aislamiento tipo TW o THHN.

d) CONDUCTORES DE ALUMINIO DESNUDO:

Estos cables serán de aleación de aluminio desnudo, trefilado, tipo ACSR, y se usarán para los tramos aéreos de la acometida de media tensión, en el calibre No. 4 AWG para las fases y el neutro.

12. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.-

La red de puesta a tierra de la estación de bombeo será construida con la utilización de varillas copperweld de 1.80 m de longitud y cable de cobre desnudo, directamente enterrado, calibre No. 1/0 AWG. Esta configuración proveerá una red equipotencial de puesta a tierra.

Las condiciones de cálculo empleadas son las siguientes:

Característica del terreno:	tierra orgánica arenosa con humedad.
Resistividad del terreno:	100 ohm/metro; deberá mejorarse mediante la utilización de electrodos químicos hasta lograr una resistividad de 75 ohm/metro.

Resistencia de puesta a tierra:	menor a 2 ohm para instalaciones de ordenadores según N.T.E.-IEP.
---------------------------------	---

La expresión que nos permite calcular la resistencia de puesta a tierra para varillas es la siguiente:

$$R_v = \frac{t}{lv}$$

Donde:

- ▣ ρ_t Resistividad del terreno en [Ohm/m]
- Lv Longitud de la varilla en [m]

Y para cables de puesta a tierra en configuración de contrapeso:

$$R_c = \frac{2 \rho_t}{l_c}$$

Donde:

- Rot Resistividad del terreno en [Ohm/m]
- Lc Longitud del cable enterrado en [m]

Se calcula la resistencia de cada tramo de cable entre varillas y de cada varilla y se obtiene la resistencia equivalente del sistema de puesta a tierra mediante la expresión:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{v1}} + \frac{1}{R_{v2}} + \dots + \frac{1}{R_{vn}} + \frac{1}{R_{c1}} + \frac{1}{R_{c2}} + \dots + \frac{1}{R_{cn}}$$

En el anexo de cálculos se puede observar la aplicación de esta metodología, en donde se ha obtenido un valor final de resistencia de puesta a tierra de la malla de **0.883 Ω** .

Se conectarán sólidamente a la malla de tierra los siguientes elementos:

- ▣ La descarga de los pararrayos clase distribución de la red de media tensión.
- ▣ La carcasa del transformador de potencia.
- ▣ Las carcasas del generador de emergencia.
- ▣ La estructura metálica de los tableros de distribución y control y las cajas metálicas de conexión.
- ▣ Las tuberías y bandejas de conducción de cables eléctricos.
- ▣ Los terminales de tierra de los tomacorrientes.
- ▣ Las carcasas de las luminarias.
- ▣ Los terminales de tierra de los instrumentos.
- ▣ Las carcasas de los motores y los terminales de tierra de la caja de conexiones.

13. MEMORIA DESCRIPTIVA DE CRITERIOS DE CONTROL, INSTRUMENTACIÓN, Y PROCESOS.

13.1. Generalidades:

A continuación se describen los procesos de funcionamiento de la Planta de Aguas Residuales; además, se indica la instrumentación asociada.

13.2. Tablero de Control de Polipasto, TCP.

Estará compuesto de equipos de protección y maniobra; las características de aquellos que se mencionan como de protección (guarda motores, breakers y relés térmicos) y de maniobra (contactores y relés auxiliares), se han dimensionado en función de las potencias que manejan, de manera que se obtengan coordinación y selectividad. En planos anexos se pueden observar sus valores nominales.

El control de funcionamiento del polipasto, viene dado por los mandos manuales o automáticos que se suministran junto con el equipo.

13.3. Tablero de Control de Bombas, TCBI. TCBR TCBL

Estará compuesto de equipos de protección, maniobra y control manual; las características de aquellos que se mencionan como de protección (guarda motores, breakers y relés térmicos) y de maniobra (contactores y relés auxiliares), se han dimensionado en función de las potencias que manejan, de manera que se obtengan coordinación y selectividad. En planos anexos se pueden observar sus valores nominales.

Será posible encender o apagar las bombas desde el tablero **TCBI**, mediante simple acción sobre los pulsadores de marcha de cada una de las bombas, ubicados en la parte frontal del tablero, y en forma automática con temporizador a criterio del operador. La circuitería implementada limita la operación de las bombas, en función de la acción del interruptor de nivel mínimo **LSL1**, obteniéndose de esta manera, la protección de los equipos de bombeo, a fin de evitar que succionen en vacío.

Los pulsadores de accionamiento de las bombas 1 y 2, tendrán enclavamiento mecánico, de manera que permitan accionar solo una de ellas, permaneciendo la otra en stand by.

En la fase de pruebas y puesta en marcha, se deberán definir los niveles operativos, **LSH1 y LSL1 y los tiempos de operación.**

Sistema de alarmas: se dispondrá de una alarma acústico luminosa en el tablero, que operará automáticamente, ante el evento de falla.

Los eventos que provocarán el anuncio de falla serán los que se enlistan a continuación:

- Sobrecarga y falla a tierra en los circuitos de las bombas.

- ▣ Nivel de desborde en el pozo de bombeo.

13.4. Tablero de Control de AIREADORES TCC1 Y TCC2

Estará compuesto de equipos de protección, maniobra y control manual; las características de aquellos que se mencionan como de protección (guarda motores, breakers y relés térmicos) y de maniobra (contactores y relés auxiliares) y Temporizadores programables en varios eventos diarios, se han dimensionado en función de las potencias que manejan, de manera que se obtengan coordinación y selectividad. En planos anexos se pueden observar sus valores nominales.

Será posible encender o apagar los equipos desde el tablero **TCC1 y 2**, mediante simple acción sobre los pulsadores de marcha, ubicados en la parte frontal del tablero, y en forma automática con temporizador a criterio del operador. La circuitería implementada limita la operación de las bombas, en función de la acción del interruptor de nivel mínimo **LSL1**, obteniéndose de esta manera, la protección de los equipos, a fin de evitar que FUNCIONEN en vacío.

En la fase de pruebas y puesta en marcha, se deberán definir los niveles operativos, **LSH1 y LSL1 y los tiempos de operación.**

Sistema de alarmas: se dispondrá de una alarma acústico luminosa en el tablero, que operará automáticamente, ante el evento de falla.

Los eventos que provocarán el anuncio de falla serán los que se enlistan a continuación:

- ▣ Sobrecarga y falla a tierra en los circuitos de las bombas.
- ▣ Nivel de desborde en el pozo de bombeo.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "CHAULLAYACU"										
DETERMINACION DE LA DEMANDA										
Tablero Principal de Baja Tension - TPBT										
NIVEL TENSION	CIRCUITO No.	DESCRIPCION	CARGA INSTALA. [KW]	FACTOR DEMANDA	DEMANDA MAXIMA [KW]	CORRIENTE NOMINAL [A]	PROTECC. No. POLOS	CALIBRE CONDUCT. AWG	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA APARENTE
220 V	C1	Tablero de Control de Polipasto	7.40	0.87	6.44	0.00	3 x 22-32	3x#8+N(#10)+T(#10)	0.81	7.98
	C2	Tablero de Control de Bombas de Impulsión	6.50	0.68	4.44	0.00	3 x 22-32	3x#8+N(#10)+T(#10)	0.80	5.54
	C3	Tablero de Control de Bombas lodos	15.00	0.96	14.34	0.00	3 x 22-32	3x#4+N(#10)+T(#10)	0.80	17.91
	C4	Tablero de Control de aireadores	29.80	0.97	28.84	0.00	3 x 22-32	3x#0+N(#10)+T(#10)	0.80	35.99
	C5	Tablero de Control de aireadores 2	13.00	0.93	12.04	0.00	3 x 22-32	3x#4+N(#10)+T(#10)	0.80	14.99
	C6	Tablero de Control de Bombas lodos	15.00	0.37	5.50	0.00	4 x 22-32	3x#4+N(#10)+T(#10)	0.81	6.79
	C7	Iluminación exterior	0.75	1.00	0.75	3.79	1 x 20	2x#10+T(#12)	0.90	0.83
	C8	Iluminación interior oficinas	0.36	0.70	0.25	3.13	1x16	1x#14+N(#14)+T(#12)	0.90	0.28
	C9	Tomas de fuerza 1Ø	1.80	0.30	0.54	16.67	1x20	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.64
	C10	Tomas de fuerza 1Ø	0.90	0.30	0.27	8.34	1x20	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.32
	C11	Iluminación de emergencia	0.40	0.00	0.00	3.50	1x16	1x#14+N(#14)+T(#12)	0.90	0.00
	C12	Unidad de Potencia Ininterrumpible (UPS)	1.00	1.00	1.00	8.75	1x10	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.90	1.11
	SUBTOTALES:			91.91		74.41				0.81
UPS	C12	Medidor de nivel ultrasónico 1	0.030	1.00	0.030	0.26	1x5	1x#14+N(#14)+T(#12)	0.90	0.033
	C13	Medidor de nivel ultrasónico 2	0.030	1.00	0.030	0.26	1x5	1x#14+N(#14)+T(#12)	0.90	0.033
	C14	Medidor de nivel ultrasónico 3	0.030	1.00	0.030	0.26	1x5	1x#14+N(#14)+T(#12)	0.90	0.033
	C15	Medidor de nivel ultrasónico 4	0.030	1.00	0.030	0.26	1x5	1x#14+N(#14)+T(#12)	0.90	0.033
	C16	Medidor de nivel ultrasónico 5	0.030	1.00	0.030	0.26	1x5	1x#14+N(#14)+T(#12)	0.90	0.033
	C17	Medidor de caudal ultrasónico 1	0.030	1.00	0.030	0.26	1x5	1x#14+N(#14)+T(#12)	0.90	0.033
	SUBTOTALES:			0.180		0.180				0.90
RESUMEN GENERAL DE CARGAS:										
					TR1	G1	CORRECCION F.P.			
CARGA TOTAL INSTALADA:			91.91	KW						
DEMANDA MAXIMA:			74.41	KW		74.83	KW	Cos φ1=	0.81	
FACTOR DE COINCIDENCIA:			0.90			0.80		Cos φ2=	0.95	
FACTOR DE POTENCIA:			0.81			0.90		Q1=	54.74	KVAR
DEMANDA DE DISEÑO:			83.14	KVA		66.51	KVA	Q2=	24.46	KVAR
POTENCIA COMERCIAL			100	KVA		75	KVA	QCap=	30.28	KVAR
ACOMETIDA:			3x#4/0+N(#10)	AWG		3x#1/0+N(#4)	AWG			
PROTECCION PRINCIPAL:			3 x 300	A		3 x 200	A			
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "CHAULLAYACU"										
DETERMINACION DE LA DEMANDA										
Tablero de Control de Polipasto - TCP										
NIVEL TENSION	CIRCUITO No.	DESCRIPCION	CARGA INSTALA. [KW]	FACTOR DEMANDA	DEMANDA MAXIMA [KW]	CORRIENTE NOMINAL [A]	PROTECC. No. POLOS	CALIBRE CONDUCT. AWG	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA APARENTE
220 V	C1	Polipasto eléctrico	5.60	1.00	5.60	22.96	3 x 20-25	3x#8+T(#10)	0.80	6.99
	C2	Tomas de fuerza 2Ø	1.50	0.50	0.75	8.02	2x20	2x#12+T(#12)	0.85	0.88
	C3	Tomas de fuerza 1Ø	0.30	0.30	0.09	2.78	1x20	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.11
		Reserva								
		Reserva								
SUBTOTALES:			7.40		6.44				0.81	7.98
RESUMEN GENERAL DE CARGAS:										
							CORRECCION F.P.			
CARGA TOTAL INSTALADA:			7.40	KW						
DEMANDA MAXIMA:			6.44	KW				Cos φ1=	0.81	
FACTOR DE COINCIDENCIA:			0.90					Cos φ2=	0.95	
FACTOR DE POTENCIA:			0.81					Q1=	5.26	KVAR
DEMANDA DE DISEÑO:			7.18	KVA				Q2=	2.36	KVAR
ACOMETIDA:			3x#8+N(#10)	AWG				QCap=	2.89	KVAR
PROTECCION PRINCIPAL:			3 x 22-32	A						

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "CHAULLAYACU"										
DETERMINACION DE LA DEMANDA										
Tablero de Control de Bombas de Impulsión - TCBI										
NIVEL	CIRCUITO	DESCRIPCION	CARGA	FACTOR	DEMANDA	CORRIENTE	PROTECC.	CALIBRE	FACTOR DE	POTENCIA
TENSION	No.		INSTALA.	DEMANDA	MAXIMA	NOMINAL	No. POLOS	CONDUCT.	POTENCIA	APARENTE
			[KW]		[KW]	[A]		AWG		
220 V	C1	Bomba de Impulsión No. 1	1.10	0.50	0.55	4.81	3x9,0-12,5	3x#10+T(#12)	0.80	0.69
	C2	Bomba de Impulsión No. 2	1.10	0.50	0.55	4.81	3x9,0-12,5	3x#10+T(#12)	0.80	0.69
	C3	Toma para Bomba de Achique	1.50	1.00	1.50	7.00	3x5,5-8,0	3x#12+T(#12)	0.75	2.00
	C4	Tomas de fuerza 2φ	1.50	0.50	0.75	8.02	2x20	2x#12+T(#12)	0.85	0.88
	C5	Tomas de fuerza 1φ	0.30	0.30	0.09	2.78	1x20	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.11
	C6	Alarma acústica	0.30	1.00	0.30	2.78	1x16	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.35
	C7	Circuito de control	0.70	1.00	0.70	6.48	1x16	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.82
SUBTOTALES:			6.50		4.44				0.80	5.54
RESUMEN GENERAL DE CARGAS:						CORRECCION F.P.				
CARGA TOTAL INSTALADA:				6.50 KW						
DEMANDA MAXIMA:				4.44 KW		Cos φ1=		0.80		
FACTOR DE COINCIDENCIA:				0.90		Cos φ2=		0.95		
FACTOR DE POTENCIA:				0.80		Q1=		3.72 KVAR		
DEMANDA DE DISEÑO:				4.99 KVA		Q2=		1.64 KVAR		
ACOMETIDA:				3x#8+N(#10) AWG		QCap=		2.08 KVAR		
PROTECCION PRINCIPAL:				3 x 22-32 A						
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "CHAULLAYACU"										
DETERMINACION DE LA DEMANDA										
Tablero de Control de Bombas de Recirculación TCBR Y TCBL										
NIVEL	CIRCUITO	DESCRIPCION	CARGA	FACTOR	DEMANDA	CORRIENTE	PROTECC.	CALIBRE	FACTOR DE	POTENCIA
TENSION	No.		INSTALA.	DEMANDA	MAXIMA	NOMINAL	No. POLOS	CONDUCT.	POTENCIA	APARENTE
			[KW]		[KW]	[A]		AWG		
220 V	C1	Bomba de Recirculación No. 1	5.50	1.00	5.50	24.06	3x9,0-12,5	3x#10+T(#12)	0.80	6.88
	C2	Bomba de Recirculación No. 2	5.50	1.00	5.50	24.06	3x9,0-12,5	3x#10+T(#12)	0.80	6.88
	C3	Toma para Bomba de Achique	1.50	1.00	1.50	7.00	3x5,5-8,0	3x#12+T(#12)	0.75	2.00
	C4	Tomas de fuerza 2φ	1.50	0.50	0.75	8.02	2x20	2x#12+T(#12)	0.85	0.88
	C5	Tomas de fuerza 1φ	0.30	0.30	0.09	2.78	1x20	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.11
	C6	Alarma acústica	0.30	1.00	0.30	2.78	1x16	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.35
	C7	Circuito de control	0.70	1.00	0.70	6.48	1x16	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.82
SUBTOTALES:			15.30		14.34				0.80	17.91
RESUMEN GENERAL DE CARGAS:						CORRECCION F.P.				
CARGA TOTAL INSTALADA:				15.30 KW						
DEMANDA MAXIMA:				14.34 KW		Cos φ1=		0.80		
FACTOR DE COINCIDENCIA:				0.90		Cos φ2=		0.95		
FACTOR DE POTENCIA:				0.80		Q1=		12.07 KVAR		
DEMANDA DE DISEÑO:				16.12 KVA		Q2=		5.30 KVAR		
ACOMETIDA:				3x#8+N(#10) AWG		QCap=		6.77 KVAR		
PROTECCION PRINCIPAL:				3 x 22-32 A						

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "CHAULLAYACU"											
DETERMINACION DE LA DEMANDA											
Tablero de Control de Compresores 1 - TCC1											
NIVEL	CIRCUITO	DESCRIPCION	CARGA	FACTOR	DEMANDA	CORRIENTE	PROTECC.	CALIBRE	FACTOR DE	POTENCIA	
TENSION	No.		INSTALA.	DEMANDA	MAXIMA	NOMINAL	No. POLOS	CONDUCT.	POTENCIA	APARENTE	
			[KW]		[KW]	[A]		AWG			
220 V	C1	Compresor 1.1	5.60	1.00	5.60	22.96	3 x 20 - 25	3x#8+T(#10)	0.80	7.00	
	C2	Compresor 1.2	5.60	1.00	5.60	22.96	4 x 20 - 25	3x#8+T(#10)	0.80	7.00	
	C3	Compresor 1.3	5.60	1.00	5.60	22.96	5 x 20 - 25	3x#8+T(#10)	0.80	7.00	
	C4	Compresor 1.4	5.60	1.00	5.60	22.96	6 x 20 - 25	3x#8+T(#10)	0.80	7.00	
	C5	Compresor 1.5	5.60	1.00	5.60	22.96	7 x 20 - 25	3x#8+T(#10)	0.80	7.00	
	C3	Tomas de fuerza 2Φ	1.50	0.50	0.75	8.02	2x20	2x#12+T(#12)	0.85	0.88	
	C4	Tomas de fuerza 1Φ	0.30	0.30	0.09	2.78	1x20	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.11	
		Reserva									
	Reserva										
		SUBTOTALES:	29.80		28.84				0.80	35.99	
RESUMEN GENERAL DE CARGAS:					CORRECCION F.P.						
CARGA TOTAL INSTALADA:					29.80 KW		Cos Φ1=		0.80		
DEMANDA MAXIMA:					28.84 KW		Cos Φ2=		0.95		
FACTOR DE COINCIDENCIA:					0.90		Q1=		24.18 KVAR		
FACTOR DE POTENCIA:					0.80		Q2=		10.65 KVAR		
DEMANDA DE DISEÑO:					32.39 KVA		QCap=		13.53 KVAR		
ACOMETIDA:					3x#8+N(#10) AWG						
PROTECCION PRINCIPAL:					3 x 22-32 A						
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "CHAULLAYACU"											
DETERMINACION DE LA DEMANDA											
Tablero de Control de Compresores 2 - TCC2											
NIVEL	CIRCUITO	DESCRIPCION	CARGA	FACTOR	DEMANDA	CORRIENTE	PROTECC.	CALIBRE	FACTOR DE	POTENCIA	
TENSION	No.		INSTALA.	DEMANDA	MAXIMA	NOMINAL	No. POLOS	CONDUCT.	POTENCIA	APARENTE	
			[KW]		[KW]	[A]		AWG			
220 V	C1	Compresor 2.1	5.60	1.00	5.60	22.96	3 x 20 - 25	3x#8+T(#10)	0.80	7.00	
	C2	Compresor 2.2	5.60	1.00	5.60	22.96	4 x 20 - 25	3x#8+T(#10)	0.80	7.00	
	C3	Tomas de fuerza 2Φ	1.50	0.50	0.75	8.02	2x20	2x#12+T(#12)	0.85	0.88	
	C4	Tomas de fuerza 1Φ	0.30	0.30	0.09	2.78	1x20	1x#12+N(#12)+T(#12)	0.85	0.11	
		Reserva									
		Reserva									
		SUBTOTALES:	13.00		12.04				0.80	14.99	
RESUMEN GENERAL DE CARGAS:					CORRECCION F.P.						
CARGA TOTAL INSTALADA:					13.00 KW		Cos Φ1=		0.80		
DEMANDA MAXIMA:					12.04 KW		Cos Φ2=		0.95		
FACTOR DE COINCIDENCIA:					0.90		Q1=		10.00 KVAR		
FACTOR DE POTENCIA:					0.80		Q2=		4.43 KVAR		
DEMANDA DE DISEÑO:					13.49 KVA		QCap=		5.57 KVAR		
ACOMETIDA:					3x#8+N(#10) AWG						
PROTECCION PRINCIPAL:					3 x 22-32 A						

CÁLCULO SISTEMA DE PUESTA A TIERRA						
$\rho_t =$	75	Ω/m	TRAMO	LONGITUD	R [Ω]	1/R
$L_v =$	1.8	m	1	4	37.50	0.027
$R_v =$	41.67	Ω	2	6	25.00	0.040
$1/R_v =$	0.024		3	12	12.50	0.080
$n =$	13		4	8	18.75	0.053
			5	11	13.64	0.073
			6	9	16.67	0.060
			7	6	25.00	0.040
			8	15	10.00	0.100
			9	18	8.33	0.120
			10	11	13.64	0.073
Req =	0.883	Ω	11	8	18.75	0.053
			12	6	25.00	0.040
			13	4	37.50	0.027
			14	5	30.00	0.033
				123		0.820