



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA POTABILIZACION
Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.
del 4 al 15 de julio de 1994.**

MATERIAL DEL CURSO.

M. EN I. FERNANDO MARTINEZ GUZMAN

1 9 9 4 .

IMPORTANCIA DE LA EVALUACION AMBIENTAL EN PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y OTRAS ACTIVIDADES, EN MEXICO.

1.- IMPORTANCIA DE LA EVALUACION AMBIENTAL.

A CONTINUACION PRESENTARE UNA EXPOSICION GENERAL REFERENTE A LA EVALUACION AMBIENTAL PARA CUALQUIER ACTIVIDAD QUE TENGA RELACION CON NUESTRO ENTORNO.

CONSIDERANDO QUE EN LA ACTUALIDAD A SURGIDO UNA CLARA PREOCUPACION POR LA PROTECCION AL AMBIENTE COMO UNA NECESIDAD IMPERANTE, QUE REQUIERE UNA IMPORTANTE ATENCION PARA EVITAR AFECTACIONES SIGNIFICATIVAS AL AMBIENTE Y QUE CADA DIA SE REQUIEREN MAYORES ESFUERZOS TECNOLOGICOS PARA SU SOLUCION.

ESPECIFICAMENTE TRATARE DE INVOLUCRARLOS EN EL CONOCIMIENTO DE ALGUNOS CONCEPTOS AMBIENTALES QUE ESTAREMOS MANEJANDO CONTINUAMENTE, ASI COMO, DE SU IMPORTANCIA, Y QUE QUEDA CLARO EL MANEJAR ESTA TERMINOLOGIA, QUE APARENTEMENTE SE VEN FACILMENTE COMPENSIBLES, PERO POR EXPERIENCIA DE LA OPINION PUBLICA COTIDIANAMENTE OBSERVAMOS QUE ESTAMOS MANEJANDOS MAL.

ENTENDIDA ESTA TERMINOLOGIA PASARE A HACER MENCION DE LA LEGISLACION MEXICANA EN MATERIA AMBIENTAL, LO MAS CONCRETO POSIBLE, DEBIDO A SU COMPLEJIDAD Y A LA CANTIDAD DE NORMAS, REGLAMENTOS Y LEYES QUE ESTEN VIGENTES, SIN EMBARGO CONSIDERARE MENCIONARLES QUIEN NOS RIGE Y COMO ENCAMINARNOS A SU BUEN MANEJO, Y NO VER ESTO COMO UNA SERIE DE MANDATOS QUE UNICAMENTE LOS LEGISLADORES PUEDEN APLICAR, SINO QUE, CUALQUIER PERSONA TENGA LAS BASES PARA PODER INTERPRETAR Y APEGARSE SIN NINGUNA COMPLICACION Y PODER RESPONDER A LAS AUTORIDADES.

UNA VEZ MENCIONADA LA LEGISLACION PASAREMOS A LA EXPLICACION DE LAS HERRAMIENTAS QUE NOS SON NECESARIAS PARA INICIAR EL CONOCIMIENTO DEL AMBIENTE / DE LA RELACION CON CUALQUIER ACTIVIDAD QUE HAGAMOS, YA SEA DESDE LA PLANEACION, DISEÑO, CONSTRUCCION, OPERACION Y MANTENIMIENTO, ABOCANDONOS A IMPACTO AMBIENTAL Y AUDITORIA AMBIENTAL, CONOCIENDO SU PROCEDIMIENTO, PORQUE SU REALIZACION? Y QUE PODEMOS OBTENER DE ESTO, APOYANDONOS CON UN EJEMPLO EN EL CUAL SERIA MUY GRATO QUE PARTICIPARAMOS TODOS.

FINALMENTE, PRESENTARE OTRO TIPO DE HERRAMIENTAS, QUE NOS VAN HA SERVIR PARA EVALUAR AL AMBIENTE COMO SON: ANALISIS DE RIESGO, ESTUDIOS DE CONTAMINACION, MODELADO AMBIENTAL, MONITOREO AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO ECOLOGICO. ASI TAMBIEN TOCAREMOS ALGUNOS ASPECTOS DE COMO ORGANIZARNOS PARA FORMAR UN AREA AMBIENTAL EN NUESTRA EMPRESA, Y QUE REQUERIMIENTOS MINIMOS DE PERSONAL NECESITAMOS Y COMO CAPACITARNOS.

ESPERO QUE LO QUE VAYAMOS A EXPONER SIRVA PARA EL BUEN DESEMPEÑO DE SUS ACTIVIDADES, Y QUE REALMENTE PUEDA REAFIRMAR Y FORTALEZER LOS CONOCIMIENTOS EN MATERIA AMBIENTAL CON QUE YA CUENTAN.

UNICAMENTE QUIERO ACLARAR QUE EL TEMA ES LA IMPORTANCIA DE EVALUACION AMBIENTAL EN PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SIN EMBARGO, HE CONSIDERARLO GENERALIZARLO PARA CUALQUIER OTRA ACTIVIDAD, YA QUE ESTO NOS PUEDE SERVIR PARA RESOLVER OTRAS SITUACIONES QUE SE NOS PRESENTEN.

UNA VEZ MENCIONADA LA ESTRUCTURA DE ESTA PLATICA PASARE A PRECISAR LOS PUNTOS YA EXPUESTOS.

1.1.- IMPORTANCIA DEL MEDIO AMBIENTE.

PARA INICIAR ESTE TEMA ES BASICO CONSIDERAR UNA SERIE DE CONCEPTOS LOS CUALES SE ESTARAN MENCIONADO CONSTANTEMENTE, LOS CUALES SE HAN TOMADO DE LAS DEFINICIONES QUE SON DESCRITAS EN LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.

LOS TERMINOS SON; AMBIENTE, CONTAMINACION, CONTAMINANTE, ECOLOGIA, ECOSISTEMA, EQUILIBRIO ECOLOGICO, IMPACTO AMBIENTAL, MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, ORDENAMIENTO ECOLOGICO, ESTUDIO DE RIESGO Y AUDITORIA AMBIENTAL.

EL CONOCIMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ACTUALIDAD A TOMADO GRAN IMPORTANCIA, YA QUE ESTE CORRESPONDE EL SUSTENTO DEL PLANETA TIERRA. INDOUDABLEMENTE SE CONOCE QUE NUESTRO PLANETA ES UN SISTEMA EN CONSTANTES CAMBIOS, SIN EMBARGO, UNA ALTERACION DE SIGNIFICANCIA CUALQUIER ELEMENTO DE AMBIENTE, PUEDE RESULTAR EFECTOS NOCIVOS Y ALGUNOS CASOS IRREVERSIBLES.

SE TIENEN INFINIDAD DE EJEMPLOS Y SIN EMBARGO LA HUMANIDAD PROSIGUE EN SU AFAN DE ALTERACION, MANEJANDO SUS DESECHOS INAPROPIADAMENTE, A PESAR DEL ESFUERZO DE UNOS CUANTOS POR PROTEGER EL AMBIENTE.

EL CONOCIMIENTO DEL AMBIENTE QUE NOS RODEA REPRESENTA GRAN IMPORTANCIA YA QUE DE ALGUNA MANERA NOS INDICA UNA FORMA DE VIVIR EQUILIBRADAMENTE CON ESTA.

ESTA INFORMACION NOS VA A SERVIR PARA PLANEAR NUESTRAS ACTIVIDADES EVITANDO EL MAYOR DANO POSIBLE, Y NO SOLO ESO, SINO EL ALCANZAR SU APROVECHAMIENTO CON EL MINIMO IMPACTO.

EL MEDIO AMBIENTE CONSIDERA LOS ASPECTOS BIOLOGICOS COMO SON: FLORA , FAUNA, POBLACIONES Y COMUNIDADES CON TODAS SUS RELACIONES; Y EL ASPECTO FISICOQUIMICO QUE TRATA DEL CONOCIMIENTO DE TODAS LAS CARACTERISTICAS PARTICULARES DEL AGUA , SUELO, AIRE, GEOLOGIA Y CLIMA, ASI COMO SUS INTERRELACIONES.

1.2.- IMPORTANCIA DE EVALUAR EL AMBIENTE.

LA IMPORTANCIA DE EVALUAR EL AMBIENTE ES RESPONSABILIDAD NUESTRA, YA QUE POR EL SOLO HECHO DE ESTAR APROVECHANDO LOS FACTORES

AMBIENTALES PARA VIVIR, TENEMOS LA OBLIGACION DE EVALUARLOS PARA TRATAR DE ENTER SU INTERRELACIONES CON NOSOTROS Y ASI PODER TRATAR DE NO LLEGAR A PROVOCAR UN DESEQUILIBRIO, QUE PUEDA AFECTAR OTROS ELEMENTOS.

HAY INFINIDAD DE EXPERIENCIAS EN DONDE POR UNA ACCION YA SEA, PLANEADA, ACCIDENTAL O NATURAL, LLEGA A PROVOCAR SERIAS ALTERACIONES AL AMBIENTE, Y QUE EN MUCHOS CASOS SE RECRUDECE DEBIDO A QUE NO SE CUENTA CON UN REGISTRO AMBIENTAL, PERDIENDOSE INFORMACION DE UN AMBIENTE CERD U ORIGINAL, SE DIFICULTA TOMAR MEDIDAS DE RESTAURACION INMEDIATAS, Y SE PIERDE UN REGISTRO EN EL TIEMPO Y ESPACIO, EXISTIENDO LA POSIBILIDAD DE QUE SE DESENCADENEN OTRO IMPACTOS NO PREVISTOS.

TAMBIEN SE TIENE EJEMPLOS DE EVALUACION AMBIENTAL CON RESPECTO A LO QUE SIGNIFICA PARA LA HUMANIDAD, QUE VAN DESDE LAS EXPLORACIONES ESPACIALES HASTA LA CREACION AMBIENTES EXPERIMENTALES EN LABORATORIO, LO CUAL INDICA LA RELEVANCIA TENIENDO AMPLIA VENTAJA TECNOLOGICA AQUELLOS PAISES QUE ESTUDIAN EL AMBIENTE, Y QUE VA REDITUARLES ALTOS RENDINIENTOS ECONOMICOS EN LA VENTA DE ESTA.

1.3.- HERRAMIENTAS PARA EVALUAR EL AMBIENTE.

COMO HERRAMIENTAS PARA EVALUAR EL AMBIENTE EN MEXICO, SE TIENEN LOS ESTUDIOS AMBIENTALES QUE SE PUEDEN ENGLOBAR DE LA SIGUIENTE MANERA:

- DIAGNOSTICO AMBIENTAL.
- ORDENAMIENTO ECOLOGICO O TERRITORIAL.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- ANALISIS DE RIESGO.
- Y AUDITORIA AMBIENTAL.

EL DIAGNOSTICO AMBIENTAL, CORRESPONDE A UNA PRIMERA APROXIMACION POR CONOCER LAS CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE, DESCRIBIENDO LA PROBLEMÁTICA ENCONTRADA, DEFINIENDO PLANES DE ACCION Y RESPONSABILIDADES.

EL ORDENAMIENTO ECOLOGICO O TERRITORIAL EN LA ACTUALIDAD REPRESENTA EL ESTUDIO DEL USO DEL SUELO CON EL OBJETO DE PRESERVAR Y RESTAURAR EL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y. PROTEGER EL AMBIENTE, CON FINES DE PLANEACION.

ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL, SON AQUELLOS QUE SE REFIEREN A LA IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS EFECTOS TANTO NEGATIVOS COMO POSITIVOS, CON EL PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS DE MITIGACION.

ANALISIS DE RIESGO, CONSISTE EN DETERMINAR LOS RIESGOS DE LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN, ASI COMO, LA EVALUACION DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y DE RESPUESTA A EMERGENCIAS.

AUDITORIA AMBIENTAL, QUE CONSISTE EN EL PROCESO DE VERIFICACION, ANALISIS Y APLICACION DE LAS INSTALACIONES Y PROCESOS PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL.

1.4.- COMO EVALUAR EL AMBIENTE.

PRIMERAMENTE ES DETERMINAR AQUELLOS PUNTOS DONDE SE ESTE GENERANDO ELEMENTOS QUE PUEDAN AFECTAR AL AMBIENTE.

UNA VEZ DETECTADOS ESTAS FUENTES GENERADORAS SE PASARIA A MONITOREAR, PARA DETERMINAR LA CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS GENERADOS QUE PUEDEN ALTERAR EL AMBIENTE.

DETERMINADAS LAS CARACTERISTICAS DE ESTOS ELEMENTOS SE REVISARA SI CUMPLEN CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE.

EN APOYO AL PUNTO ANTERIOR SERA NECESARIO ELABORAR MODELOS DE SIMULACION. EN DONDE, SE CONSIDERE LAS CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE CON EL OBJETO DE DEFINIR LOS RADIOS DE ACCION Y DETERMINAR LAS POSIBLES AFECTACIONES.

CONOCIDOS LOS EFECTOS Y LAS FUENTES GENERADORAS SE PROCEDERA A ELABORAR PROGRAMAS DE MODIFICACION DE SISTEMAS PARA LOGRAR LA CALIDAD AMBIENTAL CORRESPONDIENTE AL SITIO Y CON BASE AL RESPECTO DE LA NORMATIVIDAD.

ALGUNOS CONCEPTOS UTILIZADOS EN LA TEMATICA AMBIENTAL

- AMBIENTE:** ES EL CONJUNTO DE ELEMENTOS NATURALES O INDUCIDOS POR EL HOMBRE QUE INTERACTUAN EN UN ESPACIO Y TIEMPO DETERMINADOS.
- ECOLOGIA:** ES LA CIENCIA QUE ESTUDIA LAS INTERACCIONES DE LOS ORGANISMOS VIVOS Y SU AMBIENTE.
- ECOSISTEMA:** LA COMUNIDAD Y EL AMBIENTE ABIOTICO CORRESPONDIENTE, QUE INTERACTUAN COMO UN TODO.
LA UNIDAD FUNCIONAL BASICA DE INTERACCION DE LOS ORGANISMOS VIVOS ENTRE SI Y DE ESTOS CON EL AMBIENTE, EN UN ESPACIO Y TIEMPO DETERMINADOS.
- EQUILIBRIO ECOLOGICO:** ES LA RELACION DE INTERDEPENDENCIA ENTRE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL AMBIENTE QUE HACE POSIBLE LA EXISTENCIA, TRANSFORMACION Y DESARROLLO DEL HOMBRE Y DEMAS SERES VIVOS.
- IMPACTO AMBIENTAL:** MODIFICACION DEL AMBIENTE OCASIONADO POR LA ACCION DEL HOMBRE O DE LA NATURALEZA.
- MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL:** DOCUMENTO MEDIANTE EL CUAL SE DA A CONOCER, CON BASE EN ESTUDIOS, EL IMPACTO AMBIENTAL, SIGNIFICATIVO Y POTENCIAL QUE GENERARIA UNA OBRA O ACTIVIDAD, ASI COMO LA FORMA DE EVITARLO O ATENUARLO EN CASO DE QUE SEA NEGATIVO.
- CONTAMINACION:** LA PRESENCIA EN EL AMBIENTE DE UNO O MAS CONTAMINANTES O DE CUALQUIER COMBINACION DE ELLOS QUE CAUSE Desequilibrio ecologico.
- CONTAMINANTE:** TODA MATERIA O ENERGIA EN CUALESQUIERA DE SUS ESTADOS FISICOS Y FORMAS, QUE AL INCORPORARSE O ACTUAR EN LA ATMOSFERA, AGUA, SUELO, FLORA, FAUNA O CUALQUIER ELEMENTO NATURAL, ALTERE O MODIFIQUE SU COMPOSICION Y CONDICION NATURAL.

ORDENAMIENTO ECOLOGICO:

EL PROCESO DE PLANEACION DIRIGIDO A EVALUAR Y PROGRAMAR EL USO DEL SUELO Y EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL TERRITORIO NACIONAL Y LAS ZONAS SOBRE LAS QUE LA NACION EJERCE SU SOBERANIA Y JURISDICCION, PARA PRESERVAR Y RESTAURAR EL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTEGER EL AMBIENTE.

ESTUDIO DE RIESGO:

DOCUMENTO MEDIANTE EL CUAL SE DA A CONOCER, A PARTIR DE ANALISIS DE LAS ACCIONES PROYECTADAS PARA EL DESARROLLO DE UNA OBRA O ACTIVIDAD, LOS RIESGOS QUE DICHAS OBRAS O ACTIVIDADES REPRESENTEN PARA EL EQUILIBRIO ECOLOGICO O EL AMBIENTE, ASI COMO LAS MEDIDAS TECNICAS DE SEGURIDAD, PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS, TENDIENTES A EVITAR, MITIGAR, MINIMIZAR O CONTROLAR LOS EFECTOS ADVERSOS AL EQUILIBRIO ECOLOGICO EN CASO DE UN POSIBLE ACCIDENTE, DURANTE LA EJECUCION U OPERACION NORMAL DE LA OBRA O ACTIVIDAD DE QUE SE TRATE.

AUDITORIA AMBIENTAL:

ES EL PROCESO POR EL CUAL SE VERIFICA, ANALIZA O EVALUA LA ADECUACION Y APLICACION DE LAS MEDIDAS ADOPTADAS POR EL SISTEMA AUDITADO PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL, POR LA REALIZACION DE ACTIVIDADES QUE POR SU NATURALEZA CONSTITUYE UN RIESGO POTENCIAL PARA EL AMBIENTE.

2.- LEGISLACION AMBIENTAL EN MEXICO.

2.1.- INTRODUCCION.

LA CONCEPCION DEL DERECHO VIENE DESDE LA CULTURA ROMANA, LA CUAL SE FUNDAMENTA EN LA PROPIEDAD PRIVADA, CONSIDERANDOSE COMO UNA VERDADERA FUNCION SOCIAL HASTA LA PRESERVACION Y CONSERVACION DEL AMBIENTE EN EL QUE SE DESARROLLA LA POBLACION, CONSIDERANDO A ESTE MEDIO, UN PATRIMONIO UNIVERSAL PARA EL BIENESTAR HUMANO, INCIDIENDO EN LAS CONDUCTAS SOCIALES Y PARTICULARES PARA PREVENIR Y CONTROLAR LAS PERTURBACIONES QUE ALTEREN SU EQUILIBRIO.

ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE LA LEGISLACION AMBIENTAL DE NINGUNA MANERA PRETENDE IMPEDIR EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES QUE EXISTEN, SINO POR EL CONTRARIO, SU OBJETIVO FUNDAMENTAL ES QUE LA HUMANIDAD PUEDA UTILIZAR DICHS RECURSOS SIN LLEGAR A PROVOCAR ALTERACIONES SIGNIFICATIVAS AL AMBIENTE.

EN TERMINOS GENERALES SE PUEDE TRATAR DE DEFINIR QUE ES LEGISLACION AMBIENTAL, LA CUAL CORRESPONDE A LA AGRUPACION DE ORDENAMIENTOS LEGALES QUE SE REFIEREN A TODAS AQUELLAS ACCIONES LLEVADAS A LA PROTECCION, CONSERVACION Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE, LAS CUALES TIENEN FUNDAMENTO EN LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

INDUDABLEMENTE ACTUALMENTE EL CONCEPTO VA ENFOCADO A LA PLANEACION AMBIENTAL DEL PAIS COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LOS ULTIMOS PLANES NACIONALES DE DESARROLLO.

2.2.- LEGISLACION VIGENTE.

EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA, CON APOYO EN LAS ATRIBUCIONES LEGALES QUE LE OTORGA LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS ES DE ADMIRARSE QUE DESDE SU CREACION EN 1917, EN SU PARRAFO TERCERO DEL ARTICULO 27 YA SE ESTABLECE " EL DERECHO DE LA NACION PARA REGULAR EN BENEFICIO SOCIAL EL APROVECHAMIENTO DE LOS ELEMENTOS NATURALES, CUIDAR DE SU CONSERVACION, LOGRAR EL DESARROLLO EQUILIBRADO DEL PAIS Y EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE VIDA DE LA POBLACION RURAL Y URBANA".

ES SOBRESALIENTE COMO EN ESTE PARRAFO SE GLOBALIZA EN FORMA CONCISA LA POLITICA AMBIENTAL A SEGUIR, CON RESPECTO DEL USO Y DISFRUTE DE LOS RECURSOS NATURALES EN FORMA RACIONAL, SIN OLVIDAR EL DESARROLLO, CRECIMIENTO Y LA CALIDAD DE VIDA A QUE TIENE DERECHO EL SER HUMANO.

EN LA ACTUALIDAD SE HAN REALIZADO DOS REFORMAS CONSTITUCIONALES EN DONDE LA PRIMERA SE HIZO EN 1982 EN DONDE YA SE INTRODUCE LA IDEA AL AMBIENTE CON ENFOQUE A UN DESARROLLO SUSTENTABLE.

Y LA SEGUNDA EL 10 DE AGOSTO DE 1987 EN DONDE SE REFORMAN LOS ARTICULOS 27 EN SU PARRAFO TERCERO, Y DEL ARTICULO 73 EN DONDE SE ADICIONA LA FRACCION XXIX-G, EN DONDE SE DESCRIBE YA UN FUNDAMENTO MAS PRECISO EN MATERIA AMBIENTAL, EN TERMINOS GENERALES EN EL ARTICULO 27 SE MANEJA YA EL TERMINO DE PRESERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO, Y EN LA FRACCION XXIX-G ESTABLECE COMO FACULTAD DEL CONGRESO DE LA UNION LA DE EXPEDIR LEYES QUE ESTABLEZCAN LA CONCURRENCIA DE LOS GOBIERNOS DE LOS ESTADOS Y DE LOS MUNICIPIOS, EN EL AMBITO DE SUS RESPECTIVAS COMPETENCIAS EN MATERIA DE PROTECCION AL AMBIENTE, DE PRESERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO.

Y CON BASE A ESTAS REFORMAS FUE COMO EL EJECUTIVO ENVIO A LA CAMARA DE DIPUTADOS EL PROYECTO DE LA LEY DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, Y ESTA ENTRA EN VIGENCIA EN MARZO DE 1988.

A PARTIR DE ESTE FUNDAMENTO LEGAL COMIENZAN A APARECER UNA SERIE DE REGLAMENTOS Y NORMAS ESPECIFICOS LOS CUALES SE MENCIONARAN EN EL SIGUIENTE INCISO.

2.3.- REGULACION JURIDICA AMBIENTAL EN MEXICO.

- CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

PRINCIPAL FUNDAMENTO LEGAL QUE MARCA LA ESTRUCTURA Y FUNCION A LA CUAL SE REGIRA CUALQUIER INDIVIDUO QUE VIVA EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, CON EL OBJETO DE MARCAR AQUELLAS NORMAS QUE MANTENGAN EL EQUILIBRIO SOCIAL, POLITICO, ECONOMICO Y AMBIENTAL, PARA EL DESARROLLO DEL PAIS.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 5 DE FEBRERO DE 1917.

- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE.

SE REFIERE A LA PRESERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO, ASI COMO, A LA PROTECCION AL AMBIENTE EN EL TERRITORIO NACIONAL Y LAS ZONAS SOBRE LAS QUE LA NACION EJERCE SU SOBERANIA Y JURISDICCION, SUS DISPOSICIONES SON DE ORDEN PUBLICO E INTERES NACIONAL, Y EN DONDE POR PRIMERA VEZ APARECE LA POLITICA ECOLOGICA CORRESPONDIENTE A: PLANEACION ECOLOGICA, ORDENAMIENTO ECOLOGICO, CRITERIOS ECOLOGICOS EN LA PROMOCION DEL DESARROLLO, REGULACION ECOLOGICA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS, EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL, NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS, MEDIDAS DE PROTECCION DE AREAS NATURALES, INVESTIGACION Y EDUCACION ECOLOGICA E INFORMACION Y VIGILANCIA, RESUMIENDO LA LEY A QUEDADO ESTRUCTURADA EN BASICAMENTE CUATRO CONCEPTOS: POLITICA ECOLOGICA, MANEJO DE RECURSOS NATURALES, PROTECCION AL AMBIENTE Y PARTICIPACION SOCIAL.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 28 DE ENERO DE 1988.

- LEY ESTATAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.

EN CADA ESTADO HAY UNA LEY, LA CUAL ES DE ORDEN PUBLICO Y DE INTERES SOCIAL. SUS DISPOSICIONES SON DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA EN EL TERRITORIO DEL ESTADO Y TIENE POR OBJETO LA PRESERVACION, CONSERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO, ASI COMO LA PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE, DE CONFORMIDAD CON LAS FACULTADES QUE SE DERIVAN DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE Y LAS DISPOSICIONES QUE DE ELLA EMANEN.

GAZETA OFICIAL DEL GOBIERNO.
PERIODICO OFICIAL.
GAZETA ECOLOGICA.

- REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

CORRESPONDE A LOS FUNDAMENTOS LEGALES PARA EL REQUERIMIENTO DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DE CARACTER PUBLICO O PRIVADO, QUE PUEDAN CAUSAR DESEQUILIBRIOS ECOLOGICOS O REBASAR LOS LIMITES Y CONDICIONES SEÑALADAS EN LOS REGLAMENTOS Y LAS NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS EMITIDAS POR LA FEDERACION PARA PROTEGER EL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y EL AMBIENTE.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 7 DE JUNIO DE 1988.

- REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION A LA ATMOSFERA.

CORRESPONDE A EL ASPECTO LEGAL ENCAMINADO AL CONTROL DE LA EMISION DE CONTAMINANTES A LA ATMOSFERA GENERADA POR FUENTES FIJAS O MOVILES. ASI COMO EL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION DE LA CALIDAD DEL AIRE, Y LAS MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD Y SANCIONES.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 25 DE NOVIEMBRE DE 1988.

- REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

CORRESPONDE A LOS FUNDAMENTOS LEGALES PARA LA GENERACION, MANEJO, IMPORTACION, Y EXPORTACION DE RESIDUOS PELIGROSOS, CON SUS RESPECTIVAS MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD, Y SANCIONES.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 25 DE NOVIEMBRE DE 1988.

- REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.

LA REGULACION SE REFIERE A LA PRESERVACION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA CONTINENTAL AGUAS DE LAS ZONAS MARINAS MEXICANAS. CONSIDERANDO LOS DERECHOS DE USO O APROVECHAMIENTO, ZONAS REGLAMENTADAS. DE VEDA O DE RESERVA, USOS DEL AGUA, INVERSION EN INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA, BIENES NACIONALES A CARGO DE LA COMISION E INFRACCIONES, SANCIONES Y RECURSOS.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 12 DE ENERO DE 1994.

- REGLAMENTO PARA LA PROTECCION AL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACION ORIGINADA POR LA EMISION DE RUIDO.

ESTE REGLAMENTO ES DE OBSERVANCIA GENERAL EN TODO EL TERRITORIO NACIONAL Y TIENE POR OBJETO PROVEER, EN LA ESFERA ADMINISTRATIVA, AL CUMPLIMIENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, EN LO QUE SE REFIERE A LA EMISION CONTAMINANTE DE RUIDO, PROVENIENTE DE FUENTES ARTIFICIALES.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 6 DE DICIEMBRE DE 1982.

EN TERMINOS GENERALES SE PUEDE MENCIONAR LA INGERENCIA OTRAS LEYES COMO SON: LA FORESTAL, LA MINERA, LA DE AGUAS NACIONALES, DE CAZA, DE SALUD, DE METROLOGIA Y NORMALIZACION, Y DEL MAR, ASI COMO SUS RESPECTIVOS REGLAMENTOS. COMPLETANDOSE EN LA ACTUALIDAD CON NORMAS OFICIALES MEXICANAS

3.- ASPECTOS GENERALES DE IMPACTO AMBIENTAL EN MEXICO.

3.1.- ANTECEDENTES

CON REFERENCIA AL CRECIMIENTO EN LAS ULTIMAS DECADAS DE LA POBLACION MUNDIAL Y LA PREOCUPACION POR LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE, SE HA TENIDO QUE REQUERIR DE HERRAMIENTAS COMO EL ORDENAMIENTO ECOLOGICO Y EL IMPACTO AMBIENTAL. LAS CUALES TIENEN COMO OBJETIVO ESCENCIAL LA TOMA DE DECISIONES EN LA ETAPA DE PLANEACION, QUE NO SIGNIFICA UN OBSTACULO PARA EL DESARROLLO, NI COMO UN TRATADO, SINO QUE REPRESENTA UNA AYUDA PARA LA SELECCION DE ALTERNATIVAS DE UN PROYECTO CON LA MENOR AFECTACION DEL MEDIO AMBIENTE.

IMPACTO AMBIENTAL SE REFIERE A TODA AQUELLA MODIFICACION DEL AMBIENTE OCASIONADA POR LA ACCION DEL HOMBRE O DE LA NATURALEZA. Y MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL CORRESPONDE AL DOCUMENTO MEDIANTE EL CUAL SE DA A CONOCER CON BASE EN ESTUDIOS EL IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO Y POTENCIAL QUE GENERARIA UNA OBRA O ACTIVIDAD, ASI COMO LA FORMA DE EVITARLO O ATENUARLO EN CASO DE QUE SEA NEGATIVO.

EN MEXICO INICIALMENTE SE HABIAN ELABORADO ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL POR DEPENDENCIAS OFICIALES, MANEJANDOSE ESTE REQUERIMIENTO A PARTIR DE 1980 EN LA LEY DE OBRAS PUBLICAS Y EN 1981 SUS REGLAMENTOS. EN 1982 CON LA LEY FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE SE ELABORAN LOS REGLAMENTOS DE LA MISMA, ESPECIFICAMENTE EL RELATIVO A LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL. HASTA 1988 LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN SU ARTICULO 28 INDICA QUE "PARA LA REALIZACION DE OBRAS O ACTIVIDADES PUBLICAS O PRIVADAS, QUE PUEDAN CAUSAR DESEQUILIBRIOS ECOLOGICOS O REBASAR LOS LIMITES Y CONDICIONES SEÑALADOS EN LOS REGLAMENTOS Y LAS NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS EMITIDAS, REQUERIRAN LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL. Y EN SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 7 DE JUNIO DE 1988, ESPECIFICA LOS TERMINOS PARA EL DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA PRESENTACION PARA EL DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA PRESENTACION Y EVALUACION DE LAS MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

EL REGLAMENTO INDICA QUE EL PRIMER PASO ES PRESENTAR UN INFORME PREVENTIVO PARA VER SI PROCEDE O NO LA PRESENTACION DE UNA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, CON BASE AL INSTRUCTIVO PUBLICADO EN LA GACETA ECOLOGICA EN 1989. (TABLA 1).

EN SU ARTICULO 9^a MENCIONA QUE LAS MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL SE PODRAN PRESENTAR EN LAS SIGUIENTES MODALIDADES:

- I.- GENERAL. (TABLA 2)
- II.- INTERMEDIA, O (TABLA 3)
- III.- ESPECIFICA. (TABLA 4)

TAMBIEN INDICA QUE ESTOS SE REVISARAN Y TENDRAN EL DICTAMEN DENTRO DE 15, 30 Y 45 DIAS RESPECTIVAMENTE.

3.2.- METODOLOGIA.

LA METODOLOGIA EMPLEADA CORRESPONDE AL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES MOSTRADAS EN LOS INSTRUCTIVOS PARA CADA MODALIDAD Y QUE RESUME DE LA SIGUIENTE MANERA:

A.- OBTENCION DE INFORMACION DEL PROYECTO.

PRIMER PASO CONSISTENTE EN LA RECOPIACION DE LA INFORMACION DEL PROYECTO MEDIANTE ENTREVISTAS CON EL INTERESADO Y SOLICITUD DE DOCUMENTACION DE DISEÑO.

CONSIDERA DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE, CARACTERISTICAS TECNICAS DE DISEÑO DE LAS ETAPAS DE PREPARACION DEL SITIO, CONSTRUCCION Y OPERACION.

DE REFERENCIA SE TENGA LA MEMORIA TECNICA DEL PROYECTO CON DIAGRAMAS, PLANOS Y CALCULOS.

TENIENDO COMO OBJETO TENER CONOCIMIENTO DE LA ACCION PROPUESTA Y PODER DESCRIBIR AQUELLAS CARACTERISTICAS RELEVANTES Y DETALLAR LAS MAS SIGNIFICATIVAS QUE VAYAN A OCASIONAR UN IMPACTO AL AMBIENTE.

B.- OBTENCION DE INFORMACION DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.

EN ESTE PASO ES IMPORTANTE DETERMINAR EL AREA DE INFLUENCIA POR LO QUE ES NECESARIO OBTENER LA CARTOGRAFIA TEMATICA DONDE SE IDENTIFIQUE EL SITIO POR AFECTAR, Y CON BASE A LAS CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS E HIDROLOGICAS, ASI COMO, DE USO DEL SUELO Y POBLACION, DETERMINAR EL AREA AFECTADA RELACIONADO CON EL PROYECTO.

TENIENDO DEFINIDA EL AREA DE INFLUENCIA SE PROCEDE A OBTENER LA INFORMACION DEL AMBIENTE RECURRIENDO A BIBLIOTECAS, HEMEROTECAS Y BANCOS DE DATOS DE DEPENDENCIAS OFICIALES Y PARTICULARES, O INSTITUCIONES.

ESTA INFORMACION SE AGRUPARA POR TEMAS CORRESPONDIENTES A: CLIMA, AIRE, AGUA, SUELO, GEOLOGIA, TOPOGRAFIA, VEGETACION, FAUNA, USO DEL SUELO, USO POTENCIAL, Y POBLACION, ENTRE OTROS.

C.- VERIFICACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION AMBIENTAL Y SOCIOECONOMICA.

CON RESPECTO AL PASO ANTERIOR EN ESTE CASO SE REFIERE A IDENTIFICAR AQUELLOS FACTORES DEL AMBIENTE SUSCEPTIBLES A ALTERARSE PARA QUE SE PROCEDA A REALIZAR VERIFICACIONES EN CAMPO SEGUN SEA EL CASO.

D.- VINCULACION CON LAS NORMAS Y REGULACIONES SOBRE USO DEL SUELO Y NORMAS OFICIALES AMBIENTALES.

CORRESPONDE EN RECOPIRAR Y REVISAR EL: PLAN DIRECTOR URBANO, PLANES Y PROGRAMAS ECOLOGICOS DEL TERRITORIO NACIONAL, Y SISTEMA NACIONAL DE LAS AREAS PROTEGIDAS.

ASI TAMBIEN, LA REVISION DE AQUELLAS NORMAS OFICIALES QUE SON APLICABLES EN LA ACCION PROPUESTA.

E.- IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES.

PARA LA IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SE DEBERA REALIZAR UNA ELECCION DE LA TECNICA MAS APROPIADA DE ENTRE:

- LISTADO DE CHEQUEO.
- RED.
- MATRIZ.
- SOBREPONICION DE PLANOS.
- INDICES DE CALIDAD.
- MODELOS MATEMATICOS.

IDENTIFICADOS LOS IMPACTOS MAS SIGNIFICATIVOS SE PROCEDE A LA DESCRIPCION DE ESTOS.

F.- DESCRIPCION DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO.

ESTA ACTIVIDAD PROCEDE UNICAMENTE EN LAS MODALIDADES INTERMEDIA Y ESPECIFICA. CORRESPONDE DESCRIBIR EL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO APOYANDOSE MEDIANTE PROYECCIONES MATEMATICAS, INDICES DE CALIDAD Y MODELOS DE SIMULACION, CORRESPONDIENTES AL FACTOR AMBIENTAL DE IMPORTANCIA.

G.- MEDIDAS DE MITIGACION.

CORRESPONDE EN PLANTEAR AQUELLAS MEDIDAS DE MITIGACION ENFOCADAS A REHABILITAR, EVITAR, RESTABLECER, MITIGAR, CONSERVAR Y PRESERVAR, LOS EFECTOS AL AMBIENTE.

H.- CONCLUSIONES.

AQUI SE ENLISTAN LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES DE LA MANIFESTACION, ASI COMO UNA AUTOEVALUACION RESALTANDO LA IMPORTANCIA QUE REPRESENTA EL PROYECTO EN LA REGION, LAS AFECTACIONES QUE PUEDE PROVOCAR Y LAS MEDIDAS QUE SE VAN A TOMAR.

TABLA 1

INFORME PREVENTIVO

I Datos Generales.

- I.1.- Nombre de la empresa u organismo solicitante.
- I.2.- Nombre y puesto del responsable del proyecto.
- I.3.- Nacionalidad de la empresa.
- I.4.- Actividad principal de la empresa u organismo.
- I.5.- Domicilio para oír y recibir notificaciones.
- I.6.- Cámara o asociación a la que pertenece la empresa u organismo.

II Ubicación y Descripción General de la Obra o Actividad Proyectada.

- II.1.- Nombre del proyecto.
- II.2.- Naturaleza del proyecto.
- II.3.- Vida útil del proyecto.
- II.4.- Programa de trabajo.
- II.5.- Ubicación física del proyecto.
- II.6.- Situación legal del predio.
- II.7.- Superficie requerida.
- II.8.- Colindancia del predio y actividad que se desarrolla.
- II.9.- Obra civil desarrollada para la preparación del terreno.
- II.10.- Vías de acceso.
- II.11.- Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente.
- II.12.- Requerimientos de mano de obra.
- II.13.- Obras y servicios de apoyo a utilizar en las diferentes etapas del proyecto.
- II.14.- Sitios alternativos para el desarrollo de la obra o actividad.

III Descripción del proceso.

- III.1.- Materiales y sustancias que serán utilizados en las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento de la obra o actividad proyectada.
- III.2.- Equipo necesario para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
- III.3.- Recursos naturales del área que serán aprovechados en las diferentes etapas.
- III.4.- Sustancias o materiales que se utilizarán en el proceso y productos finales.
- III.5.- Fuente de suministro de energía eléctrica y/o combustible.
- III.6.- Requerimientos de agua cruda y potable, y fuente de suministro.
- III.7.- Residuos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto, y destino final de los mismos.

NOTA: PUBLICADO EN LA GACETA ECOLOGICA NUM.3 SEP. 1987.

TABLA 2

MODALIDAD GENERAL

- I Datos Generales.
- II Descripción de la obra o actividad proyectada.
 - II.1.- Descripción general.
 - II.2.- Etapa de selección del sitio.
 - II.3.- Etapa de preparación del sitio.
 - II.4.- Etapa de operación y mantenimiento.
 - II.5.- Etapa de abandono del sitio.
- III Aspectos Generales del Medio Natural y Socioeconómico.
 - III.1.- Medio natural.
 - III.1.1.- Rasgos físicos.
 - III.1.1.1.- Climatología.
 - III.1.1.2.- Geomorfología y geología.
 - III.1.1.3.- Suelos.
 - III.1.1.4.- Hidrología.
 - III.1.1.5.- Oceanografía.
 - III.1.2.- Rasgos biológicos.
 - III.1.2.1.- Vegetación.
 - III.1.2.2.- Fauna.
 - III.1.2.3.- Ecosistema y paisaje.
 - III.1.3.- Medio socioeconómico.
 - III.1.3.1.- Población.
 - III.1.3.2.- Servicios.
 - III.1.3.3.- Actividades.
 - III.1.3.4.- Tipo de economía.
 - III.1.3.5.- Cambios sociales y económicos.
- IV Vinculación con las Normas y Regulaciones sobre Uso del Suelo.
 - IV.1.- Plan Director Urbano.
 - IV.2.- Planes y Programas Ecológicos del Territorio Nacional.
 - IV.3.- Sistema Nacional de Areas Protegidas.
- V Identificación de Impactos Ambientales.
- VI Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales Identificados.
- VII Conclusiones.
- VIII Referencias.

NOTA: GACETA ECOLOGICA NUM. 3 SEPT. 1989.

TABLA 3

MODALIDAD INTERMEDIA

- I Información General.
 - I.1.- Datos generales.
 - I.2.- Datos generales del proyecto.

- II Descripción de la Obra o Actividad Proyectada.
 - II.1.- Características del proyecto.
 - II.2.- Selección del sitio.
 - II.3.- Preparación del sitio y construcción.
 - II.4.- Operación y mantenimiento.
 - II.5.- Etapa de abandono del sitio al término de su vida útil.

- III Aspectos Generales del Medio Natural y Socioeconómico.
 - III.1.- Medio Natural.
 - III.1.1.- Area de influencia.
 - III.1.1.1.- Delimitación del área de influencia.
 - III.1.2.- Rasgos físicos.
 - III.1.2.1.- Climatología.
 - III.1.2.2.- Geología.
 - III.1.2.3.- Geomorfología.
 - III.1.2.4.- Suelo.
 - III.1.2.5.- Hidrología.
 - III.1.2.6.- Oceanografía.
 - III.1.3.- Rasgos biológicos.
 - III.1.3.1.- Vegetación.
 - III.1.3.2.- Fauna.
 - III.1.3.3.- Caracterización del área.
 - III.2.- Medio Socioeconómico.
 - III.2.1.- Rasgos sociales.
 - III.2.1.1.- Población.
 - III.2.1.2.- Empleo.
 - III.2.1.3.- Servicios.
 - III.2.2.- Rasgos económicos.
 - III.2.2.1.- Economía de la región.
 - III.2.2.2.- Tenencia de la tierra.
 - III.2.2.3.- Actividades productivas.
 - III.3.- Cambios Sociales y Económicos.

- IV Vinculación con las Normas y Regulaciones sobre Uso del Suelo.
 - IV.1.- Plan Director Urbano.
 - IV.2.- Planes o Programas Ecológicos del Territorio Nacional
 - IV.3.- Sistema Nacional de Areas Protegidas.

- V Identificación y Descripción de los Impactos Ambientales que Ocasionaría la Ejecución del Proyecto en sus Distintas Etapas.
 - V.1.- Identificación de impactos ambientales.
 - V.2.- Descripción del escenario ambiental modificado.

- VI Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales Identificados.

- VII Conclusiones.

- VIII Referencias.

NOTA: PUBLICADO EN LA GACETA ECOLOGICA NUM. 4 NOV. 1989.

4.- LA AUDITORIA AMBIENTAL EN MEXICO.

4.1.- ANTECEDENTES

A PARTIR DE ABRIL DE 1992 EL PRESIDENTE CARLOS SALINAS DE GORTARI, DUFANTE LA "REUNION SOBRE PREVENCION DE DESASTRES" SOLICITA COMO PRIORITARIO LA REALIZACION DE AUDITORIAS AMBIENTALES A LAS EMPRESAS PRIVADAS ESPECIALIZADAS, Y EL APOYO DE LAS INSTITUCIONES Y CENTROS DE EDUCACION SUPERIOR.

LA SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL) ES LA ENCARGA PARA SU APLICACION MEDIANTE LA PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE, APOYANDOSE EN EL "REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL" Y EL "ACUERDO QUE REGULA LA ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO INTERNO DEL INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA Y LA PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE".

LA AUDITORIA AMBIENTAL CONSISTE EN VERIFICAR, ANALIZAR O EVALUAR LA ADECUACION Y APLICACION DE LAS MEDIDAS ADOPTADAS POR EL SISTEMA AUDITADO PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS DE / Y LA CONTAMINACION AMBIENTAL, POR LA REALIZACION DE ACTIVIDADES QUE POR SU NATURALEZA CONSTITUYE UN RIESGO POTENCIAL PARA EL AMBIENTE, LO CUAL INCLUYE A LAS ACTIVIDADES:

A).- ASOCIADAS CON EL MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS EN CANTIDADES MAYORES QUE LAS DE REPORTE, O DE ALGUN MODO CONTAMINANTE, DE PROCESOS O INSTALACIONES QUE GENEREN OTRAS FORMAS DE CONTAMINACION AMBIENTAL.

B).- DERIVADAS DE LAS MEDIDAS PARA PREVENIR CONTINGENCIAS, EMERGENCIAS AMBIENTALES.

C).- DERIVADAS DE LAS MEDIDAS PARA ACTUAR EN CASO DE CONTINGENCIAS, EMERGENCIAS O DE CONTAMINACION AMBIENTAL.

LA AUDITORIA AMBIENTAL DETERMINA SI EL SISTEMA ES EFECTIVO O NO PARA PROTEGER EL AMBIENTE Y EN CASO DE NO SERLO SE ESTABLECEN LAS MEDIDAS CORRECTIVAS O PREVENTIVAS, QUE DEBERA REALIZAR EL AUDITADO, PARA ASEGURAR SU IDONEIDAD A TRAVES DE LAS ACCIONES, OBRAS, PROYECTOS, ESTUDIOS, PROGRAMAS O PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS POR EL AUDITOR Y/O DISPUESTOS POR EL AUDITADO.

4.2.- PROCESO DE AUDITORIA AMBIENTAL

CORRESPONDE EN TRES GRANDES ETAPAS Y QUE SON:

- 1.- PREAUDITORIA.
- 2.- AUDITORIA.
- 3.- POSTAUDITORIA.

PREAUDITORIA

LA PREAUDITORIA CORRESPONDE A LA PLANEACION, LA CUAL CONSISTE DE TRES ASPECTOS.

EL PRIMERO ES LA SELECCION DE LA EMPRESA U. ORGANISMO AUDITADO, DE ACUERDO CON LAS ACTIVIDADES QUE REPRESENTEN UN RIESGO POTENCIAL PARA EL AMBIENTE, EN LOS TERMINOS QUE DEFINE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.

EL SEGUNDO ES LA SELECCION DE LA EMPRESA AUDITORA, LA CUAL DEBERA PRESENTAR UNA PROPUESTA TECNICA-ECONOMICA, QUE CONTENGA LOS ANTECEDENTES, OBJETIVOS, ALCANCES, PROGRAMA DE ACTIVIDADES Y PRESUPUESTO, LA CAPACIDAD TECNICA DEL AUDITOR Y LA ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES, LA INFORMACION GENERAL DE LAS CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA AUDITADA, ASI COMO EL DESGLOSE HORAS-HOMBRE-COSTO.

Y EL TERCERO ES EL PLAN DE AUDITORIA AMBIENTAL, QUE ES UN REQUISITO, PARA ANTES DE LA FIRMA DEL CONTRATO Y DEL INICIO DE LAS ACTIVIDADES SE REQUIERE EL DESGLOSE O DETALLE DEL PLAN, QUE DEBERA CONTENER COMO MINIMO LO SIGUIENTE:

- PROGRAMA O SECUENCIA CALENDARIZADA DE ACTIVIDADES QUE CONSIDERE: PLANEACION DE LA AUDITORIA AMBIENTAL, DESARROLLO EN CAMPO, REGISTRO Y REPORTE DE RESULTADOS.
- PROPOSITO DE LA AUDITORIA.
- OBJETIVOS.
- ALCANCES.
- FORMAS O METODOS UTILIZADOS: CONSISTE EN LA DESCRIPCION DEL DESARROLLO DE LAS FORMAS DE VERIFICACION PARA CADA PORCION, PUDIENDO AGRUPARSE SEGUN EL METODO ELEGIDO O DESGLOSARSE POR AREAS DE LA PLANTA SI FUERA NECESARIO.
- PERSONAL QUE PARTICIPA Y CAPACITACION.
- EQUIPO Y RECURSOS.
- VERIFICACION INDEPENDIENTE. (SUPERVISION)
- CONDICIONES DE REGISTRO Y REPORTE DE RESULTADOS.
- CONDICIONES PROGRAMATICAS. (DE LAS ACTIVIDADES)

AUDITORIA

LA AUDITORIA CONSISTE BASICAMENTE DE DOS ETAPAS LA EJECUCION Y EL REPORTE.

LA EJECUCION SE REALIZARA CONFORME AL PLAN DE AUDITORIA REVISADO Y ACEPTADO POR LA SUPERVISION, CONSISTIENDO DE LO SIGUIENTE:

REUNION INICIAL, LA CUAL SE HARA CON LOS DIRECTIVOS DE LA EMPRESA AUDITADA, DANDO A CONOCER EL PLAN DE AUDITORIA, PRESENTACION DEL GRUPO AUDITOR, PRESENTAR AL GRUPO AUDITOR, CONOCER AL PERSONAL A CONTACTAR, DEFINIR LA AGENDA DE TRABAJO, ESTABLECER LOS CANALES DE COMUNICACION Y PLANTEAR LA REUNION FINAL DE AUDITORIA.

LA CONDUCCION DE LA AUDITORIA CORRESPONDE EN LA INVESTIGACION QUE REALIZAN LOS AUDITORES BASANDOSE EN EL PLAN DE AUDITORIA.

REUNION FINAL, DESPUES DE QUE SE CONCLUYAN LAS ACTIVIDADES DE AUDITORIA Y ANTES DE PREPARAR EL REPORTE, SE DEBE TENER UNA REUNION DE CIERRE DE AUDITORIA ENTRE EL GRUPO AUDITOR Y LA DIRECTIVA DE LA ORGANIZACION AUDITADA PARA DAR A CONOCER, POR EL AUDITOR LIDER, A LA ORGANIZACION AUDITADA LA CONCLUSION DE LA AUDITORIA Y ACLARAR DUDAS.

REPORTE DE LA AUDITORIA AMBIENTAL, CORRESPONDE AL RESULTADO DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS DURANTE LA AUDITORIA.

EL REPORTE DE LA AUDITORIA AMBIENTAL DEBERA PRESENTARSE EN LOS SIGUIENTES VOLUMENES:

- RESUMEN EJECUTIVO.
- INFORME DE AUDITORIA.
- ANEXOS.

POSTAUDITORIA

LA POSTAUDITORIA ESTA COMPUESTA POR LA FASE LLAMADA DE SEGUIMIENTO QUE LO REALIZA LA PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE CON BASE A LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS DURANTE LA AUDITORIA.

EN DONDE PARA TODAS Y CADA UNA DE LAS DEFICIENCIAS SE ESTABLECERA UN PLAN DE ACCION (PLAN DE TRABAJO) A TRAVES DEL CUAL SE DARA SEGUIMIENTO A LA AUDITORIA.

PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE

SUBPROCURADURIA DE AUDITORIA AMBIENTAL

UNIDAD DE OPERACION

DIRECCION DE AUDITORIAS Y PERITAJES AMBIENTALES

SUBDIRECCION DE AUDITORIA AMBIENTAL

El presente documento contiene los fundamentos legales y los requisitos técnicos para la realización de auditorías ambientales.

Describe las características de los trabajos de supervisión, los requerimientos para la elaboración del reporte de auditoría y en general identifica los requisitos del programa de protección ambiental con que deben contar las instalaciones industriales en el país para cumplir con la normatividad en los campos de control de la contaminación y la prevención de accidentes ambientales.

TERMINOS DE REFERENCIA

(REVISION 1)

PARTE "A" - FUNDAMENTO.

PARTE "B" - REQUISITOS PARA LA REALIZACION DE AUDITORIAS AMBIENTALES.

PARTE "C" - REQUISITOS PARA LA SUPERVISION DE AUDITORIAS AMBIENTALES.

PARTE "D" - REQUISITOS PARA EL REPORTE DE AUDITORIAS AMBIENTALES.

PARTE "E" - REQUISITOS DEL PROGRAMA DE PROTECCION AMBIENTAL.

(PARTE A)

FUNDAMENTO LEGAL

1. Art. 38, fracc. IX del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social y art. 25, fracc. I del Acuerdo que Regula la Organización y Funcionamiento Interno del Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Realizar auditorías ambientales a las empresas o entidades públicas o privadas de jurisdicción federal respecto de los sistemas de explotación, almacenamiento, transporte, producción, transformación, comercialización, uso o disposición de desechos, de compuestos o actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo potencial para el ambiente, verificando los sistemas o dispositivos necesarios para el cumplimiento de la normatividad ambiental, verificando las medidas y capacidad de las empresas para prevenir o actuar en caso de contingencias o emergencias ambientales.

1.1. Art. 38, fracc. VI del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social.

Expedir recomendaciones o resoluciones a las autoridades competentes o a los particulares para controlar la debida aplicación de la normatividad ambiental así como vigilar su cumplimiento y dar seguimiento a tales recomendaciones y resoluciones.

1.2. Art. 25, fracc. III del acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en lo aplicable al artículo anterior:

Determinar, como resultado de las auditorías ambientales, las medidas correctivas o preventivas acciones, estudios, proyectos, obras, programas o procedimientos que deberá realizar la empresa u organismo auditado, así como los plazos para el cumplimiento.

2. Definiciones de auditorías de sistemas:

U.S.A.: Una auditoría ambiental es una revisión sistemática, documentada, periódica y objetiva de las condiciones, operaciones y prácticas relacionadas con el cumplimiento de requisitos ambientales, que determina la adecuación y efectividad del sistema de administración de la organización.

I.S.O.: Una auditoría de calidad es una evaluación de los elementos, aspectos y componentes del sistema que determina si son efectivos para lograr los objetivos de calidad establecidos.

NMX-CC-1: Una auditoría de calidad es un examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen con las disposiciones preestablecidas y si estas son implantadas eficazmente y son adecuadas para alcanzar sus objetivos.

NMX-CC-7: Una auditoría es una verificación metódica e independiente que permite conocer por medio de evidencias objetivas si las actividades y resultados satisfacen las disposiciones y requisitos preestablecidos y si estos están implantados de manera eficaz y adecuada para alcanzar los objetivos.

2.1. Para la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente:

La auditoría ambiental es una evaluación objetiva de los elementos de un sistema que determina si son adecuados y efectivos para proteger el ambiente.

3. Los sistemas según:

U.S.A.: Los sistemas de administración/control ambiental son aquellas políticas, procedimientos y actividades afectadas por una organización para proporcionar la razonable confianza de que se logran los objetivos ambientales.

I.S.O.: Los sistemas de calidad son la estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos para implementar el control/administración de la calidad. (La gerencia del control/administración determina y lleva a cabo la política, dirección e intenciones del sistema).

NMX-CC-1: Los sistemas de calidad son la estructura organizacional, conjunto de recursos, responsabilidades y procedimientos para asegurar que los productos, procesos o servicios cumplan satisfactoriamente con el fin al que están destinados y que están dirigidos "hacia la gestión" de la calidad.

Definición: sistema es una entidad que controla sus elementos para lograr un propósito.

3.1. En consecuencia, los elementos del sistema en general son:

Las actividades, los recursos, el personal y los conceptos o lineamientos que los norman.

4. Las actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo potencial para el ambiente son:

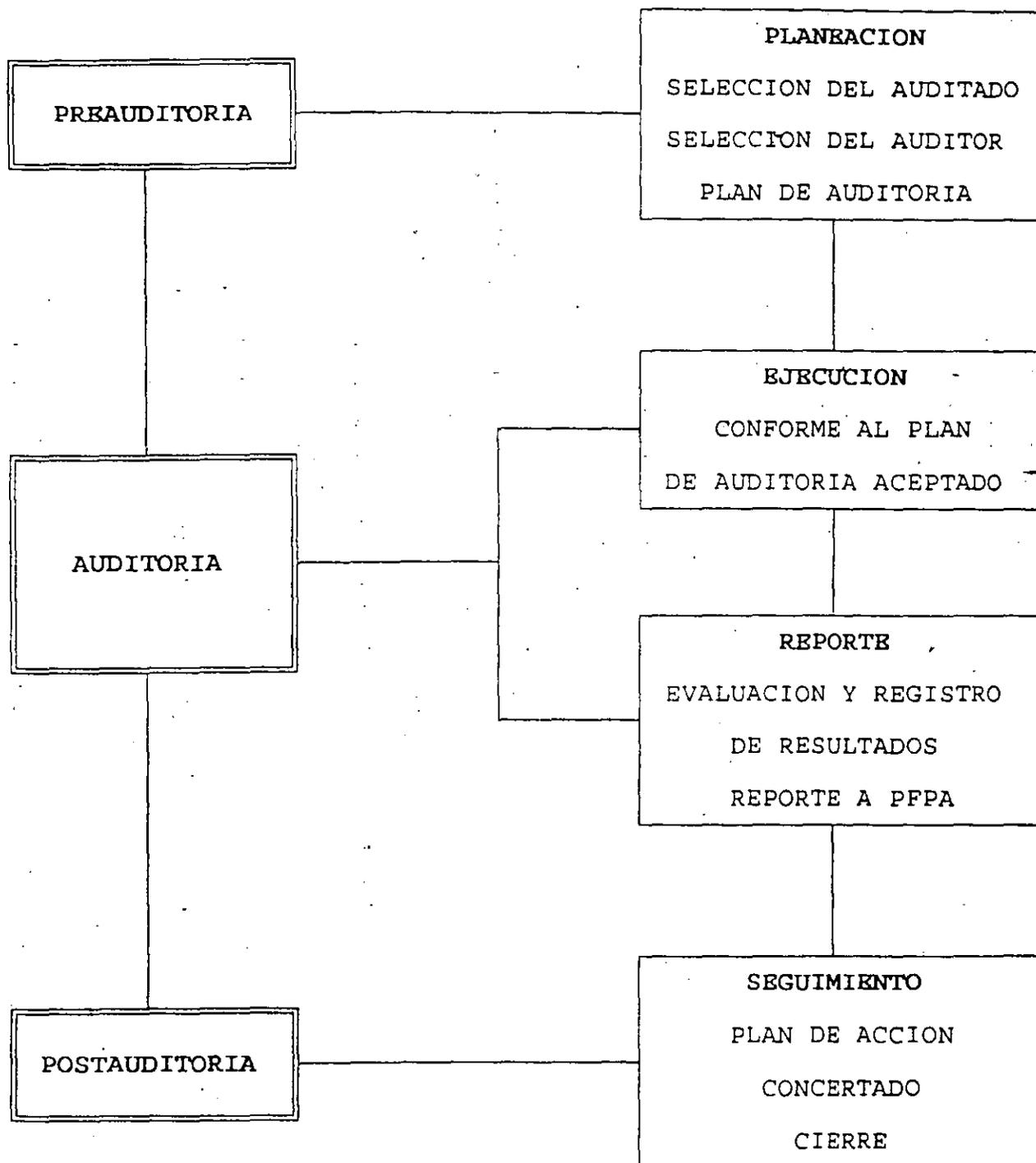
- Según el párrafo A 1.

(PARTE C)

TERMINOS DE REFERENCIA PARA SUPERVISORES
DE AUDITORIA AMBIENTAL.

INDICE

- 1.- SUPERVISION DEL PLAN DE AUDITORIA
- 2.- SUPERVISION DE PROCEDIMIENTOS
- 3.- SUPERVISION DE PERSONAL
- 4.- SUPERVISION EN CAMPO
- 5.- SUPERVISION DEL REPORTE DE
AUDITORIA AMBIENTAL
- 6.- PROGRAMA DE SUPERVISION



REGISTRO DE DEFICIENCIAS

EMPRESA AUDITADA: _____ N° AUDITORIA: AA - ___/___

AREA RESPONSABLE: _____ N° DEFICIENCIA: _____

EMPRESA AUDITORA: _____ FECHA: _____

DEFICIENCIA (INDICAR EVIDENCIA OBJETIVA Y REQUERIMIENTOS NO CUMPLIDOS:

ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS RECOMENDADAS:

FECHA DE CUMPLIMIENTO: _____

OBSERVACIONES:

FECHA, NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE DE LA EMPRESA

FECHA, NOMBRE Y FIRMA DEL AUDITOR QUE EMITE LA DEFICIENCIA

FECHA, NOMBRE Y FIRMA DEL AUDITOR QUE CIERRA LA DEFICIENCIA

REGISTRO PARA DISPOSICION DE DEFICIENCIAS

EMPRESA AUDITADA: _____ N° AUDITORIA: _____

AREA RESPONSABLE: _____ N° DEFICIENCIA: _____

EMPRESA AUDITORA: _____ FECHA: _____

DISPOSICION:

HOJA: _____

Area for recording the disposition of deficiencies, consisting of multiple horizontal lines.

NOMBRE Y FIRMA _____ FECHA _____

ACEPTACION POR PROFEPA

FECHA _____

DOCUMENTO: _____ LUGAR: _____

REVISION POR: _____ FECHA DE REVISION: _____

SOLUCION POR: _____ FECHA DE SOLUCION: _____

N°	COMENTARIO	SOLUCION

FORMATO DE REGISTRO DE CAPACITACION DE PERSONAL
 (CONFORME AL PARRAFO B-2.3.6)

NOMBRE: _____ CLAVE: _____
 ORGANIZACION: _____ CLAVE: _____
 ACTIVIDAD: _____ No. DE REGISTRO: _____

	ORGANIZACION	PERIODO
1. EDUCACION		
2. EXPERIENCIA		
3. OTRAS APTITUDES		
4. CAPACITACION		

5. OBSERVACIONES

6. POR EL DEPTO. DE CAPACITACION

NOMBRE: _____ FIRMA: _____

PUESTO: _____

7. POR LA EMPRESA

NOMBRE: _____ FIRMA: _____

PUESTO: _____

LUGAR: _____ FECHA: _____

(PARTE D)
REQUISITOS PARA EL REPORTE DE
AUDITORIAS AMBIENTALES.

INDICE

INTRODUCCION

VOLUMEN I. RESUMEN EJECUTIVO

SINTESIS

DICTAMEN

PLAN DE ACCION

INVERSION REQUERIDA

ANEXOS

VOLUMEN II. INFORME DE AUDITORIA

1. GENERALIDADES

2. INSTALACIONES Y AREA CIRCUNDANTE

3. LINEAMIENTOS AMBIENTALES

4. REGISTROS AMBIENTALES

5. RESULTADOS DEL PLAN DE AUDITORIA

6. DICTAMEN

7. PLAN DE ACCION

8. COMENTARIOS

VOLUMEN III. ANEXOS

INTRODUCCION

El reporte de la Auditoría Ambiental debe contener el resultado de las evaluaciones, verificaciones, determinaciones y análisis de la información recabada durante el desarrollo de la auditoría en relación con la minimización de riesgos de/y la contaminación por el estado de cumplimiento con la legislación y normatividad ambiental y los requisitos aplicables como se indica en la Parte "B" de este documento.

Las desviaciones a ó incumplimientos con tales lineamientos se registran y reportan como deficiencias en el dictamen de la auditoría; por lo tanto, éste deberá identificar, evaluar y regular las medidas preventivas y de control necesarias que deberá realizar la empresa u organismo auditado para minimizar riesgos, prevenir y controlar la contaminación y atender emergencias ambientales.

La estructura del informe permite una visualización ordenada, práctica y completa de la auditoría ambiental.

El contenido del informe debe cumplir satisfactoriamente con los objetivos establecidos por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en este documento, además se debe considerar que:

- Es un requisito legal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
- Deben separarse situaciones extremas de incumplimiento por prioridades.
- Deben quedar anotadas todas las situaciones de incumplimiento, aún cuando éstas sean corregidas durante el transcurso de la redacción del reporte.
- La información será de carácter confidencial, por lo que no deberán de existir limitaciones en su contenido.

En consecuencia de lo anterior el Informe de la Auditoría Ambiental proporcionará lo siguiente:

El reporte de auditoría ambiental será entregado a la PFFA en los siguientes términos.

- 1) Carta de cumplimiento o liberación del supervisor.
- 2) 5 tantos del Volumen I conteniendo el Resumen Ejecutivo.
- 3) 1 tanto del Volumen II conteniendo el Informe de Auditoría.
- 4) 1 tanto del Volumen III conteniendo los anexos.

5) 1 disco de 3 1/2 conteniendo la información del Resumen Ejecutivo y del Informe de Auditoría, con:

- Identificación de la auditoría.
- Identificación del contenido clasificado conforme al índice dispuesto por el auditor.
- Con datos actualizados, legibles, ordenados y completos.
- Respaldo de la información entregada en disco flexible
- La información deberá entregarse digitada en el paquete denominado "word" versión 2.0

1. SINTESIS

2. DICTAMEN

Esta sección debe contener una explicación concreta, medida, dimensionada, cuantificada de cada deficiencia.

La información que se proporcione debe ser actualizada, legible, ordenada y completa.

Cada deficiencia se establecerá correctamente fundamentada, de manera que no se preste a más interpretación que la correcta, indicando el requisito no cumplido y la evidencia objetiva suficiente para avalar la condición de incumplimiento.

Cada deficiencia será consistente con los objetivos de la auditoría y las recomendaciones, para su solución, serán consistentes con la deficiencia emitida.

Las recomendaciones establecen los requisitos mínimos para la solución de la deficiencia.

3. PLAN DE ACCION

En una tabla que contenga:

- Area y número de deficiencia
- Descripción de la deficiencia
- Acción preventiva/correctiva
- Requisito no cumplido
- Tiempo de realización

4. INVERSION REQUERIDA

En función de los costos de todas las deficiencias encontradas durante la auditoría se establecerá el monto total estimado.

5. ANEXOS

Incluir, al menos

- Diagrama de bloques o esquemático de las instalaciones que indique: áreas contaminadas, emisiones al agua, aire, puntos de alto riesgo y otros focos de contaminación o áreas afectadas.
- Resultados del programa de inspecciones y pruebas de modo tabulado, indicando los parámetros limitantes y la condición de aceptabilidad.
- Fotografías.

REQUISITOS DEL PROGRAMA DE
PROTECCION AMBIENTAL

INDICE

1. INTRODUCCION
 - 1.1. PROPOSITOS
 - 1.2. ALCANCE
 - 1.3. APLICABILIDAD
 - 1.4. RESPONSABILIDADES
 - 1.5. DEFINICIONES
2. PROGRAMA
3. ORGANIZACION
4. CAPACITACION
5. DOCUMENTOS
6. REGISTROS
7. DISEÑO
8. INSTALACIONES
 - 8.1 MANTENIMIENTO
 - 8.2 LIMPIEZA Y CONTROL DE AREAS
9. ACTIVIDADES O PROCESOS DE OPERACION
10. ATENCION DE EMERGENCIAS
11. ADQUISICION O SUMINISTRO
12. MANEJO, EMPAQUE, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE
13. IDENTIFICACION Y RASTREABILIDAD
14. CALIBRACIONES
15. INSPECCIONES Y PRUEBAS.
16. AUDITORIAS AMBIENTALES
17. INCONFORMIDADES
18. ACCIONES CORRECTIVAS

3.- OTROS ASPECTOS DE LA EVALUACION AMBIENTAL.

3.1.- INFORMACION AMBIENTAL.

LA INFORMACION AMBIENTAL CORRESPONDE EN LLEGAR A OBTENER TODOS AQUELLOS DATOS QUE PUEDAN AYUDAR A DESCRIBIR EL ESCENARIO AMBIENTAL Y LA CUAL PUEDE ESTAR AGRUPADA DE LA SIGUIENTE MANERA:

- A).- FACTORES ABIOTICOS.
 - A.1.- TOPOGRAFIA.
 - A.2.- CLIMATOLOGIA.
 - A.3.- HIDROLOGIA.
 - A.4.- GEOLOGIA.
 - A.5.- EDAFOLOGIA.
 - A.6.- USO DEL SUELO.
 - A.7.- USO POTENCIAL.

- B).- FACTORES BIOTICOS.
 - B.1.- VEGETACION.
 - B.2.- FAUNA.
 - B.3.- ECOSISTEMAS.

- C).- FACTORES SOCIOECONOMICOS.
 - C.1.- POBLACION.
 - C.2.- POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.
 - C.3.- EDUCACION.
 - C.4.- GRUPOS ETNICOS.
 - C.5.- SERVICIOS.
 - C.6.- PROYECCIONES.

LA OBTENCION DE ESTA INFORMACION SE OBTENDRA DE BIBLIOTECAS, MAPOTECAS, HEMEROTECAS Y CENTROS DE ACOPIO DE INFORMACION, YA SEA DE DEPENDENCIAS OFICIALES COMO DE PARTICULARES.

ESTA INFORMACION SE BASARA EN ESTUDIOS DE INVESTIGACION, APOYANDOSE DE LA CARTOGRAFIA ACTUAL DE AÑOS ANTERIORES, ASI COMO DE LA FOTOGRAFIA AEREA, BUSCANDO AQUELLOS DATOS QUE VERIFIQUEN LAS CONDICIONES DEL ESCENARIO AMBIENTAL CON LA MAYOR OBJETIVIDAD Y RESPALDO TECNICO.

LA INFORMACION AMBIENTAL SE PUEDE MANEJAR A DIFERENTES DETALLES SEGUN SEA EL CASO, ESTO ES ; UNA INFORMACION DETALLADA SE REQUERIRA PARA AQUELLOS ASPECTOS QUE DECIDA EL GRUPO EVALUATORIO Y DE AQUELLOS FACTORES AMBIENTALES QUE REALMENTE VAYAN A TENER INGERENCIA DIRECTA, Y UNA INFORMACION A UN NIVEL COMPLEMENTARIO PERO SIN LLEGAR A DETALLE EL CUAL CONTENDRA SOLAMENTE DATOS CONCRETOS.

EL BUEN CONOCIMIENTO DEL ESCENARIO AMBIENTAL INMEDIATAMENTE REDUNDARA EN UNA VERAZ EVALUACION.

3.2.- MONITOREO AMBIENTAL.

EL MONITOREO AMBIENTAL REPRESENTA EL PRINCIPAL PASO PARA OBTENER INFORMACION "IN SITU" EN ESE MISMO INSTANTE YA SEA PARA VERIFICAR LAS CONDICIONES ACTUALES O PARA VERIFICAR LA EVOLUCION DE ESTAS CON ALGUNOS MONITOREOS ANTERIORES.

LOS MONITOREOS DEBERAN REALIZARSE BAJO LA NORMATIVIDAD OFICIAL MEXICANA VIGENTE, Y SE REALIZARA A AQUELLOS ELEMENTOS QUE REALMENTE VAYAN A SER EVALUADOS.

ES IMPORTANTE CONSIDERAR EL EQUIPO A UTILIZAR, SU CALIBRACION, Y EL PERSONAL TECNICO QUE VA HA UTILIZARLO, RECOMENDADOSE LAS BUENAS PRACTICAS PARA SU USO Y ASI PODER TENER LA CERTERA CONFIANZA DE LA VALIDEZ DE LOS DATOS OBTENIDOS.

TAMBIEN ES NECESARIO EL TENER LOS REGISTROS PERTINENTES PARA PODER REALIZAR CUALQUIER MONITOREO AMBIENTAL ANTE LAS AUTORIDADES EXISTENTES.

CAPITULO 3

DEFINICION DE LAS NECESIDADES DE TRATAMIENTO

Dependiendo del contenido de contaminantes que tenga el agua residual, las necesidades de tratamiento o reducción de estos contaminantes estará en función de:

- . Primero.- Dar cumplimiento a las leyes y reglamentos que en materia de prevención y control de la contaminación ambiental estén vigentes en el país.
- . Segundo.- Permitir y propiciar el aprovechamiento de las aguas residuales, evitando efectos adversos en el usuario.
- . Tercero.- Evitar efectos adversos en los cuerpos receptores de las aguas residuales.

3.1.- Leyes y Reglamentos.

El 23 de marzo de 1971 se declaran de interés público las actividades - para la prevención y el control de la contaminación y el mejoramiento, conservación y restauración del medio ambiente, a través del decreto "Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental". (Ref. 3).

Con fundamento y en apoyo a la ley mencionada, en marzo de 1973 se publica el "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas". -- Posteriormente en diciembre de 1975 se decreta y publican modificaciones y adiciones a los artículos 24 y 70 de dicho Reglamento. (Ref. 4).

Este Reglamento establece en su Artículo 6.- La prevención y control - de la contaminación de las aguas, para preservar y restaurar la calidad de los cuerpos receptores, deberá realizarse en los términos de este Reglamento, mediante los siguientes procedimientos:

- I.- Tratamiento de las aguas residuales para el control de sólidos sedimentables, grasas y aceites, materia flotante, temperatura y potencial hidrógeno (pH); y
- II.- Determinación y cumplimiento de las condiciones particulares de las descargas de aguas residuales, mediante el tratamiento de éstas, en su caso, de acuerdo con el resultado de los estudios que la autoridad competente realice de los cuerpos receptores, su capacidad de asimilación, sus características de dilución y otros factores.

Asimismo establece una tabla de valores máximos tolerables, mismos a los que deberá ajustar como mínimo cualquier descarga a aguas superficiales o subterráneas.

TABLA DE VALORES MAXIMOS TOLERABLES

I.- Sólidos Sedimentables	1.0 ml/l
II.- Grasas y Aceites	70 ml/l
III.- Materia flotante	Ninguna que pueda ser retenida por malla de 3 mm de claro libre cuadrado
IV.- Temperatura	35°C
V.- Potencial Hidrógeno pH	4.5 - 10.0

Las modificaciones al artículo 24 establecen que las autoridades competentes con base en estudios de una cuenca o región, dictaminarán y fijarán las condiciones particulares de las descargas de aguas residuales de acuerdo con la clasificación del agua del cuerpo receptor, su volumen o gasto y las tolerancias fijadas en los siguientes cuadros. (Ver Tabla 3.1).

El procedimiento a seguir por cada uno de los responsables de descarga, ya sean particulares o municipales como es el caso, sería el siguiente:

- a) Responder y llenar el formato "cuestionario para determinación de condiciones particulares a descargas de aguas residuales", presentado al final del capítulo.
- b) Enviar la solicitud con el cuestionario a la Dirección General para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental de SEDUE, en Río Elba No. 20, 1er. piso, 06500, México, D. F., con copia a la Delegación de SEDUE en el estado.
- c) La solicitud y el cuestionario deberán ser firmados por un representante legal del municipio, preferentemente por el presidente municipal.

El cuestionario se refiere básicamente a datos generales de la población, localización, número de habitantes, etc.; fuentes de abastecimiento, volumen extraído, potabilización y población servida; tipo de sistema de alcantarillado, población servida y planos del sistema; características de la descarga, localización,

tor, volumen de descarga y reuso.

Uso de las aguas residuales.

Si bien se puede considerar que el tratamiento de las aguas residuales para preservar o mejorar el medio ambiente es un costo necesario, esto se puede considerar como una inversión cuando el agua tratada es aprovechada con algún fin.

Como ya se mencionó anteriormente, es práctica común el reuso del agua para riego agrícola; a continuación se mencionan en forma general, las necesidades de tratamiento que se requieren para evitar efectos adversos por el uso de aguas residuales, presentándose además en la Tabla 3.2.

Para prácticamente cualquier uso se requiere la eliminación de materia orgánica, la eliminación de materia inorgánica suspendida y la reducción en el contenido de grasas y aceites.

La presencia de sustancias tóxicas tales como metales pesados o plaguicidas, cualquiera otra, inhiben los tratamientos biológicos y son peligrosos para el uso. Las autoridades encargadas de los sistemas de alcantarillado deben evitar el vertido de estos contaminantes al sistema.

Para uso agrícola se recomienda disminuir el contenido de sólidos y la presencia de grasas y aceites. Es variable la tolerancia de diferentes tipos de suelos al contenido de sales en las aguas residuales, por lo que se recomienda hacer análisis periódicos del suelo y en su caso lavar el suelo para reducir la acumulación de sales.

Para riego de productos de consumo directo tanto humano como animal, se debe evitar el contacto de los gérmenes patógenos del agua residual, o establecer políticas que impidan el contacto del agua residual con el producto, como mínimo un mes antes de la cosecha y aún así, llevar un control sanitario de los productos.

Para uso recreativo y acuacultura, ya sea en forma directa o indirecta, como es el caso de la laguna de Yuriria y de algunas presas embalses, se requiere - la eliminación de sólidos, grasas y aceites, materia orgánica, control de nutrientes y desinfección de las aguas residuales.

3.3.- Cuerpos receptores.

Si bien el agua superficial en la mayoría de los cuerpos receptores es usada únicamente para fines de riego, lo que permite una mayor aceptación de contaminantes, estas corrientes superficiales se están convirtiendo en verdaderas cloacas, focos de infección que ponen en peligro a la salud pública.

Es recomendable que en lo posible los tratamientos de aguas residuales municipales se lleven a cabo a nivel secundario, con la reducción de carga orgánica que propicie la recuperación paulatina de los cuerpos de agua.

TABLA Nº 3.1.- CLASIFICACIONES DE LAS AGUAS DE LOS CUERPOS RECEPTORES SUPERFICIALES
EN FUNCION DE SUS USOS Y CARACTERISTICAS DE CALIDAD (Ref. 4)

Clase	U S O S	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
		pH	Temperatura (°C)	O.D. (mg/l)	Bacterias Coliformes NMP (Organismos/100 ml)	Aceites y Grasas (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Turbiedad (U.T.J.)	Color (Escala Platino Cobalto)	Olor y Sabor	Nutrientes Nitrógeno y Fósforo	Materia Flotante	Substancias Tóxicas
			Límite Mínimo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo		
DA	Abastecimiento para sistemas de agua potable e industria alimenticia con desinfección únicamente. Recreación (contacto primario) y libre para los usos DI, DII Y DIII	6.5 a 8.5	C.N. más 2.5 (a)	4.0	200 fecales (b)	0.76	No mayor de 1000	10	20	Ausentes	(c)	Ausente	(d)
DI	Abastecimiento de agua potable con tratamiento convencional (coagulación, sedimentación, filtración y desinfección) e industrial.	6.0 a 9.0	C.N. más 2.5 (a)	4.0	1000 fecales (e)	1.0	No mayor de 1000	C.N.	(f)	(g)	(c)	Ausente	(d)
DII	Agua adecuada para uso recreativo, conservación de flora, fauna y usos industriales.	6.0 a 9.0	C.N. más 2.5 (a)	4.0	10 000 coliformes totales como promedio mensual ningún valor mayor de 20000 (h)	Ausencia de película visible	No mayor de 2000	C.N.	C.N.	C.N.	(c)	Ausente	(d)
DIII	Agua para uso agrícola e industrial.	6.0 a 9.0	C.N. más 2.5 (a)	3.2	1000 (j) y libre para los demás cultivos.	Ausencia de película visible	(i)	C.N.	C.N. más		(c)	Ausente	(d)
DIV	Agua para uso industrial (excepto procesamiento de alimentos)	5.0 a 9.5		3.2									(d)

pH = Potencial hidrógeno
O.D. = Oxígeno disuelto
N.M.P. = Número más probable

U.T.J. = Unidades de turbiedad Jackson
mg/l = miligramos por litro

C.N. = Condiciones naturales
°C = Grados centígrados

ANEXO DE LA TABLA Nº 4.1

- (a) Máximo 30°C excepto cuando sea causada por condiciones naturales.

Medida en la superficie fuera de la zona de mezclado, la cual se determinará de acuerdo con las características de la descarga.

- (b) Este límite, en no más del 10% del total de las muestras mensuales (5 mínimo), podrá ser mayor a 2,000 coliformes fecales.

- (c) No deben existir en cantidades tales que provoquen una hiperfertilización.

- (d) El criterio con respecto a sustancias tóxicas es el siguiente:

Ninguna sustancia tóxica sola o en combinación con otras estará presente en concentraciones tales que conviertan el agua del cuerpo receptor en inadecuada para el uso específico a que se destinen.

La Tabla Nº 4.1.1, resume algunas de las sustancias tóxicas que de acuerdo con la información disponible se encuentran bajo reglamentación y estudio en varias partes del mundo.

Los valores de las sustancias de esta tabla no son limitativos y están sujetos a modificación de acuerdo con el futuro avance tecnológico.

- (e) Este límite, en no más del 10% del total de las muestras mensuales (5 como mínimo), podrá ser mayor a 2,000 coliformes fecales.

- (f) No será permitido color artificial que no sea coagulable por tratamiento convencional.

- (g) Removible por tratamiento convencional.

- (h) 2,000 coliformes fecales como promedio mensual, ningún valor mayor de 4,000.

- (i) Conductividad no mayor de 2,000 $\mu\text{mhos/cm}$. Si el valor de RAS es mayor de 6, la Secretaría de Recursos Hídricos fijará el valor definitivo.

RAS igual a relación de absorción de sodio.

Boro 0.4 mg/l. Para valores superiores, la autoridad competente fijará el valor definitivo.

- (j) Para riego de legumbres que se consuman sin hervir o frutas que tengan contacto con el suelo.

Tabla Nº 3.2 METODOS DE TRATAMIENTO RECOMENDADOS PARA SATISFACER LOS CRITERIOS SANITARIOS ESTABLECIDOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

	Riego			Recreo		Aprovechamiento industrial	Aprovechamiento municipal	
	Cultivos no destinados al consumo humano directo	Cultivos que se consumen cocinados; placenticultura	Cultivos que se consumen crudos	Sin contacto humano	Con contacto humano		Agua no potable	Agua potable
Criterios sanitarios (véase más abajo la explicación de los símbolos)	A + F	B + F o D + F	D + F	B	D + G	C o D	C	E
Tratamiento primario	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Tratamiento secundario		● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Filtración por arena o métodos equivalentes de depuración		●	●		● ● ●	●	● ● ●	● ●
Nitrificación						●		● ● ●
Desnitrificación								● ●
Clarificación química						●		● ●
Adsorción con carbón								● ●
Intercambio iónico u otros medios de eliminación de iones						●		● ●
Desinfección		●	● ● ●	●	● ● ●	●	● ● ●	● ● ● ●

Criterios sanitarios:

- A** Ausencia de partículas sólidas gruesas; eliminación apreciable de huevos de parásitos.
- B** Igual que A, más eliminación apreciable de bacterias.
- C** Igual que A, con eliminación más eficaz de las bacterias y cierta eliminación de virus.
- D** No más de 100 organismos coliformes por 100 ml en el 80% de las muestras.

E Ningún microorganismo coliforme fecal en 100 ml, ninguna partícula virica en 1000 ml, ningún efecto tóxico en el hombre y observación de los demás criterios aplicables al agua potable.

F Ninguna sustancia química que provoque la aparición de residuos nocivos en plantas o peces.

G Ninguna sustancia química que cause irritación de las mucosas o de la piel.

Para satisfacer los criterios sanitarios establecidos son indispensables los procesos marcados con ● ● ●. Además, es también indispensable la aplicación de uno o más de los procesos marcados con ● ●, y pueden necesitarse a veces los métodos señalados con ●.
● Cloro libre al cabo de una hora.

TABLA Nº 3.1.1

VALORES MAXIMOS PERMISIBLES DE SUBSTANCIAS TOXICAS
EN LOS CUERPOS RECEPTORES (Ref. 3)

Límite máximo en miligramos por litro

CLASIFICACION (Tabla 4.1)	DA	DI	DII	DIII
Arsénico	0.05	0.05	1.00	5.00
Bario	1.00	1.00	5.00	—
Boro	1.00	1.00	—	2.0
Cadmio	0.01	0.01	0.01	0.005
Cobre	1.00	1.00	0.1	1.0
Cromo hexavalente	0.05	0.05	0.1	5.00
Mercurio	0.005	0.005	0.01	—
Plomo	0.05	0.05	0.10	5.00
Selenio	0.01	0.01	0.05	0.05
Cianuro	0.20	0.20	0.02	—
Fenoles	0.001	0.001	1.00	—
Substancias activas al azul de metileno (detergentes)	0.50	0.50	3.0	—
Extractables con Cloroformo	0.15	0.15	—	—
PLAGUICIDAS				
Aldrin	0.017	0.017		
Clordano	0.003	0.003		
D.D.T.	0.042	0.042		
Dieldrin	0.017	0.017		
Endrin	0.001	0.001		
Heptacloro	0.018	0.018		
Epóxico de hepta- cloro	0.018	0.018		
Lindano	0.056	0.056		
Metoxicloro	0.035	0.035		
Fosfatos orgánicos con carbamatos	0.100	0.100		
Toxafeno	0.005	0.005		
Herbicidas totales	0.100	0.100		
RADIOACTIVIDAD Picocuries por litro				
Beta	1.000	1.000	1.000	
Radio 226	3	3	3	
Estroncio	10	10	10	

CAPITULO 4

DESCRIPCION DE PROCESOS DE TRATAMIENTO

Se entiende por tratamiento de aguas a todo proceso que tiene por objeto retirar del agua sustancias o materiales que restringen, limitan o afectan a los usos benéficos del agua o que provocan efectos adversos al medio ambiente acuático.

4.1.- Clasificación de procesos.

Existen dos grandes formas de clasificación de procesos de tratamiento de aguas residuales:

- . El primero se refiere al nivel, grado o eficiencia en la remoción de contaminantes y se divide en:

- .. Pretratamiento.
- .. Tratamiento primario.
- .. Tratamiento secundario.
- .. Tratamiento terciario.
- .. Desinfección.

. La segunda forma de clasificación atiende a las características del proceso empleado pudiendo ser:

- .. Físico
- .. Biológico.
- .. Fisicoquímico.

La descripción de una planta de tratamiento de aguas residuales generalmente se hace utilizando ambas clasificaciones; como ejemplo a continuación se describe una planta de tratamiento que consta de;

Tratamiento preliminar o pretratamiento físico con rejillas y desarena seguido de un tratamiento primario de tipo fisicoquímico con floculación y coagulación-sedimentación. Consta además de tratamiento secundario de tipo biológico con tanque de aeración, sedimentación secundaria y recirculación de lodos. Como tratamiento terciario se cuenta con un proceso físico mediante filtros rápidos de arena y la desinfección del efluente se hace con cloro.

Al final del capítulo se presenta de manera esquemática estas formas de clasificación, como se observa en el cuadro, una misma planta puede incluir varios núcleos de tratamiento y cada uno de ellos puede ser de características diferentes.

Para el tratamiento de aguas residuales municipales, lo más común es usar: el pretratamiento y tratamiento primario físicos, el secundario de tipo biológico y la desinfección con cloro.

Los tratamientos fisicoquímicos se usan cuando las aguas residuales, generalmente de origen industrial, contienen concentraciones altas de uno o varios

contaminantes específicos, comúnmente se basan en la adición de productos químicos que provocan la precipitación de dichos contaminantes.

El tratamiento terciario se refiere y es utilizado para un mayor grado de tratamiento o acondicionamiento del agua para un fin o uso específico.

A continuación se hace una breve descripción de los procesos, unidades o dispositivos de tratamiento usados con mayor frecuencia para aguas residuales municipales.

4.2.- Pretratamiento.

Se designa con este nombre al conjunto de unidades que tienen como finalidad la eliminación de materiales que perjudican al sistema de conducción, bombeo o etapas subsecuentes del tratamiento y que, pueden ser: materia flotante como bolsas, madera, latas, ramas, etc.; sólidos inorgánicos en suspensión como arenas.

Las unidades o dispositivos empleados son:

. Rejillas o cribas de barras.

Tienen como objetivo la remoción de los materiales gruesos o en suspensión, los cuales pueden ser retirados mecánica o manualmente. Están formadas por barras separadas con claros libres entre 1 y 5 cm. comúnmente 2.5 cm. sin ser esto limitante, colocadas en ángulo de 30 a 60 grados con la vertical. Los sólidos separados por estos dispositivos se eliminan enterrándolos o incinerándolos, o en algunos casos se reduce su tamaño con trituradoras o desmenuzadoras y se reintegran a las aguas residuales.

. Desarenadores.

Las aguas residuales contienen por lo general sólidos inorgánicos como arena, cenizas y grava a los que se denomina como arenas. La can

4

tividad es variable y depende de muchos factores, pero principalmente de si el alcantarillado es de tipo sanitario o combinado. Las arenas pueden dañar a los equipos mecánicos por abrasión y causar serias dificultades operatorias en los tanques de sedimentación y en la digestión de los lodos, por acumularse alrededor de las salidas causando obstrucciones. Por esta razón es práctica común eliminar este material por medio de las cámaras desarenadoras. Para poblaciones pequeñas y medias generalmente se diseñan en forma de canales, en los que se controla la velocidad para propiciar la sedimentación de material inorgánico, manteniendo en suspensión los sólidos orgánicos. El control de velocidad se lleva a cabo con dispositivos como el vertedor proporcional o un canal parshall que a su vez se usan como medidores de flujo.

En el sentido del flujo el pretratamiento típico para aguas residuales municipales se presenta en el Plano 5.1 y éste consta de:

- . Transición entre el conducto de las aguas residuales.
- . Canal de rejías, con las rejillas o cribas de barras.
- . Transición entre el canal de rejías.
- . Canal desarenador, incluyendo el depósito de arenas.
- . Dispositivo de control de velocidad y medición de flujo que puede ser o un canal parshall o un vertedor proporcional.
- . Caja de distribución de flujo.

Todo lo anterior se considera como una sola unidad, indispensable en cualquier planta de tratamiento municipal y se puede localizar antes de la primera estación de bombeo o en la entrada a la planta.

4.3.- Tratamiento primario

Con este nombre se designa a los procesos cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos y pueden ser por: sedimentación, filtración, flotación, fl

culación y precipitación. De éstos el más usado y que mejor se ajusta a las características de las aguas residuales municipales es la sedimentación.

Las unidades o dispositivos de tratamiento que usan el proceso de sedimentación son:

- . Fosas sépticas.
- . Tanques Imhoff.
- . Sedimentadores simples o primarios.

Aún cuando este tipo de tratamientos disminuye la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales, ésta se limita a la suspendida y no a la disuelta, condición que determina su nombre a tratamiento primario.

Estas unidades tienen acción directa y se diseñan para disminuir el contenido de sólidos suspendidos y de grasas y aceites en las aguas residuales.

4.3.1.- Fosas sépticas.

Son unidades usadas principalmente para tratamientos individuales, en donde no existe una red de alcantarillado, como pueden ser escuelas rurales, campos o zonas de recreo, hoteles y restaurantes campestres. En general se usa para tratar aguas residuales de tipo doméstico en flujos no mayores al equivalente de 1000 habitantes, es decir, no mayores de 1 a 2 litros por segundo.

Estos dispositivos combinan los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de lodos. Usualmente se diseñan con dos o más cámaras que operan en serie, en el Plano 5.2 se presenta un esquema de estos dispositivos. En el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, digestión de lodos y su almacenamiento. Debido a que la descomposición anaerobia (digestión de lodos) produce gases que suspenden a los sólidos sedimentados en la primera cámara, se requiere una segunda cámara en donde se vuelvan a sedimentar y almacenar, evitando que sean arrastrados -- con el efluente.

Dado que el efluente de estas fosas se encuentra en condiciones sépticas y aún lleva consigo un alto contenido de materia orgánica disuelta y coloidal, se requiere un tratamiento posterior, siendo el más empleado el de filtros intermitentes.

Estos filtros intermitentes de arena son unidades generalmente construidos en mampostería con una cama o medio filtrante de arena con un espesor de 60 a 90 cm, soportada por grava. El agua proveniente de las fosas sépticas es distribuida uniformemente en la parte superior, a su paso por la arena se retienen los sólidos existiendo además un crecimiento microbiano que aumenta la remoción de materia orgánica soluble, el efluente es colectado en la parte inferior por medio de tubos sin juntar o perforados. (Ver Plano 5.3).

4.3.2.- Tanques Imhoff.

También llamados tanques de doble acción, son dispositivos de tratamiento que propician la separación de sólidos suspendidos, en un canal sedimentador y su digestión en un compartimiento inferior. Están diseñados de manera tal que se evita que los gases producto de la digestión molesten al proceso de sedimentación.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos: 1) Cámara de derrame-continuo o canal sedimentador; 2) La sección inferior que se conoce como cámara de digestión de lodos, y 3) Un área de ventilación y compartimiento de natas.

Durante la operación todas las aguas residuales fluyen a través del canal sedimentador. Los sólidos sedimentados se depositan en el fondo de este canal, que tiene una pendiente de aproximadamente 1.4 unidades en el sentido vertical por una horizontal, resbalando y pasando por una ranura que hay en el fondo. Una de las paredes inclinadas del fondo se prolonga cuando menos en 15 cms más allá de la ranura, lo cual hace de trampa que impide que los gases o partículas resuspendidas de sólidos, que hay en el fondo, se pongan en contacto con las aguas

residuales e interfieran en el proceso de sedimentación. Los gases y partículas ascendentes son desviados entonces hacia la cámara de natas o área de ventilación.

Los lodos acumulados en la sección inferior se extraen periódicamente, después de un tiempo que se estime suficiente para su digestión y se conducen para su secado a unos dispositivos que consisten en camas o lechos de grava y arena en donde se reduce, por infiltración, su aún alto contenido de agua, después de lo cual se retiran y dispone de ellos con algún fin determinado, que bien pudiera ser para mejoramiento de suelos.

El tanque Imhoff no requiere de equipo mecánico y es relativamente económico y fácil de operar. Provee la sedimentación y digestión de lodos en una sola unidad y se diseñan para producir un efluente primario de calidad satisfactoria, eliminando del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduciendo la DBO en un 25 a 35%.

Las unidades que integran este sistema de tratamiento son: --- Pretratamiento con canal de rejillas, rejillas, canal desarenador con vertedor proporcional; tanques Imhoff y lechos de secado. (Ver Plano 5:4).

4.3.3.- Sedimentadores primarios.

A diferencia de los tanques Imhoff, y las fosas sépticas, en estas unidades no se tratan los lodos, por lo que generalmente se utilizan como una primera etapa en un tratamiento secundario.

Se puede recomendar su construcción siempre y cuando se tengan planes para aumentar el tratamiento, en un futuro cercano, a un nivel secundario. Esta recomendación se basa en las dificultades que plantea el manejo de lodos ya sea para su digestión o disposición sin tratamiento.

Cuando no se tienen planes de incrementar el tratamiento a nivel secundario, es preferible el uso de tanques Imhoff que incluye la digestión de lodos dentro de la misma unidad.

Estas unidades tienen como función la reducción de sólidos suspendidos y grasas y aceites de las aguas residuales, las eficiencias esperadas son del 55% en sólidos y se obtienen concentraciones en grasas y aceites inferiores a 30 mg/l.

Son tanques rectangulares o circulares, estos últimos son los más frecuentemente usados en plantas pequeñas, para poblaciones menores de 100,000 habitantes.

En estas unidades o tanques circulares el influente proveniente de pretratamiento es introducido por una tubería que va por abajo del tanque, y penetra por el centro, descargando en la superficie, el agua es forzada, por unas pantallas deflectoras, a circular hacia el fondo del tanque ayudando a que los sólidos se sedimenten en el fondo. Los sólidos depositados son recolectados por rastras giratorias que los conducen a una tolva de donde se extraen para su tratamiento y disposición. El agua asciende nuevamente y es colectada por un vertedor perimetral y depositada en un canal, de donde es conducida a las etapas subsiguientes de tratamiento. Las grasas y aceites que flotan en la superficie son colectadas por un brazo giratorio que las conduce a una pequeña tolva de donde se extraen para su disposición ya sea enterrándolas o incinerándolas. (Ver Plano 5.5).

Por lo general estos dispositivos utilizan equipo electromecánico para mover las rastras que colectan a los sólidos y el brazo desnatador que remueve las grasas y aceites de la superficie. Este equipo puede ser de tracción central o periférica, éstos últimos se usan con mayor frecuencia para unidades pequeñas con diámetros del tanque sedimentador menores a 14.0 metros.

4.4.- Tratamiento secundario.

Este término comúnmente se usa para los sistemas de tratamiento del tipo biológico, en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos, presentes en las aguas residuales, mismos que en su proceso metabólico (alimentación) degradan a la materia orgánica, convirtiéndola en material celular, productos inorgánicos o material inerte.

La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual e introducido a ella, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica; los aerobios y los anaerobios.

Los procesos aerobios se desarrollan con la presencia de oxígeno disuelto en las aguas residuales, los microorganismos presentes utilizan el oxígeno para romper la estructura molecular de compuestos orgánicos superiores o de alto peso molecular, hasta que finalmente llegan a compuestos simples como el CO_2 , el agua, nitratos, sulfatos y fosfatos. Estos procesos generalmente son más rápidos, pero requieren de condiciones favorables que permitan un fuerte desarrollo de microorganismos y desde luego la alimentación continua de oxígeno.

Los procesos anaerobios se producen en ausencia de oxígeno, en cuyo caso los microorganismos utilizan el oxígeno de los mismos compuestos para efectuar el desdoble de compuestos complejos, este primer paso hace que estos procesos sean más lentos y que los productos finales no lleguen a una oxidación completa, quedándose en gases como el metano, CH_4 y el sulfhídrico H_2S , que producen un fuerte y desagradable olor. Estos procesos son usados cuando la cantidad de materia orgánica es muy alta y hace muy caro el suministro de oxígeno y se usan como un desvaste preliminar.

En el tratamiento de aguas residuales municipales por lo general se utilizan los procesos aerobios. Existe un gran número de variantes en estos procesos y dependen del contenido de microorganismos en relación a la materia-

...ente, de si los microorganismos se encuentran fijos o suspendidos, de la cantidad de oxígeno suministrado, etc.

Se conoce como biomasa al conjunto de microorganismos activos sobre la materia orgánica. Dependiendo de la forma en que está soportada, existen dos grandes tipos de procesos aerobios:

. Con biomasa fija:

Filtros rociadores.

Biodiscos

. Con biomasa suspendida:

Lagunas de estabilización.

Lagunas con aeración mecánica superficial.

Lodos activados convencional.

Aeración extendida.

Zanjas de oxidación.

En los procesos con biomasa fija, ésta se hace proliferar en un soporte y se pone en forma intermitente en contacto con el agua y con los microorganismos toman del aire el oxígeno que requieren para acción sobre la materia orgánica del agua. En el caso de filtros rociadores el medio está fijo y el agua se hace pasar en forma intermitente a través del medio. En las unidades de biodisco, el medio de soporte gira con un cierto grado de velocidad en el agua.

Para los fines del presente trabajo se seleccionaron como alternativas de tratamiento a los procesos aerobios con biomasa suspendida por lo que a continuación se hace una descripción más amplia de ellos.

4.4.1.- Lagunas de estabilización.

Se conoce con el término de lagunas de estabilización a cualquier laguna o estanque o grupo de ellos, previstos y proyectados para llevar a cabo un -- tratamiento biológico. Existen diversos tipos de lagunas, dependiendo de sus características éstas pueden ser:

Lagunas anaerobias: generalmente se usan como un primer desvaste o pre-- tratamiento, se puede considerar como un digestor ya que se le aplican cargas orgáni-- cas por unidad de volumen, en forma tal que prevalecen las condiciones anaerobias, -- es decir, ausencia de oxígeno. La eficiencia esperada en este tipo de lagunas varía con el tiempo de retención hidráulico; con tiempos de 1 a 10 días se obtienen efi-- ciencias en remoción de DBO de 20 a 60% respectivamente. La temperatura es uno de -- los factores que mayor influencia tienen en estas unidades, se puede decir que su -- eficiencia decrece notablemente con valores inferiores a 15°C. Una desventaja de es-- tas lagunas es la producción de olores que impide su localización en lugares cerca-- nos (500 m) de zonas habitadas. Generalmente son estanques profundos de 3 a 4 m. de tirante de agua.

Lagunas aerobias: como su nombre lo indica son lagunas que se diseñan pa-- ra mantener condiciones aerobias, son de poca profundidad no más de 80 cm, lo que -- propicia la proliferación de algas que suministran una buena parte del oxígeno neces-- sario. Se logran eficiencias en remoción de DBO de 65 a 75%. Su desventaja es la -- gran cantidad de terreno que requieren.

Lagunas facultativas: se puede decir que es una combinación de las dos -- anteriores, se diseñan con una profundidad normalmente de 1.8 m. y una carga orgáni-- ca por unidad de volumen que permite el crecimiento de organismos aerobios, anaero-- bios y facultativos (estos últimos pueden vivir y reproducirse tanto en presencia co-- mo en ausencia de oxígeno). Este es el tipo de lagunas más usado, por su flexibili-- dad, requieren menos terreno que las aerobias y no producen los olores molestos de -- las anaerobias. Como en todos los procesos el factor principal que afecta su efi-- ciencia es la temperatura. Las eficiencias esperadas en estas lagunas van desde --- 60% hasta 85% en remoción de DBO.

Lagunas de maduración: estos dispositivos de tratamiento se usan para mayor acondicionamiento del agua, generalmente preceden a un sistema de tratamiento secundario y se usan para eliminar o disminuir el contenido de gérmenes patógenos en el agua tratada.

Lagunas aeradas: en estas el oxígeno es suministrado por equipos mecánicos de aeración y también por actividad fotosintética de algas y por la interfase -- aire-agua. Este tipo de lagunas es usado para aumentar la capacidad de lagunas facultativas sobrecargadas o cuando la disponibilidad de terreno es reducida, generalmente se diseñan con profundidades de 2 a 6 m. y tiempos de retención de 3 a 10 días. Dependiendo de la potencia instalada de equipos de aeración con relación al volumen de la laguna, éstas pueden operar en un regimen de completo mezclado o parcialmente-mezcladas, en las primeras la actividad es netamente aerobia y en las segundas en -- las zonas en donde no hay influencia de los aereadores se sedimentan lodos y se producen condiciones anaerobias.

A continuación se presenta una tabla comparativa de los diferentes tipos de lagunas. (REF. 11)

TIPO DE LAGUNA	USO COMUN PARA:	CARGA ORGANICA	TIEMPO DE RET. (días)	PROFUNDIDAD (m)
FACULTATIVA	Aguas crudas municipales Efluentes de tratamientos primarios o en combinación con lagunas anaerobias o aerobias	22 - 67 KgDBO ₅ /ha/día	10 - 60	1.2 - 2.5
AERADAS	Aguas industriales o cuando hay poca disponibilidad de terreno	8 - 320 KgDBO ₅ /1000 m ³ /día	33 - 15	2 - 6
AEROBIAS	Generalmente para tratar efluentes de otros procesos	85 - 170 KgDBO ₅ /ha/día	10 - 40	0.3 - 0.8
ANAEROBIAS	Aguas industriales	160 - 800 KgDBO ₅ /1000 m ³ /día	20 - 50	2.5 - 5.0
MADURACION	Para reuso del agua tratada en otros procesos	- - -	3 - 7	1.5 - 2.0

Para los fines del presente trabajo se han seleccionado como opciones a las lagunas facultativas, a las lagunas aeradas en régimen de completo mezclado y a las lagunas de maduración. Estas últimas como complemento para disminuir el contenido de microorganismos en el efluente tratado.

4.4.2.- Aeración extendida.

El proceso de aeración extendida es una modificación del proceso de lodos activados, en el cual se mantiene una edad de lodos en un valor relativamente alto, dándoles el tiempo suficiente para que una parte de estos lodos logre su estabilización.

El proceso de lodos activados es tal vez el sistema biológico de tratamiento más usado para aguas residuales tanto municipales como industriales. Los componentes básicos de una planta de lodos activados son: 1).- Un sedimentador primario; 2).- Un tanque de aeración, con equipo que suministra oxígeno del aire; 3).- Un sedimentador secundario para separar los lodos efluentes del tanque de aeración, éste con el equipo (cárcamo de bombeo y líneas de recirculación) necesario para retornar al tanque de aeración los lodos requeridos para mantener una concentración determinada de sólidos en dicho tanque.

Las aguas residuales influentes, después de una sedimentación primaria, se mezclan con los lodos en recirculación y se introducen al tanque de aeración, en donde permanecen por espacio de 3 a 6 horas. A la mezcla de aguas residuales y lodos en recirculación, dentro del tanque de aeración, se le conoce como licor mezclado.

Dentro de estos procesos el sustrato (alimento para los microorganismos) normalmente se determina por el contenido de materia orgánica degradable, expresado como demanda bioquímica de oxígeno o simplemente DBO. La cantidad de microorganismos o biomasa activa se mide y expresa en forma indirecta por el contenido de sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado o simplemente SSVLM.

Las condiciones que definen un proceso de lodos activados son:

- a).- La relación Alimento/microorganismos, es decir, el contenido de --DBO en el influente contra la cantidad de SSVLM.
- b).- La relación de recirculación, expresada como porciento de lodos re--tornados con respecto al influente de aguas residuales.
- c).- El tiempo de retención hidráulico del agua influente y de la mez--cla con la recirculación, expresado como volumen del tanque de ---aeración entre el gasto.
- d).- Edad de lodos, como el tiempo promedio de residencia de los sólidos suspendidos; igual al peso total de sólidos suspendidos en el sistema, dividido por el peso total de sólidos descargados del sistema por unidad de tiempo (días).

En un proceso de aeración extendida la relación de Alimento/mic--organismos F/M (Food/Microorganismos) se trata de mantener con valores inferiores a --0.05. En el proceso convencional de lodos activados este valor fluctúa entre 0.15 y 0.4.

La edad de lodos o tiempo de retención de lodos varía de 4 a 8 días en lodos activados a más de 30 días en aeración extendida. El tiempo de retención h--dráulico es de 3 a 6 horas en el convencional y de 16-24 hr. en aeración extendida.

Estas diferencias significan que el proceso en aeración extendida requiere de unidades más grandes y de mayor capacidad de equipos para aeración, sin --embargo, tiene la gran ventaja de estabilizar los lodos permitiendo que el exceso de estos pueda ser manejado sin problemas de olor o de contaminación ya que estos se encuentran con un mayor grado de mineralización.

El tanque de aeración para estos sistemas generalmente es de con--creto, con una profundidad de 3.5 a 5 m, equipado con aeradores mecánicos superficia--les ya sean estos flotantes o soportados por una plataforma.

Las eficiencias que se obtienen en remoción de DBO son superiores al 90% y se puede considerar como un tratamiento secundario completo que incluye la digestión o estabilización de lodos.

4.4.3.- Zanjas de oxidación.

Es un proceso de lodos activados en su variante de aeración extendida, igual al descrito en el inciso anterior. La diferencia estriba en su configuración, misma que fue diseñada para facilitar su procedimiento constructivo y disminuir costos de inversión y de operación y mantenimiento.

Generalmente se plantea como una opción altamente competitiva para poblaciones menores a 30,000 habitantes o de este orden.

Consisten en zanjas ovaladas y cerradas, con sección transversal trapezoidal, tirante de agua entre 1.0 y 1.8 m. Estas zanjas se implementan con equipo mecánico, rotores o cepillos que imprimen movimiento al agua para mantener los sólidos en suspensión, mezclar y alimentar el oxígeno necesario para mantener condiciones aerobias.

Es común su forma oval, sin embargo no es restricción y dependerá básicamente de la configuración del terreno disponible y las necesidades de su aprovechamiento.

Como proceso en aeración extendida tiene un tiempo de retención hidráulico entre 16 y 24 horas y una retención de lodos superior a los 30 días. La concentración de sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado (en la zanja), se mantiene en valores altos de 3,500 a 26,000 mg/l, mediante la recirculación de lodos separados en un sedimentador secundario.

Las eficiencias obtenidas en la remoción de DBO son superiores al 90% y los sólidos en exceso pueden ser descargados y manejados sin problemas de olores o de contaminación.

TABLA Nº 4.1.- CLASIFICACION DE PROCESOS DE TRATAMIENTO

<p>PRETRATAMIENTO (Acondicionamiento del - agua para un proceso de tratamiento).</p>	<p>TRATAMIENTO PRIMARIO (Remoción de sólidos)</p>	<p>TRATAMIENTO SECUNDARIO (Remoción de materia orgánica)</p>	<p>TRATAMIENTO TERCARIO (Acondicionamiento del agua con un fin espe- cífico).</p>	<p>DESINFECCION (Eliminación de gérmenes patógenos)</p>
<p>Rejillas Tamices Desarenador Trampas de grasas Preaeración Igualación Neutralización</p>	<p>Sedimentación Floculación-Clarif. Tanques Imhoff Fosas sépticas Flotación</p>	<p>Procesos aerobios: Biomasa suspendida Lodos activados con- vencional. Estabilización por - contacto. Aeración extendida Zanjas de oxidación lagunas aeradas lagunas facultativas Biomasa fija Filtros rociadores Biodiscos Torres empacadas Procesos anaerobios lagunas anaerobias Torres empacadas Digestores Procesos físico-quími- cos.</p>	<p>Nitrificación Desnitrificación Recarbonatación Eliminación de fósforo Eliminación de deter-- gentes. Osmosis Inversa Intercambio iónico Adsorción Precipitación química Filtración</p>	<p>Cloración Ozonización Rayos ultravioleta Lagunas de maduración Filtración</p>

67

INTRODUCCION.

La creciente demanda de los servicios hidráulicos se presenta en forma cada vez más apremiante, ya sea en el campo, en las áreas urbanas o en las industriales.

Hoy más que nunca, los requerimientos de estos servicios exigen de la ingeniería, elaboración de proyectos más complejos y costosos dada la escasez de fuentes de abastecimiento.

Esto ha creado la necesidad de contemplar, en el manejo del agua, sistemas de tratamiento para su reuso y/o desalojo adecuados que desde luego en muchas cosas requiere de su potabilización.

Si bién, por una parte no deja de ser de vital importancia la adecuada y correcta elaboración de los estudios y proyectos para estos sistemas, no tiene menos importancia su buen funcionamiento el que depende de como se realiza su operación y mantenimiento.

Por la estrecha vinculación que existe entre las acciones de operación y mantenimiento, en su definición se pueden entrar en confuciones. Con apoyo en la semántica, podemos definir las simple y llanamente como:

OPERACION.- Acción de una potencia, una facultad o un agente que produce un efecto.

MANTENIMIENTO.- Acción de sostener.

Bajo estas definiciones, se encierra la gran responsabilidad que tiene el personal a cargo de los sistemas de tratamiento de agua - puestos que de su preparación y entusiasmo dependerán la eficiencia, calidad y continuidad dentro de un funcionamiento económico de los servicios.

4.- OPERACION

4.1.- OBJETIVOS

- Mantener constantes la cantidad y la calidad de la -- producción, mediante el uso eficiente de los recursos de la empresa que la genera.
- Intercambiar experiencias, información y observacio-- nes con las demás áreas de la empresa para mejorar la producción.
- Apoyar los cambios que por modernización de la téc-- nica, se implementen en la cadena productiva. ~~+~~
- Apoyar las políticas de la empresa, mediante la parti-- cipación dinámica en la solución de los problemas tan-- to técnicos como laborales.

4.2.- ORGANIZACION

Un sistema en el que se realiza el tratamiento de aguas residuales y/o su potabilización, independientemente de su tamaño, es una empresa, y una empresa de alta respon-- sabilidad.

La tratabilidad del agua es un costo agregado y los re-- sultados que se esperan de estos procesos, por necesi-- dad deben ser óptimos dado que se involucran la salud - pública y la conservación de los espacios vitales, que no tienen precio.

El área de operación ocupa un lugar de singular importancia en la organización de cualquier sistema que se diga eficiente; de su intervención dependen los resultados cualitativos y cuantitativos de sus productos.

4.3.- ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Para un sistema de tratamiento, se propone un organigrama como podría ser para cualquier empresa. La amplitud de la Organización propuesta puede ser mayor o menor dependiendo del tamaño de la empresa.

4.3.1.- Gerente de Operación y Mantenimiento

Se presenta una organización encabezada por un Gerente de Operación y Mantenimiento, responsable en primer nivel.

El perfil del técnico para éste puesto es una combinación del empresario y del ejecutivo, dado que requiere planear continuamente nuevas estrategias derivadas de la experiencia y la modernidad y ver que se cumplan los planes de trabajo. Siempre habrá algo que mejore la producción.

Del Gerente de Operación y Mantenimiento y en segundo nivel, dependen los Subgerentes de Ingeniería, Administración, Operación y Mantenimiento.

ORGANIGRAMA PARA UN DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

NIVEL 1

GERENTE DE
OPERACION Y
MANTENIMIENTO

AUXILIAR

SECRETARIA

NIVEL 2

SUBGERENTE DE
OPERACION

SUBGERENTE DE
MANTENIMIENTO

SUBGERENTE DE
INGENIERIA

SUBGERENTE
ADMINISTRATIVO

NIVEL 3

PLANTAS DE
TRATAMTO.
DE
AGUAS
MUNICIP.

PLANTAS DE
TRATAMTO.
DE
AGUAS
INDUSTRIALES

PLANTAS
POTABI-
LIZADORAS

ELECTRO
MECANICA

BIOLOGICO
Y
FISICO
QUIMICO

CIVIL

LABORATORIO

MODIFICACIONES
Y/O
AMPLIACIONES

PERSONAL

ALMACENES

COMPRAS

CONTRATOS
EXTERNOS

CONTROL
DE
COSTOS

NIVEL 4

ELECTRO
MECANICA

BIOLOGICO
Y
FISICO
QUIMICO

CIVIL

ELECTRO
MECANICO

BIOLOGICO
Y
FISICO
QUIMICO

CIVIL

SUPERVISION
CIAS.
EXTERNAS

TALLERES

ORGANIZACION PROPUESTA

La amplitud de la organizaci3n puede ser mayor o menor dependiendo del tama1o de la Empresa.

67

4.3.1.1.- Subgerente de Ingeniería

Tiene a su cargo los estudios y nuevos proyectos de las instalaciones; cambios o modificaciones en el activo fijo; planeación en la producción con ingerencia en las áreas de electromecánica, biología y fisicoquímica, instalaciones civiles y en la mayoría de los casos de laboratorios por los análisis que requiere controlar en sus investigaciones.

4.3.1.2.- Subgerente Administrativo

Es responsable del personal en cuanto a su contratación; de las adquisiciones y disposiciones de equipos y materiales a través de los almacenes y su departamento de compras; contratos con empresas o especialistas externos y del control de los costos así como la oportuna aplicación de reglamentos internos dentro de la Ley Laboral.

Debe existir un vínculo directo entre éstas subgerencias y las de Operación y Mantenimiento a

fin de lograr un efectivo intercambio de ideas, planes y programas dentro de la empresa que permita obtener buenos resultados. En otra forma, no se podrá optimizar la producción, objetivo primordial de una organización.

4.3.1.3.- Subgerente de Operación

Este puesto debe ser ocupado por una persona de alta responsabilidad, con habilidad para inducir en su personal la costumbre y satisfacción de manejar los equipos bajo su cuidado con toda propiedad y de hacerlos sentir que en su calidad de personas son parte principal en los resultados del proceso.

Debe tener tacto y talento para el manejo de sus trabajadores al imponer disciplinas y al delegar responsabilidades, hacerlo con toda claridad y energía, sin caer en anarquías, para evitar confuciones que lleven a cometer errores en las labores de operación.

Como obligaciones, se pueden citar:

-Conocer los procesos de tratabilidad,

tanto mecánicos como biológicos, físicos y químicos.

- Conocer el funcionamiento del equipo y las recomendaciones de operación que los fabricantes indican en sus manuales.
- Hacer mediciones en forma oportuna y correcta de los diferentes parámetros que se tengan de acuerdo al proceso de tratamiento.
- Elaborar reportes de operación para su historial y para la información a otras áreas.
- Conocer las leyes y reglamentos de aplicación local para la correcta disposición de los subproductos del tratamiento.
- Conocer los curriculums y especialidades del personal a su cargo.

Como responsabilidades podemos citar:

- Calidad de cada paso del proceso.
- Integridad permanente del personal y equipo.
- Evitar dispendio de tiempo y energía.

-Calidad de la bitácora de la planta a base de información veráz.

-Ambiente cordial y amable tanto interna como en relación con las otras áreas.

4.3.1.3.- En demarcaciones estatales o ciudades importantes por su población y desarrollo industrial, la responsabilidad de los sistemas de tratabilidad normalmente recáe en una sola dependencia que en ocasiones contrata a empresas particulares concesionando la operación. En estos casos, se atienden tanto planta de tratamiento de aguas residuales de origen doméstico y comercial como de origen industrial y desde luego plantas potabilizadoras.

En estos casos, en un nivel inmediato al Subgerente de Operación se localizan los Jefes de planta mismos que a su vez tienen a su cargo personal especializado en las áreas de electromecánica, biología, fisicoquímica y civil.

Las obligaciones y responsabilidades tanto del jefe de planta como sus subalternos, radica en el conocimiento pleno de sus equipos en cuanto a la mejor forma de operarlos para lo cual deben tener acceso a los catálogos y manuales de los fabricantes.

En éste personal está fundado el nivel de calidad que se espera obtener de un sistema y queda bajo su responsabilidad gran parte de la eficiencia de la planta y su operación a los costos más bajos posibles.

4.3.1.4.- Almacenes

Aún cuando los almacenes estén directamente supervizados por la Subgerencia Administrativa, en cuanto a la existencia de partes o substancias el personal de operación es directamente responsable; incluso del balance adecuado de materiales y solo se puede lograr bajo los requerimientos que hagan los responsables de operación , -

hábalese también de las herramientas e implementos auxiliares.

Es difícil querer establecer una recomendación genérica para las existen--cias de un almacén, ya que éstas de--penden del tipo y clase de la instalación de que se trate.

En contacto estrecho con la Subgerencia de Mantenimiento, la operación --debe establecer las prioridades en refacciones de acuerdo al problema ~~+~~ que cause su ausencia, como son un paro -total de la planta por falta de ele--mentos de protección en la Subesta--ción principal tales como fusibles; -substancias indispensables en el tra--tamiento como las que se dosifican en el tratamiento de aguas residuales de origen industrial o de potabilización, como por ejemplo el cloro, elementos-que puedan dejar fuera de servicio un equipo que al fallar disminuya consi--derablemente la eficiencia del proceso. La forma más eficaz para evitar problemas derivados de un almacén, es la in--formación oportuna.

Cada operador no debe esperar que el personal de mantenimiento le resuelva todos los problemas. El que mejor conoce el estado de su equipo y una necesidad quizá urgente de reposición, es el mismo operador.

Debe establecerse un sistema de información en el que por su oportunidad pueda establecerse a su vez un sistema de surtido de refacciones y elementos en forma que se evite un exceso o un defecto aunque éste último suele ser costoso.

4.4.- EMERGENCIAS

La Organización Internacional del Trabajo, define la Seguridad Ocupacional como "El proceso por el que se ha de promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores de todas las profesiones, prevenir todo daño que se le pueda causar en su salud como consecuencia de las condiciones de trabajo; protegerlos en su empleo contra los riesgos resultantes por la presencia de agentes perjudiciales; colocar al trabajador en un empleo conveniente a sus apti

tudes fisiológicas y psicológicas y en suma, adaptar -- el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo."

4.4.1.- Riesgos de Trabajo

- Lesiones por accidente

Accidente = Conducta insegura o peligrosa + --
condición insegura o peligrosa.

- Enfermedades por contactos externos o inter--
nos, con materiales o con flora y fauna pató--
genos.

Para prevenir accidentes se recomienda:

- Uso de equipo de protección.

- Inspección permanente de las áreas de trabajo.

- Educación al trabajador para que conozca los
riesgos del sitio en que trabaja.

4.4.2.- Primeros Auxilios

Los primeros auxilios son un deber de todo tra--
bajador ante su compañero en situación grave.

Están limitados de acuerdo con la gravedad del
percance y las posibilidades tanto humanas como
materiales disponibles en el momento. Nunca --
debe tratarse de auxiliar a una persona accidente

tada a menos que se tenga certeza de lo que - -
está pasando y lo que se puede hacer; da mejo--
res resultados un análisis calmado que un hero-
ismo ciego.

Para cumplir con la inapreciable ayuda en los -
primeros auxilios, debe contarse con:

- Un botiquín
- Instrumental quirúrgico mínimo.
- Medicamentos especiales no riesgosos.

Las acciones que debe hacer el personal sobre -
su compañero accidentado, que no compliquen más
el accidentado, son:

- No mover de su sitio al accidentado.
- Revisar cuidadosamente si no hay sangrado. --
obstrucción de vías respiratorias o fracturas,
esto último con tacto muy delicado.
- Comprobar si el pulso es rítmico.
- Observar la coloración de la piel o si hay -
quemaduras.
- Vómitos con riesgo de que pasen restos del --
contenido estomacal a vías respiratorias.

Estas observaciones establecen las prioridades-
de lo que se va a atender y al solicitar el ser

vicio médico inmediato se, le deberá informar -
lo observado en la revisión.

Mientras se espera la asistencia médica especializada:

- Abrigar al accidentado.
- Permitirle el acceso de aire puro.
- No suministrarle líquidos o sólidos.
- Inmovilizar huesos fracturados.
- Presionar arterias o venas sangrantes.

Para mejores resultados en las emergencias ~~por~~ accidente, debe capacitarse al personal de operación y mantenimiento en primeros auxilios - - además de mantener una campaña constante de avisos y recomendaciones con letreros visibles. No es mala práctica llevar un record de accidentes con fechas en cartelones expuestos al personal.

En una fábrica de cementos, tienen una puerta - con un letrero que versa "¿Quieres conocer a -- quien ha de cuidarte? Abre la puerta" Al abrir la puerta, ¡ Hay un espejo !.

Primeros Auxilios a los Accidentados por Descargas Eléctricas

1.- Colocar a la víctima lo más apartado posible de los efectos de la corriente, sin tocarla con las manos para no exponerse personalmente al peligro.

Para tensiones iguales como máximo a:
600 volts en corriente continua.
250 volts en corriente alterna monofásica.
250 a 430 volts en corriente alterna trifásica.

Apartar el conductor de la víctima mediante un palo o trozo de madera bien secos. Una bufanda o prenda análoga puede servir para retirar a la víctima sin tocarla directamente con las manos. Puede tirarse también de sus ropas sueltas para arrastrarlo. En todos los casos hay que tener presente que la humedad del suelo hace peligroso el salvamento, por lo que es conveniente situarse sobre un banco, silla, trozo de madera secos, etc.

Si la víctima estuviera colgada, prever con anterioridad su posible caída.

Para tensiones superiores a las indicadas, apartar el conductor mediante herramienta o bastón aislarlos convenientemente para la tensión de que se trate, ya sean empuñaduras de porcelana o vidrio. Si la tensión es superior a 6 000 volts, es necesario cortar siempre la corriente, si no se dispone a mano de una pértiga y taburete aislados adecuadamente para la tensión del conductor.

2.- Practicar la respiración artificial mientras se avisa al médico, teniendo presente que:

a) La respiración artificial debe practicarse en el mismo lugar del accidente, sin perder un solo segundo, no debiendo trasladar al paciente a otro lugar hasta que respire normalmente, este traslado debe hacerse en posición hechada

b) No dar bebidas o líquido alguno hasta que el paciente haya

recobrado el conocimiento; en este momento, puede dársele un estimulante como café o té calientes.

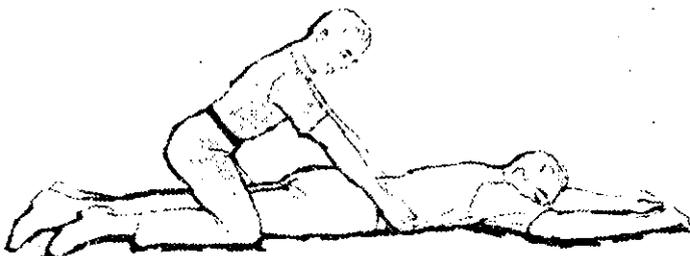
c) No interrumpir la respiración artificial hasta que se restablezca la respiración normal; si es necesario, continuarla durante 4 o más horas hasta que el médico señale que el paciente ha fallecido.

d) Si tiene quemaduras graves, una vez restablecida la respiración normal, deben ser protegidas al aire. Puede aplicarse una compresa de gasa estéril o tela limpia y suave, empapadas en una solución templada de bicarbonato sódico (unas dos cucharadas de bicarbonato en 1/4 de litro de agua hervida o simplemente limpia), haciendo después un vendaje ligero con el trozo de gasa estéril o tela limpia.

Nota importante: Es de suma importancia el empezar la respiración artificial sin perder un solo segundo después de ocurrido el accidente, toda vez que haya posibilidades de restablecer al accidentado disminuyen conforme vá pasando el tiempo; y no suspenderla, si no se ha restablecido la respiración normal, mientras el médico no lo disponga así.

Método de Respiración Artificial de Shafer

Acuéstese a la víctima boca abajo, con los brazos extendidos hacia adelante en toda su longitud. El operador se arrodilla a horcajadas sobre la víctima, como si fuera a sentarse sobre sus pantorrillas; extiende los brazos, colocando las manos abiertas sobre la espalda del accidentado, al nivel de las últimas costillas y de forma que los pulgares queden próximos y paralelos a la columna vertebral. Presionar entonces con todo su peso en aumento gradual y lento durante unos tres segundos, apoyándose para ellos sobre las manos. Luego dejar de presionar, pero conservando sus manos en la misma posición; al cabo de dos segundos aplíquese de nuevo la presión como antes. Este proceso consiste en repetir estos movimientos alternativos unas doce o quince veces por minuto, de acuerdo a su propia respiración.



5.- MANTENIMIENTO

5.1.- OBJETIVOS

El objetivo primordial del mantenimiento, es conservar el activo físico de una empresa en permanente buen funcionamiento a los costos más bajos posibles, sin poner en riesgo la seguridad del personal, de los bienes físicos y sin menoscabo de la calidad en la producción.

Los objetivos particulares corresponden a los propios de las acciones como son: La inspección, en su control supervisorio y verificaciones; las reparaciones o reemplazos, en la corrección de fallas o cambios por desperfecto irreversible u obsolescencia; las modificaciones, en la eliminación de fallas repetitivas e incremento de la eficiencia y los servicios en la conservación de la apariencia.

5.2.- DEFINICIONES

Al mantenimiento, se le puede clasificar de acuerdo con sus filosofías, en:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento de Emergencia

5.2.1.- Mantenimiento Correctivo

Comprende las acciones para la corrección de fallas imprevistas. Por no estar programadas, requieren de la distrac-

ción de recursos y de su planeación dentro del programa normal de mantenimiento y dependen de la importancia de contar con el servicio en la línea de proceso.

5.2.2.- Mantenimiento Preventivo.

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento para prevenir las fallas y evitar que éstas se sucedan.

El mantenimiento preventivo es pues, una programación detallada de acciones rutinarias sobre los bienes físicos de la empresa que obedecen a las recomendaciones de los fabricantes y a la experiencia propia de la empresa para definir el qué y el cuando deben realizarse los trabajos de inspección y reemplazo de partes de acuerdo a su vida útil.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que resulta muy costoso hacer estos reemplazos sin tomarse en cuenta su verdadero estado físico al término de su vida útil o las posibilidades de su rehabilitación. Cada caso debe estudiarse en particular desde los puntos de vista técnico y económico.

5.2.3.- Mantenimiento Predictivo.

El mantenimiento predictivo corresponde a trabajos de inspección en los que se analiza las condiciones reales de un bien físico mediante la técnica de su medición para su diagnóstico.

Este tipo de mantenimiento puede reducir la frecuencia del mantenimiento rutinario de definir si aún no es tiempo de una determinada acción preventiva, lográndose con esto abatir los costos de conservación.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, puede requerirse el uso de equipo de medición muy sofisticado y costoso, aunque si así conviene, puede recurrirse a una contratación externa para estos servicios si a la empresa le resulta incosteable contar con equipo y personal especializado para casos especiales.

5.2.4.- Mantenimiento de Emergencia.

Como en el caso del mantenimiento correctivo, el mantenimiento de emergencia comprende los trabajos de corrección de fallas que se presentan en forma sorpresiva. La diferencia con el primero, es que en el caso del mantenimiento de emergencia debe existir una circunstancia que obligue a la reparación o reposición inmediata del bien físico. Una corrección tardía ocasionaría serios riesgos no solo de costos y calidad del proceso sino de seguridad al personal u otros bienes físicos.

5.3.- ORGANIZACION

En el capítulo de operación, se propone una Organización de una Gerencia de Operación y Mantenimiento para un Sistema de Tratamiento de Agua.

En este apartado se analiza la organización del área de mantenimiento.

La organización de mantenimiento debe marcar los límites de su responsabilidad y de su autoridad para que dicha organización sea efectiva.

El planear una organización de mantenimiento, debe establecerse su estructura administrativa y las obligaciones de cada uno de sus niveles así como su interrelación con las demás áreas de la empresa, procurando que se tenga la capacidad suficiente para cumplir las funciones que le sean inherentes sin duplicar ni realizar actividades innecesarias. Independientemente del tamaño de la empresa, los proble-

mas de mantenimiento tienen la misma importancia para su correcta -
operación.

5.3.1.- Obligaciones y responsabilidades.

5.3.1.1.- Subgerente de Mantenimiento

Este puesto debe ser ocupado por una persona entu-
siasta, con facilidad de manejo de personal, capaz
de absorber y aplicar adecuadamente las políticas-
de la empresa y con habilidad de resolver proble--
mas tanto técnicos como laborales. Debe saber di-
rigir para lo cual es indispensable saber delegar-
responsabilidades en otros.

Como obligaciones, podemos citar:

- Conocer a detalle la organización de la empres.
y las funciones de cada área fuera de la de man-
tenimiento.
- Conocer a detalle los procesos de producción, --
desde las materias primas hasta el producto ter-
minado. En las empresas que nos ocupan, origen-
y tipo de aguas residuales y calidad y destino -
una vez tratadas.
- Conocer el proyecto de la planta, como son: pla-
nos, especificaciones de equipo y material, memo-
rias de cálculo, programas de operación y asun--
tos administrativos éstos últimos relacionados a
su área.

- Tener al día el inventario del activo fijo.
- Tener al día los datos de los fabricantes del equipo, de los proveedores, sus catálogos y precios.
- Conocer los currículos y especialidades de su personal.
- Estar al día de los reglamentos y disposiciones de seguridad industrial y de manejo de sustancias peligrosas y combustibles.

Como responsabilidades, podemos citar:

- Cumplimiento de los programas de mantenimiento.
- Calidad de los trabajos de mantenimiento.
- Continuidad y buen funcionamiento de los equipos del proceso.
- Minimizar al máximo los accidentes de trabajo.
- Oportunidad en las acciones de mantenimiento correctivo o de emergencia que se presenten por fallas imprevistas.
- Información oportuna a las áreas de corresponsabilidades de eventos que lo ameriten.
- Ambiente cordial y amable tanto interno como relación a las otras áreas.

5.3.1.2.- Electromecánico.

Obligaciones.

- Conocer el sistema eléctrico de la planta, que

incluye:

Acometida de la suministradora de energía eléctrica que en la República Mexicana es la Comisión Federal de Electricidad y en la Zona Centro la Nueva Cía. de Luz y Fuerza.

Subestación eléctrica reductora principal y secundarias si las hubiera.

Centros de control de Motores.

Características de los circuitos derivados.

Sistemas de alumbrado.

Sistemas de tierras.

Sistemas de control.

Protecciones contra descargas atmosféricas, - -
electricidad estática y áreas consideradas como
peligrosas.

Conocimiento del tipo y manejo de herramientas -
y equipo de medición tanto para Alta Tensión --
como para Baja Tensión.

- Conocer el equipo mecánico del que se compone -
la planta, como son:

Bombas

Compresores

Reductores de velocidad

Ventiladores

Motores de combustión interna

Tanques de almacenamiento de combustibles, clo-

ro, reactivos, sustancias peligrosas, etc.

En las plantas de tratamiento, existe una variedad enorme de equipos de proceso, similar en -- sus objetivos, como son:

Rastras, Aereadores, Digestores de lodos, Cloradores, etc.

El personal de mantenimiento mecánico tiene la obligación de estar bien informado de las características constructivas y de operación de cada -- uno de estos elementos.

Responsabilidades.

- En el aspecto electromecánico, el personal de -- mantenimiento tiene la responsabilidad de con--servar el equipo en perfecto funcionamiento, -- dentro de su vida útil, saber rehabilitarlo si -- ésto es factible, conservar y aún mejorar su -- eficiencia.
- Es responsable de tener al día los formatos de--reportes que se tengan establecidos.
- Información inmediata de eventos fortuitos.
- Informador y receptor de informes con el perso--nal que tenga a su cargo la operación del sistema.
- De su propia seguridad, la de sus compañeros y--de la instalación propiamente dicha.

5.3.1.3.- Biológico y Físico Químico.

Obligaciones.

- Debe conocer el proceso del tratamiento ya sea que se trate de una planta de tratamiento de -- aguas residuales proveniente de uso municipal, - doméstico y/o industrial y de potabilización en su caso.
- Conocer el entorno de las instalaciones para -- evitar contaminantes a receptores de agua, sue- lo o aire que pudieran sufrir degradación por - efectos directos de la planta tratadora. ~~+~~
- Conocer las sustancias necesarias para el pro- ceso, ya sean reactivos, coagulantes, etc. y la peligrosidad en su manejo.

Responsabilidades.

- Conservación de los medidores de parámetros - - para que sean confiables sus lecturas.
- Conservación de dosificadores de sustancias.
- Conservación del equipo de laboratorio.
- Reportes concernientes al mantenimiento y lle- nado de los formatos establecidos.
- Almacenamiento de sustancias.

5.3.1.4.- Civil.

Obligaciones.

- Conocimiento de los términos de proyecto de las

- estructuras de la planta: Planos, mecánica de -
suelos, memorias de cálculo y especificaciones.
- Conocimiento del sistema hidráulico.

Responsabilidades.

- Conservación de las estructuras.
- Detección de fugas en tanques encerrados.
- Conservación de vialidades y jardinería.
- Conservación del aspecto, tanto en interiores -
como en exteriores, revestimientos.
- Conservación de la limpieza.

5.3.1.5.- Supervisión Externa.

Esta sección del mantenimiento, normalmente es --
realizada, por el mismo personal especializado, -
según sea el caso y el área de que se trate y en
sus obligaciones y responsabilidades esta, como -
su nombre lo indica, la supervisión de todos los
trabajos que se encomiendan a contratistas ex--
ternos y que por alguna causa no se ejecutan con--
los recursos de mantenimiento del propio sistema,
como pueden ser reparaciones mayores sobre equi--
pos como transformadores, motores grandes, equi--
pos de alta tensión, trabajos de fundición, re- -
construcciones importantes (Overhaul), etc.

5.3.1.6.- Talleres.

- Los talleres son un auxiliar de primordial importancia para los trabajos de mantenimiento. Su tamaño y alcances están en función del tamaño del sistema al que prestan servicio. De cualquier forma, todo taller debe contar con el equipo y herramientas necesarias para las acciones de mantenimiento y con una existencia mínima de refacciones que cubran los requerimientos pero a la vez eviten el dispendio y descontrol, se recomienda que sea el área del taller la encargada de controlar el equipo, las herramientas, los aparatos de medición y las refacciones que se usan en el mantenimiento.

El encargado del taller debe tener, además de su habilidad electromecánica, dotes administrativas para su debido control.

5.4.- PLANEACION Y PROGRAMACION.

La calidad de un mantenimiento es una función directa de su Planeación y Programación.

En primer instancia, se deben formular todas las acciones de mantenimiento rutinario.

Estas acciones corresponden a:

5.4.1.- **Servicio.**

Mantener la apariencia y funcionamiento de los bienes físicos.

5.4.2.- **Inspección.**

Llevar un control supervisorio y de verificación para detectar fallas posibles.

5.4.3.- **Reparaciones.**

Realizar correctamente las correcciones de fallas.

5.4.4.- **Reemplazo o cambios.**

Substitución de componentes de los bienes físicos.

5.4.5.- **Modificaciones.**

Reducir o eliminar fallas repetitivas y/o mejorar la eficiencia.

Para poder realizar la planeación del mantenimiento, primero deben conocer los bienes físicos; su periodicidad y frecuencia se deben establecer principalmente para las acciones de servicio o Inspección en base a su tiempo de operación y tiempo calendario.

Bajo las recomendaciones de los fabricantes y de la experiencia propia del área de mantenimiento, deben elaborarse los programas de mantenimiento rutinario apegados a los recursos disponibles para ello.

Conviene planear de antemano las actividades que han de desarrollarse. Para esto, deben diseñarse FORMATOS para cada uno de los cuales habrá de dársele un número de registro.

Debe establecerse el objetivo y normas para su llenado, que podrían enumerarse como sigue:

- Inventario e Identificación de instalaciones y equipo.
- Clasificación y cantidad de equipos.
- Número de identificación de equipos.
- Normas de mantenimiento preventivo.
- Calendario de mantenimiento preventivo.
- Control de mantenimiento preventivo y reparación de daños.

Para facilitar la identificación de los bienes físicos, se pueden agrupar a éstos de acuerdo a sus características comunes asignándoles un número de identificación por grupo.

Los equipos que intervienen en plantas de tratamiento son muy variados pero es posible agruparlos genéricamente. Así podríamos citar a modo de ejemplo:

- Bombas centrífugas de eje vertical.
- Bombas centrífugas de eje horizontal
- Bombas de Tornillo
- Cabezales de engranes
- Motores eléctricos de eje vertical
- Motores eléctricos de eje horizontal
- Motores eléctricos tipo sumergible
- Motores eléctricos de velocidad variable
- Motores de combustión interna para gasolina
- Motores de combustión interna para diesel
- Aereadores

- Rastras
- Biodiscos
- Compresores
- Cloradores de gas
- Transformadores
- Interruptores en A.T.
- Interruptores en B.T.
- Arrancadores a Tensión Plena
- Arrancadores a Tensión Reducida
- Medidores

Para cada grupo se deben enumerar las actividades de ~~el~~ mantenimiento preventivo que deben incluir:

- Normas
- Perioricidad
- Mano de obra
- Materiales
- Repuestos
- Lubricantes
- Herramientas

La programación del mantenimiento deben procurar un balance adecuado entre la capacidad de trabajo y la carga de trabajo.

Se debe mostrar la naturaleza y magnitud de cada fase de la tarea de mantenimiento para un tiempo total dado. Debe tomarse en cuenta que la programación de todo el universo -

del mantenimiento debe ser flexible ya que en su conjunto ,
está sujeto a cambios.

5.5.- ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.

La administración del mantenimiento es la función, a nivel ejecutivo,
del responsable de dar el mantenimiento a un sistema dado.

El responsable del mantenimiento debe concretarse al análisis del de
sarrollo y resultados de sus recursos. Para esto, sus áreas de res-
ponsabilidad son:

5.5.1.- Trabajo.

1.- Análisis

1.1.- Detección de la falla

1.2.- Planeación.

1.3.- Estimación de mano de obra

1.4.- Estimación de materiales

2.- Clasificación (Ordenes de trabajo)

2.1.- Carga de trabajo

2.2.- Avance

3.- Programación.

3.1.- Prioridad

3.2.- Disponibilidad de recursos

5.5.2.- Mano de Obra.

1.1.- Registro de Tiempo

1.2.- Ajustes Internos e Externos

5.5.3.- Material y Equipo.

1.1.- Existencia

1.2.- Periodicidad de uso

1.3.- Proveedores

1.4.- Substituciones y/o equivalencias

1.5.- Jerarquización

1.6.- Inventario

7

5.6 NORMAS DE MANTENIMIENTO.

Como ejemplo, en este punto se enumeran actividades que constituyen el mantenimiento preventivo de algunos equipos, periodicidad con que se han de realizar tales trabajos, materiales, repuestos y lubricantes para ello.

Bombas centrífugas de eje vertical.

En períodos de :

- 1 día**
- Reporte de nivel estático y nivel dinámico, - según el caso, y presiones de carga.
 - Chequeo del prensa-estopa y ajuste.
 - Control del nivel de aceite y goteo en las bombas lubricadas por aceite.
 - Control del tanque de pre-lubricación en las bombas lubricadas por agua. (Cuando exista).
 - Reporte de vibraciones ó estabilidad durante el funcionamiento del equipo y de sus condiciones generales de trabajo.
- 1 año**
- Desmontaje total del equipo y limpieza de todas sus partes.
 - Inspección de todos los elementos de fricción con el eje en la columna y en la bomba, y cambio de las partes defectuosas.

- Cambio de los sellos de aceite en las bombas lubricadas por aceite.
- Revisión de los impulsores, anillos de fricción y cambio de las partes dañadas.
- Revisión de los tazones y cambio, si fuere necesario.
- Limpieza del colador ó cernidor de succión.
- Revisión de las válvulas de entrada, salida y check y reparaciones si fueren necesarias.
- Verificación de que el equipo está y trabaja en buenas condiciones, de acuerdo con su diseño y características.

Materiales, Repuestos y Lubrificantes Necesarios:

- . Aceite.
- . Anillos de desgaste.
- . Bushings de caucho y de bronce.
- . Compuerta de válvulas.
- . Chumaceras.
- . Ejes.
- . Empaquetaduras de válvulas.
- . Formularios especiales.
- . Impulsores.
- . Pernos y tuercas.
- . Prensa-estopa
- . Sellos de aceite.

- . Tazones.
- . Tubería de descarga, con uniones.
- . Vástagos.

Bombas Centrífugas de Eje Horizontal.

En períodos de:

- 1 día**
 - Reporte de presiones de descarga.
 - Chequeo del prensa-estopa y ajuste.
 - Control externo y lubricación de cojinetes y baleros con aceite ó grasa, según el tipo.
 - Reporte de vibraciones ó estabilidad en el funcionamiento.
 - Funcionamiento del equipo y condiciones generales de trabajo.
- 6 meses**
 - Cambio de grasa de los respectivos cojinetes ó baleros sin desmontaje, expulsando por presión de un engrasador tipo pistola toda la grasa antigua.
 - Cambio de aceites de los respectivos cojinetes, drenando el aceite usado y llenandolo con aceite nuevo.
 - Alineamiento de la unidad bomba-motor y reajuste de los pernos de anclaje.
 - Chequeo del prensa-estopa y cambio de empaquetaduras, si fuere necesario.
- 1 año**
 - Desmontaje completo de la bomba.
 - Lavado y limpieza completa de todas sus partes.

- Chequeo del alineamiento y del desgaste del eje y reparaciones ó cambios si fuere necesario.
- Chequeo de impulsores, difusores, bushings, baleros y demás elementos sujetos al desgaste. Reparación de las piezas dañadas, ó cambio si fuere necesario.
- Montaje, alineamiento y prueba completa de la unidad.
- Control de válvulas de entrada, salida, check, y reparaciones si fueran necesarias.
- Verificación de que el equipo está y trabaja en buenas condiciones de acuerdo con su diseño y características.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Aceites.
- . Baleros.
- . Bushings.
- . Compuertas de válvulas.
- . Difusores.
- . Ejes.
- . Empaquetaduras de prensa-estopa.
- . Empaquetaduras de válvulas.
- . Formulario.
- . Grasas.
- . Impulsores.

- . Lainas para nivelación.
- . Pasadores y compuertas para válvulas check.
- . Pernos de repuesto.
- . Tuercas.

Bombas de Pistón.

En períodos de:

- 1 día** -Revisión de las condiciones generales de trabajo.
- 3 meses** -Extacción del varillaje y del pistón de la bomba.
- Cambio de los empaques del pistón.
-Control de los checks.
- 1 año** -Desmontaje total del equipo.
-Limpieza e inspección del cilindro.
-Cambio de los empaques del pistón y control del check de retención.
-Revisión de la transmisión, correas y poleas.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios.

- . Cilindros completos.
- . Empaques
- . Empaques del check de retención
- . Empaques del pistón.
- . Pintura de empaquetadura especial para juntas.
- . Varillas.

Cabezal de Engranés.

En períodos de:

si fuere necesario.

- Comprobación eléctrica de las bobinas, limpieza exterior con aire comprimido y solvente industrial y, si fuere necesario, recubrimiento con barniz dieléctrico.
- Montaje, realineamiento y prueba completa.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Aceite.
- . Baleros.
- . Barniz dieléctrico.
- . Cables y terminales eléctricos.
- . Cinta aislante eléctrica.
- . Formularios.
- . Grasas.
- . Solvente industrial.

Motores Eléctricos de Eje vertical.

En períodos de:

- 1 día** - Verificación de voltaje, amperaje y potencia.
- Comprobación visual de niveles de aceite de los baleros.
- Reporte de vibraciones ó estabilidad en el funcionamiento del equipo, y condiciones generales de trabajo.
- 6 meses** - Desmontaje completo del motor sacando los baleros y el rotor.

- 1 día** -Inspección visual del nivel de aceite; anadir si fuere necesario.
- 1 año** -Drenaje del aceite y llenado con aceite nuevo, sin desmontar el equipo.
- Reajuste general.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- .Aceites.
- .Pernos, tuercas y rondanas.

Motores Eléctricos de Eje Horizontal.

En períodos de:

- 1 día** -Verificación de voltaje, amperaje y potencia.
- Revisión del calentamiento de los baleros.
- Reporte de vibraciones ó estabilidad en el funcionamiento del equipo, y condiciones generales de trabajo.
- 6 meses** -Cambio de grasa de los baleros sin desmontar el motor expulsando por presión la grasa antigua.
- Arranque del equipo para control de sobre-calentamiento de baleros por posible exceso de grasa, y control de condiciones eléctricas en general.
- Comprobación de las condiciones generales de trabajo.
- 1 año** -Desmontaje completo del motor sacando los baleros y el rotor.
- Lavado de baleros, inspección de los mismos y cambio de aceite y/o grasa, ó cambio de baleros-

- Lavado de los baleros, inspección de los mismos y cambio de aceite y/o grasa, ó cambio de baleros si fuere necesario.
- Comprobación eléctrica de las bobinas, limpieza exterior con aire comprimido y solvente industrial y, si fuere necesarios, recubrimiento con barniz dieléctrico.
- Montaje, realineamiento y prueba completa.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Aceites.
- . Baleros.
- . Barniz dieléctrico.
- . Cables y terminales eléctricos.
- . Cinta aislante eléctrica.
- . Formularios.
- . Grasa.
- . Solvente industrial.

Motores Eléctricos de tipo Sumergido.

En períodos de:

- 1 día**
- Verificación de voltaje, amperaje y potencia.
 - Desmontaje completo de motor y desacople de la bomba.
 - Inspección de los bushings y baleros, ó cambio si fuere necesario.
 - Inspección del platillo de sustentación del rotor ó cambio si fuere necesario.

- Inspección del sistema de lubricación del motor y limpieza del filtro, ó cambio si fuere necesario.
- Verificación eléctrica del rotor y del estator.
- Montaje, realineamiento y prueba completa.
- Verificación del aislamiento del cable del motor.
- Regulación de la bomba-motor.
- Revisión de los checks de la columna, y reparación ó cambio si fuere necesario.

Materiales, Repuestos y Lubrificantes Necesarios:

- . Baleros.
- . Bushings.
- . Checks de la columna.
- . Filtros.
- . Lainas.
- . Líquido y cintas especiales para aislamiento.
- . Platinillo de sustentación del rotor.

Motores de combustión interna para gasolina.

En períodos de:

- 1 día**
- Verificación de niveles de agua, aceite y combustible antes de arrancar el equipo.
 - Registro de lecturas de presión de aceite, temperatura amperaje y revoluciones por minuto, durante el período de trabajo.

- Verificación de las condiciones generales de trabajo del equipo.
- Cálculo del número de horas de trabajo a partir del último cambio de aceite, y cambio de aceite y filtro cuando se acumulen 150 horas de trabajo, siempre y cuando no se indique un número diferente de horas para algún motor en particular, en cuyo caso el cambio se registrará por este número.
- 1 mes** - Limpieza de las bujías sin alterar su calibración; drenaje y reposición del agua del radiador con el motor frío; lavado del filtro de aire, si lo hay.
- 3 meses** - Limpieza y calibración de bujías, asentamiento y calibración de los platinos; limpieza, chequeo y calibración del carburador; regulación y afinación del motor y cambio de todas las partes que fuere necesario a juicio del mecánico reparador.
- Nota:** - Siempre que se cambien los platinos se cambiará el condensador.
- Verificación total del sistema eléctrico.
- 1 año** - Inspección y reparación completa de la máquina y cambio de todas las partes que el mecánico reparador considere necesario.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Aceite.
- . Agujas de los carburadores y su asiento.
- . Bujías.
- . Cables de ignición.
- . Condensador.
- . Conjunto de juntas y sellos.
- . Conjunto de la bomba de agua.
- . Escobillas del generador eléctrico.
- . Filtros de aceite.
- . Formularios.
- . Juego de anillos de compresión y aceite.
- . Juego de bushings para la biela.
- . Juego de cojinetes de bancada y biela.
- . Juego de juntas de los carburadores.
- . Permatex
- . Platinos.
- . Terminales de los cables.

Motores de combustión interna para Diesel.

En períodos de:

- 1 día** - Verificación de niveles de agua, aceite y combustible antes de arrancar el equipo.
- Lubricación de los puntos de engrase.
- Registro de lecturas de presión de aceite, temperatura, amperaje y revoluciones por minuto, durante el período de trabajo.
- Verificación de las condiciones generales de -

trabajo del equipo.

- Cálculo del número de horas de trabajo a partir del último cambio de aceite, y cambio del aceite y filtro cuando se acumule el número de horas -- que se especifique para cada unidad en particular.

1 semana - Limpieza y lavado del filtro de aire.

1 mes - Drenaje y lavado del tanque de combustible; drenaje y reposición del agua del radiado con el motor en frío, cuando fuere del tipo de refrigeración por agua lavado de filtros de combustible, cuando sean de tipo metálico,

- Verificación de la tensión de las correas del ventilador.

3 meses - Limpieza y calibración de inyectores y válvulas.

- Cambios de filtros de combustible.
- Limpieza de los purificadores de aire.
- Revisión del sistema de embrague.
- Revisión del sistema auxiliar de arranque.
- Reajuste de pernos y tuercas del motor.

1 año - Mantenimiento de 3 meses; además:

- Esmerilado de las válvulas.
- Descarbonización de los cilindros y pistones.
- Chequeo del cilindro, limpieza de los orificios de lubricación del pistón y cambio de anillos si fuere necesario a juicio del mecánico reparador.
- Desmontaje y revisión del sistema de embrague.

- Revisión ó cambio del conjunto de la bomba de agua.
- 2 años - Inspección y reparación completa de la máquina, y cambio de las partes que el mecánico reparador considere necesario.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Aceite.
- . Agua destilada.
- . Caja de bolas del embrague.
- . Cigüeñal nuevo ó rectificación del cigüeñal si fuere necesario.
- . Collarines de los embragues.
- . Conjunto de la bomba de barrido.
- . Conjunto de sellos y junta.
- . Conjunto de la bomba de agua.
- . Disco del embrague.
- . Filtros de aceite.
- . Filtros de combustible.
- . Formularios.
- . Grasa.
- . Juego de anillos.
- . Juego de cables y terminales.
- . Juego de camisas para los cilindros.
- . Juego de cojinetes del eje de levas.
- . Juego de empaques para la bomba de inyección.
- . Juego de pistones.

- . Juego de pulverizadores de los inyectores.
- . Juego de válvulas de escape y rectificación de las culatas.
- . Juego de bushings ó cojinetes de bancada y de biela.
- . Juntas de la culata.
- . Juntas de los balancines.
- . Permatex.
- . Sistema de embrague.

Tableros.

En períodos de:

- 1 día** - Limpieza general.
- Verificación del ajuste de los aparatos de medición.
 - Cambio de terminales, si fueré necesario a juicio del encargado.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Terminales.

Unidades de Arranque Manual y de Arranque Automático.

En períodos de:

- 1 día** - Control y reporte del nivel de aceite, si la unidad es de tipo de baño de aceite.
- Revisión del núcleo y bobina de retención.
- 6 meses** - Revisión de contactos.
- Revisión de elementos térmicos, metálicos ó de aceite.

- Revisión de bobinas.
- Revisión del sistema mecánico.
- Cambio opcional del aceite dieléctrico, ó del elemento térmico.
- Regulación del tiempo de arranque.
- Revisión de los cables de entrada y salida.

- 1 año**
- Mantenimiento de 6 meses; además:
 - Cambio obligatorio de aceite dialéctrico.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- Aceite dieléctrico (de transformador).
- Contactos.
- Elementos térmicos.
- Relevadores de tiempo.

Interruptores Termomagnéticos y de Navajas con Fusibles.

En período de:

- 1 día**
- Revisión del mecanismo.
 - Revisión visual del ajuste de las zapatas en los interruptores de navajas.
 - Revisión de los cartuchos fusibles.
- 6 meses**
- Limpieza de sulfatación de terminales.
 - Aplicación de una película de grasa a las cuchillas.
 - Ajuste del mecanismo de accionamiento.
 - Cambio de fusibles, si fuere necesario a juicio del encargado.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Cartuchos.
- . Fusibles.
- . Grasa.
- . Lijas.

Sub-estaciones Eléctricas.

En períodos de:

- 6 meses** - Comprobación dieléctrica del aceite.
 - Medición a tierra.
 - Revisión y limpieza de los ductos de conexión.
 - Prueba del aislamiento del transformador.
 - Revisión y limpieza de los pararrayos.
 - Revisión y limpieza de la línea de transmisión eléctrica.
 - Revisión de los corta-circuitos y sus fusibles.
 - Revisión de los apartarrayos.
- 1 año** - Mantenimiento de 6 meses.
 - Cambio de aceite dieléctrico, si fuere necesario a juicio del encargado.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Aceite de transformador.
- . Aislante de línea.
- . Apartarrayos.
- . Ductos.
- . Fusibles.

- Puntas de pararrayos.
- Terminales.

Medidores de Causal: Tipo Hélice y de Presión Diferencial.

En períodos de:

- 1 día**
- Cambio de disco del registrador.
 - Anotación de la lectura del totalizador y del flujo diario, éste por diferencia con la del día anterior.

- 1 semana**
- Control de la presión de la pluma sobre el disco registrador.
 - Drenaje del aceite de las cámaras y líneas, según instrucciones del manual.

- Nota:**
- Estas operaciones semanales pueden espaciarse a períodos más largos, de acuerdo con los resultados obtenidos.

- 1 mes**
- Regulación del registrador según lo establecido en el manual para verificar la exactitud de las lecturas especialmente la del cero y la correspondiente a la presión de prueba.

- 6 meses**
- Lubricación general incluyendo cambios de aceite de los depósitos, y ligero goteo de aceite en todos los ejes, pivotes y elementos móviles, sin desmontar ninguno de los mecanismos internos.

1 año - Limpieza y regulación completa de todos los mecanismos del registrador, lubricación y regulación del aparato.

Nota: - Las normas que anteceden son para medidores con transmisor de venturi ó de orificio, y receptor con cámara de presión diferencial, que tienen - indicador, disco registrador y totalizador de - flujo.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Aceites especiales.
- . Discos.
- . Tinta especial.

Cloradores de gas: De aplicación Directa y Tipo solución.

En períodos de :

- 1 día**
- Comprobación de que no hay fugas de cloro en el aparato, cilindros y líneas de cloro, y eliminación de las que pudiera haber.
 - Regulación de la proporción de alimentación de cloro en libras por cada 24 horas.
 - Registro de las horas de operación del clorador.
 - Registro de las presiones de agua y cloro, cuando hay manómetro.
 - Registro del peso del cilindro conectado, cuando hay báscula.
 - Cambio de cilindros, cuando se agote el conectado.
 - Limpieza exterior del aparato de cloración (en el cuarto).

- 1 mes**
- Revisión de la operación del aparato.
 - Revisión de la operación del booster.
 - Revisión del sistema de inyección: desarenadores, gárganta, mangueras y tubo de solución.
 - Limpieza de válvulas reductoras de presión a la entrada de los aparatos.
 - Limpieza de filtros, asientos y resortes de - - otras válvulas.
 - Comprobación de que no hay fugas de cloro, y -- eliminación de las que pudiere haber.
 - Aplicación de vaselina en las partes metálicas - que muestran principios de corrosión. ~~31~~
 - Limpieza de rotámetro y de la bola indicadora.
- 1 año**
- Desmontaje y limpieza completa del aparato, cambio de todas las partes defectuosas, regulación y comprobación del funcionamiento, incluyendo el - de la bomba de ayuda, cuando la hay.

Materiales, Repuestos y Lubricantes Necesarios:

- . Amoniaco.
- . Detergentes.
- . Diafragma.
- . Empaques.
- . Grasa.
- . Hojas de control.
- . Llaves de apretar conexiones.
- . Resortes.
- . Tubos flexibles.
- . Válvulas auxiliares.
- . Vaselina.

5.7 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE TRATAMIENTO.

Este capítulo tiene como finalidad proporcionar una idea general de los conceptos de operación y mantenimiento involucrados en cada uno de los sistemas de tratamiento propuestos.

Se pretende que el conocimiento de las necesidades de operación y mantenimiento para cada sistema, sea una variable más en la toma de decisiones para definir la mejor alternativa en cada caso en particular:

5.7.1 Pretratamiento.

Como ya se mencionó en capítulos anteriores, éste consta de tres unidades; el canal de rejillas, desarenador, control y medición de flujo.

Siendo este el punto de entrada a una planta de tratamiento, es aquí donde se tomarán las muestras y harán las mediciones necesarias para caracterizar las aguas residuales que entran a la planta. Las mediciones y determinaciones analíticas estarán definidas por cada proceso en particular.

No cuenta con equipos ó elementos mecánicos y su operación se refiere básicamente a retirar los materiales retenidos tanto en las rejillas como en el desarenador y a llevar un registro del gasto influyente a la planta.

Es necesario retirar con la mayor frecuencia posible el material retenido en las rejillas, se plantea como mínimo una frecuencia de cada 3 horas durante el día, este material se

depositará en contenedores para posteriormente enterrarlo ó -- transportarlo al rellano sanitario de la localidad.

El desarenador está diseñado para almacenar arenas por -- un tiempo de una semana, sin embargo, esto dependerá de cada caso en particular. Por operación el diseño contempla dos unidades, cada una de ellas para manejar el gasto total, de manera que mientras una esté en operación la otra esté en limpieza y así sucesivamente. Aún cuando las arenas depositadas son material inerte, será necesario destinar un sitio aledaño para su disposición.

El registro del caudal influente es importante ya que permite conocer las variaciones del gasto horario, diario y estacional, información que permitirá conocer el comportamiento de la planta ante fluctuaciones en el gasto de entrada y preever el tiempo en el cual se alcance el gasto máximo que puede tratar la planta y sus necesidades de ampliación.

Aún cuando los vertedores proporcionales son dispositivos de auto-limpieza es necesario revisarlos cada vez que se retire el material de las rejillas (cada 3 horas) para constatar que no exista material obstruyéndolas ó en su caso retirarlo.

No es necesario personal específico para estas unidades, estas operaciones serán efectuadas por el mismo personal requerido en las etapas subsecuentes de tratamiento.

5.7.2. Fosas sépticas.

Una de las mayores ventajas de estos dispositivos es que-

no tienen partes móviles y que prácticamente no requieren de -
operación y el mantenimiento es mínimo.

Lo único es inspeccionarlos como mínimo una vez al año y -
efectuar la extracción de lodos cuando la fosa se encuentre -
saturada.

Durante la inspección se deberán observar los dispositivos
de entrada y salida, retirando los materiales que puedan provo-
car obstrucciones. Asimismo, se deberán medir la profundidad-
de los los lodos y el espesor de las natas, esto en la zona-
de salida del efluente. La fosa deberá ser limpiada (extrayendo
su contenido por bombeo) cuando: a).- La nata se encuentre a-
10 cm. de la parte inferior del tubo de salida.

Se debe tener mucho cuidado en estas visitas de inspección
y en su caso durante la extracción de lodos, esto debido a la
posible acumulación de gases tóxicos dentro de la fosa. Se de-
berán tomar todas las precauciones posibles, y no introducir-
se al tanque sin una fuente de suministro de aire y ropas ade-
cuadas.

Por lo que respecta a los filtros intermitentes de arena,
estos están diseñados para operar por sí mismos. Sólo requie-
ren de una inspeccion mensual para checar el funcionamiento -
hidráulico del sistema. Cada tres semanas se deberá remover -
(no quitar) la capa superior del medio (10 cm.). Cuando el ta-
ponamiento del medio sea mayor a 30 cm. de profundidad, se de-
berá reemplazar una capa de 10 a 15 cm.

5.7.3 Tanques Imhoff.

Como ya se mencionó anteriormente, estos sistemas tienen como finalidad la remoción de sólidos suspendidos y su digestión. La sedimentación se lleva al cabo en canales colocados en la parte superior del tanque y la digestión es un comportamiento inferior. Se plantean dos opciones para la disposición de los lodos digeridos:

- a).- Su extracción por tubería y conducción a lechos de se cado, de donde serán retirados en forma sólida; ó - -
- b).- Su extracción por tubería y manejo en forma líquida para su disposición en rellenos sanitarios, transportándolos en pipa.

Los principales conceptos de operación y mantenimiento del sistema son:

- . Los correspondientes a pretratamiento.
- . Remoción diaria de grasas, espumas y sólidos flotantes del comportamiento de sedimentación.
- . Raspar semanalmente las paredes inclinadas de la cáma ra de sedimentación (con una rasqueta de hule) para re mover sólidos adheridos que puedan descomponerse.
- . Limpieza semanal de la ranura que comunica a la cámara de sedimentación con la de digestión.
- . Control de espumas en la cámara ó compartimiento de espumas, de ser posible mediante su rompimiento con agua a presión ó en caso dado, removerlos cuando su acumulación sea entre 0.6 y 0.9 m.
- . La remoción de lodos de la cámara de digestión deberá hacerse cuando el nivel de lodos llegue a una al-

tura de 0.5 m. por abajo de la ranura del compartimiento de sedimentación.

- Después de cada extracción de lodos digeridos, se deberá tener en cuenta cuidado de lavar las tuberías con aguas residuales, para evitar que queden cargadas con lodos y estos ocasionen su taponamiento.

En general y debido a que estos sistemas no requieren de dispositivos mecánicos, su operación y mantenimiento son relativamente sencillos. Se estima que se requiere de una persona en turno de 8 horas por cada 10,000 habitantes laborando de lunes a viernes y 4 horas los sábados.

5.7.4. Sedimentadores primarios.

Es un sistema similar al anterior, en este caso sí se requiere de equipo mecánico para mover la unidad de rastras que concentra los lodos en el centro del tanque (en una tolva), donde serán extraídos. Este mecanismo también colecta las grasas y material flotante, depositándolos en una charola de donde serán removidos.

Una diferencia importante entre estos y los tanque Imhoffes que en los sedimentadores simples ó primarios el lodo es crudo (no está digerido) y por consiguiente es susceptible de putrefacción con malos olores y de consistencia totalmente líquida. Su transportación necesariamente con pipas y el lugar de disposición deberá de ser cuidadosamente elegido para evitar contaminación. Esta transportación de lodos es quizás el concepto mayor en los costos de operación y mantenimiento.

de este sistema.

Los principales conceptos de operación y mantenimiento -- del sistema son:

- . Los correspondientes a pretratamiento.
- . La revisión diaria del sistema motor-reductor; medición de amperajes, sobrecalentamiento, ruidos, engrasado en su caso del sistema de transmisión (esto de acuerdo con lo especificado por el proveedor del equipo).
- . Remoción diaria de grasas y aceite acumulado en la charola de natas.
- . Remoción por lo menos tres veces por día de los sólidos sedimentados.
- . Transportación diaria de los sólidos removidos.
- . Cambio de aceite de transmisión según lo especificado por el proveedor entre 6 y 12 meses.

Este sistema aún cuando cuenta con partes mecánicas, éstas significan una cantidad de HP instalados relativamente baja. Independientemente del sistema de transporte de lodos, se estima que se requiere una persona para su operación y mantenimiento -- por cada 10,000 habitantes, ésta en un turno de 8 horas, en este caso sí deberá ser los 365 días del año.

5.7.5 Lagunas Facultativas.

Son sistemas de tratamiento secundario de tipo biológico -- que bien pueden considerarse como dispositivos naturales de tratamiento. Una vez conformado el sistema y en operación, no hay posibilidades de cambiar las condiciones de operación a menos --

que se modifique el diseño.

No requieren de equipo ni partes mecánicas, lo que hace que su operación sea muy sencilla y el mantenimiento se refiere a la obra civil, siendo su mayor parte el cuidado de bordos.

Los principales conceptos de operación y mantenimiento en las lagunas facultativas son:

- . Las correspondientes a pretratamiento.
- . Revisión diaria de las interconexiones, entrada y salida de las lagunas y en su caso la limpieza de las mismas.
- . La remoción de lodos ó material flotante en las lagunas.
- . La supervisión semanal del estado de los bordos y la eliminación de maleza en los mismos.
- . La prevención de erosión en los bordos, sobre todo en época de lluvias.
- . La prevención de daños por causa de roedores ó influencia de otro tipo de animales.
- . La aplicación de herbicidas e insecticidas para evitar la formación de maleza y la proliferación de insectos.

En general el sistema es muy sencillo y las actividades se refieren básicamente a vigilancia e inspección, esto puede ser desarrollado por una persona cada 20,000 habitantes. Sin embargo, se recomienda la contratación periódica, cada 4 meses, de una cuadrilla con seis peones durante una semana, para darle a la planta un mantenimiento general, eliminando malezas y conformando y manteniendo los bordos.

5.7.6. Lagunas aeradas.

Este sistema se plantea como alternativa cuando se requiere una eficiencia mayor a la obtenida con un tratamiento primario y no se cuenta con una disponibilidad amplia de terreno. Sin embargo, el costo de energía es alto.

Al igual que en el caso de lagunas facultativas, una vez implementado el sistema y ya en operación, las posibilidades de cambio ó modificaciones a las condiciones de operación son mínimas, es decir, el agua residual entra y pasa a través del proceso sin influencias del operador.

Así mismo, también estará formado por bordos lo que implica los cuidados y actividades planteadas para lagunas facultativas.

Sin embargo, la existencia en este caso, de lagunas aeradas, de una cantidad significativa de HP instalados, requiere de personal más calificado y en mayor cantidad. Se estima que se requieren como mínimo un operador y su ayudante en un turno de 12 horas durante 3.5 días de la semana, con lo que se necesitan dos operadores y dos ayudantes por cada 20,000 habitantes.

Los principales conceptos de operación y mantenimiento en las lagunas aeradas son:

- . Los correspondientes a pretratamiento.
- . Revisión diaria de las interconexiones; entrada y salida de las lagunas y en su caso la limpieza de las mismas.
- . La remoción de lodos ó material flotante en la laguna de maduración.

- La supervisión semanal del estado de los bordos y la -
eliminación de maleza en los mismos.
- La prevención de erosión en los bordos, sobre todo en-
época de lluvias.
- La prevención de daños por causa de roedores ó influen-
cia de otro tipo de animales.
- La aplicación de herbicidas e insecticidas para el con-
trol de maleza e insectos.
- La revisión diaria de los equipos de aeración, medición
de amperajes.
- Revisión periódica de los equipos, según especificacio-
nes de proveedores.

El personal propuesto deberá tener conocimientos básicos de-
mecánica y electricidad. Las mediciones y determinaciones analí-
ticas para este sistema y los anteriores se recomienda se hagan-
a través de compañías especializadas, mismas que podrán dar ase-
soramiento en la operación y mantenimiento de los sistemas.

5.7.7. Aeración extendida.

Este es ya un sistema de tratamiento con variantes en su for-
ma y condiciones de operación, en donde el operador fija y contro-
la las variables del proceso, éstas son principalmente:

- a) La relación de alimento (DBO_5)/microorganismos como--
sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado; -
- b) La descarga de lodos en exceso;
- c) La edad de lodos; y
- d) El porcentaje de recirculación de lodos.

Para poder llevar al cabo el control del proceso y mantener las condiciones óptimas del proceso, será necesario hacer determinaciones analíticas en forma rutinaria, para lo cual se requiere personal capacitado, y un laboratorio equipado para las determinaciones de sólidos en todas sus formas, DBO_5 , DQO y oxígeno-disuelto.

La operación del sistema deberá ser continuo durante las 24 horas del día, los 365 días del año y siempre deberá de haber un operador como mínimo en la planta, en la vigilancia del sistema y de los equipos en operación.

Los principales conceptos de operación y mantenimiento ~~en~~ -- una planta de tratamiento con proceso de aeración extendida son:

- . Los correspondientes a pretratamiento.
- . Medición continua del flujo influente a la planta, ca da 2 horas y una vez por turno en la recirculación y en caso necesario su ajuste.
- . Medición de pH una vez por turno en influente y licor mezclado.
- . Medición de oxígeno disuelto en licor mezclado, una vez por día.
- . Toma de muestra y determinación de sólidos suspendi-- dos volátiles en el licor mezclado, una vez por día.
- . Toma de muestra y determinación de DBO_5 y/o DQO en -- el influente y efluente 3 veces por semana.
- . Purga de lodos en exceso y su manejo.
- . Revisión diaria de los equipos de aeración, medición de amperajes y el mantenimiento de los mismos de - - .

acuerdo con especificaciones del proveedor.

- . Revisión diaria del sistema motor-reductor del sedimentador secundario; medición de amperajes, sobrecalentamiento, ruidos, lubricación, según especificaciones de mantenimiento del proveedor.

Se estima que se requieren: Un encargado de la planta de nivel preparatoria y conocimientos básicos de técnicas de análisis en laboratorio y dos operadores con dos ayudantes por cada 20,000 habitantes ó menos.

5.7.8. Zanjas de oxidación.

Esta es una modificación al proceso de lodos activados en su variante de aeración extendida, por lo que requiere de los mismos conceptos de operación y mantenimiento planteados en el inciso anterior.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA POTABILIZACION Y TRATAMIENTO
DE AGUAS**

**GUIAS PARA DETECCION Y SOLUCION DE PROBLEMAS
OPARACIONALES**

ING. JORGE AMUZCUA GARCIA

A 5.1 GUIAS PARA DETECCION Y SOLUCION DE PROBLEMAS OPERACIONALES

GUIA No. 1 PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE AERACION			
OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
1. Ebullición y violenta turbulencia a lo largo de la superficie del tanque de aeración. Presencia de burbujas grandes de aire, de 1/2 pulgada o más.	A.- Sobre-aeración que provoca niveles altos de O.D. y/o rompimiento de flóculos.	1.- Generalmente, el O.D. deberá estar en un rango de 1 a 3 mg/l.	1.- Reducir el gasto de aire para mantener el rango de oxígeno disuelto adecuado. (desfogar aire).
2. Superficie de aeración desigual. Zonas muertas o mezclado irregular en algunas áreas del tanque.	A.- Difusores obstruidos	1.- Verificar fichas de mantenimiento preventivo para averiguar la fecha en que se limpiaron los difusores por última vez.	1.- Si los difusores no han sido limpiados en los últimos 12 meses, hacerlo.
		2.- Revisar los sitios donde los difusores estén obstruidos en el tanque.	1.- Si algunos están obstruidos proceder a su limpieza.
	B.- Aeración deficiente que provoca niveles bajos de O.D. y/o olores desagradables.	1.- Determinar el valor de O.D. el cual deberá estar entre 1 a 3 mg/l.	1.- Aumentar el gasto de aire hasta restablecer su valor.
		2.- Revisar el patrón de mezclado en el tanque de aeración.	
		3.- Verificar los rangos de recirculación (RAS) y la profundidad de la capa de lodos en el Sedimentador Secundario.	1.- Ajustar los rangos de recirculación, para mantener una profundidad de la capa de lodos entre 30 y 90 cm.
3. Gastos excesivos de aire sin cambios aparentes en la carga orgánica e hidráulica. Dificultad para mantener el nivel de O.D.	A.- Fugas en las tuberías del sistema de aeración.	1.- Revisar tuberías de aire y sus conexiones, intentar localizar las fugas escuchándolas o aplicando jabonadura en las juntas para ver si hay burbujeo.	1.- Apretar bridas o cambiar empaques (parar previamente los compresores).

(CONT. GUIA No. 1) PROBLEMAS DEL SISTEMA DE AERACION

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>3.- Gastos excesivos de aire sin cambios aparentes en la carga orgánica e hidráulica. Dificultad para mantener el nivel de O.D.</p>	<p>B.- Difusores obstruidos. El aire escapa del cabezal de difusión provocando burbujeo excesivo en la superficie.</p>	<p>1.- Revisar el reporte de mantenimiento de la última limpieza de los difusores.</p>	<p>1.- Si los difusores no han sido limpiados en los últimos 12 meses, hacerlo.</p>
		<p>2.- Revisar los sitios donde los difusores están obstruidos en el tanque.</p>	<p>1.- Si algunos están obstruidos limpiarlos o cambiarlos.</p>
	<p>C.- Transferencia de Oxígeno insuficiente o inadecuada</p>	<p>1.- Vigilar el funcionamiento del sistema de aeración.</p>	<p>1.- Reemplazar los difusores y de ser posible mejorar su eficiencia instalándolos con otro material.</p>
		<p>2.- El sistema de aeración por difusión deberá proveer entre 50 y 95 m³ de aire por kg de DBO removida.</p>	<p>1.- Agregar más difusores.</p>
	<p>D.- Alta carga orgánica (DBO, DQO o materia suspendida) en los caudales internos de la planta.</p>	<p>1.- Determinar si las cargas orgánicas de los caudales internos (ver recirculación) contribuyen significativamente a la carga total del proceso.</p>	<p>1.- Si las cargas son mayores de 25% se requerirá una optimización del proceso en general en cuanto al manejo y tasa de recirculación.</p>

GUIA No. 2 PROBLEMAS POR ESPUMA EN EL TANQUE DE AERACION

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>1.- Espuma espesa, blanca o jabonosa presente en la superficie del tanque de aeración.</p>	<p>A.- Sobrecarga en el tanque de aeración (niveles de SSVLM bajos) usuales sobre todo durante el arranque del -- proceso.</p>	<p>1.- Determinar la carga de DBO -- (kg/día) y el nivel de SSVLM en el tanque de aeración. Calcular la relación F/M para determinar el nivel de SSVLM -- adecuados para la carga aplicada.</p>	<p>1.- Después de calcular el F/M y los mg/l de SSVLM necesarios encontrará que la relación -- F/M es alta mientras que el nivel de SSVLM es bajo. Por lo tanto, no debe purgarse, -- o bien, purgar cantidades mínimas si es imprescindible.</p>
		<p>2.- Vigilar si hay arrastre de sólidos en el efluente del sedimentador secundario. El efluente estará turbio.</p>	<p>1.- Mantener tasas de recirculación suficientes para minimizar el arrastre de sólidos -- especialmente durante los -- "picos" de flujo.</p>
	<p>B.- Distribución inapropiada del influente y/o del flujo de recirculación, causando ESPUMA en uno o más tanques de aeración.</p>	<p>1.- Monitorear las diferencias --- significativas en la concentración de SSVLM en tanques de -- aeración múltiples.</p>	<p>1.- Las concentraciones de SSVLM recirculación y OD en los -- tanques de aeración deberán ser consistentes.</p>
		<p>2.- Monitorear el influente primario y/o el flujo de recirculación en cada tanque de aeración.</p>	<p>1.- Modificar los dispositivos -- de distribución para mantener igual el influente y/o -- la tasa de recirculación -- al tanque de aeración.</p>
<p>2.- Espuma brillante y parduzca en la superficie del tanque de aeración.</p>	<p>A.- Baja carga en el tanque -- de aeración (alto SSVLM), debido a purga insuficiente de lodo del proceso.</p>	<p>1.- Revisar y monitorear los cambios siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Incremento en los SSVLM mg/l. b) Incremento en el TMRC Edad lodo. c) Decrecimiento en la relación F/M. d) Niveles de OD constantes con incremento del gasto de aire. e) Decrecimiento en los gastos de purga. 	<p>1.- Incrementar el gasto de purgado en no más del 10% por -- día, hasta que el proceso se aproxime a los parámetros -- normales de control, y que -- se observe una pequeña cantidad de espuma clara en la -- superficie del tanque de -- aeración.</p> <p>2.- Recurrir a las guías Nos. 5- y 6.</p> <p>3.- Para operación de tanques -- múltiples referirse a la observación No. 1, causa probable "E" de esta misma guía.</p>

(Cont. Guía No.2) PROBLEMAS POR ESPUMA EN EL TANQUE DE AERACION

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>3.- Espuma espesa, opaca en la superficie del tanque de aeración.</p>	<p>A.- Carga baja crítica en el tren de aeración (SSVLM demasiado altos) debido a purgado insuficiente.</p>	<p>1.- Revisión y monitoreo de las tendencias de cambio en los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Incremento en SSVLM(mg/l) b) Incremento en el TMRC y Edad de Lodo. c) Reducción de los valores de F/M. d) Mantener los niveles de OD incrementando los gastos de aire. e) Decrecimiento de la purga. 	<p>1.- Incrementar el gasto de purga en no más de 10% por día, hasta que el proceso se aproxime a los parámetros normales de control, y que se observe una pequeña cantidad de espuma clara.</p> <p>2.- Recurrir a las guías Nos. 5 y 7.</p> <p>3.- Para operación de tanques múltiples, recurrir a la observación "1". Causa Probable "B".</p>
		<p>2.- Determinar los niveles de OD en el tanque de aeración.</p>	<p>1.- Tratar de mantener los niveles de OD entre 1 y 3 mg/l, también debe vigilarse el estado adecuado en el tanque de aeración.</p>
	<p>B.- Purgado excesivo de lodos del proceso, provocando una sobrecarga en el tanque de aeración (bajo contenido de SSVLM).</p>	<p>1.- Revisión y monitoreo de las tendencias de cambio en los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Disminución de SSVLM (mg/l) b) Decrecimiento del TMRC y edad de lodos. c) Incremento en la relación F/M. d) Mantenimiento de los niveles OD con bajos gastos de aire. e) Incremento en el caudal de purga. 	<p>1.- Reducir los gastos de purga en no más del 10% diario, hasta que proceso se aproxime a los parámetros de control normales.</p> <p>2.- Incrementar la tasa de recirculación para minimizar el arrastre de sólidos en el efluente del clarificador secundario, manteniendo una profundidad de la capa de lodo entre 30 y 90 cm.</p>

(Cont. guía No. 2) PROBLEMAS POR ESPUMA EN EL TANQUE DE AERACION

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
3.- Espuma espesa, opaca en la superficie del tanque de aeración.	C.- Desechos altamente tóxicos como son metales o bactericidas, o severas variaciones en la temperatura, provocando una reducción de los SSVLM.	1.- Tomar una muestra de SSVLM y determinar metales, bactericidas y temperaturas. 2.- Monitoreo del influente para detectar variaciones significativas de temperatura.	1.- Restablecer un nuevo cultivo de lodos activados. Si es necesario purgar el lodo del proceso sin recircularlo.
	D.- Arrastre hidráulico de sólidos en el clarificador secundario.	1.- Determinar el tiempo de retención hidráulico en el tanque de aeración y los vertedores del sedimentador secundario. a) Nivel de Nitrato arriba de 1.0 mg/l en el clarificador secundario. b) Incremento en la demanda de cloro en el efluente secundario. c) Decrecimiento del pH en el efluente del tanque de aeración.	1.- Recurrir a la guía número 3, observación 1.
4.- Espuma jabonosa, café oscura, casi negra en la superficie del tanque de aeración. El color del licor mezclado es muy oscuro o casi negro. Detección de olores desagradables en el tanque de aeración.	A.- Condiciones anaerobias en el tanque de aeración.	1.- Recurrir a la guía No. 1 observaciones Nos. 2 y 3.	

Guía No.3 ARRASTRE DE SÓLIDOS EN EL EFLUENTE DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO

OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>1.- "Nubes" localizadas de lodos - homogéneos creciendo en ciertas áreas del sedimentador secundario. La prueba de sedimentabilidad demuestra que el licor mezclado sedimenta aceptablemente.</p>	<p>A.- Mal funcionamiento del equipo.</p>	<p>1.- Referirse a la guía No. 1, observaciones 1A, 2A y 2B.</p>	
		<p>2.- Revise el siguiente equipo por mala operación.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Calibración de medidores de flujo. b) Taponamientos parciales o totales de las tuberías o bombas de recirculación o purga. c) Mecanismos de colección de lodos, cadenas y rastras - rotas o gastadas; catarrinas o gomas averiadas o taponamientos en las tuberías de drenaje de lodos. 	<p>1.- Repare o reemplace el equipo que no funciona.</p>
		<p>3.- Revisar la tasa de remoción de lodos y la profundidad de la capa de éstos en el sedimentador secundario.</p>	<p>1.- Ajuste la recirculación y la velocidad del mecanismo de rastras para mantener la altura de la capa de lodos, entre 30 y 90.</p>

Cont. guía No.3 ARRASTRE DE SÓLIDOS EN EL EFLUENTE DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO

OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>1.- "Nubes" localizadas de lodos homogéneos creciendo en ciertas áreas del sedimentador secundario. La prueba de sedimentabilidad demuestra que el licor mezclado sedimenta aceptablemente.</p>	<p>B.- Aire o gas atrapado en los flóculos, o bien, nitrificación.</p>	<p>1.- Realizar la prueba de sedimentabilidad y agitar lentamente el lodo sedimentado para observar si suelta burbujas.</p>	<p>1.- Si no hay nitrificación referirse a la causa probable A de esta guía y a la observación No. 2 de la guía No. 7.</p>
	<p>C.- Arrastre de sólidos por sobrecarga hidráulica.</p>	<p>2.- Si hay liberación de burbujas-determinar nitratos (mg/l) en el efluente del secundario para verificar la nitrificación.</p>	<p>1.- Si hay nitrificación referirse a la causa probable A de la guía No. 5.</p>
<p>1.- Revisar el tiempo de retención hidráulico en los tanques de sedimentación secundaria y de aeración y los valores de la carga superficial del sedimentador secundario.</p>		<p>1.- Si las cargas hidráulicas exceden las de diseño, ajustar el valor del gasto.</p> <p>2.- Reducir la recirculación para mantener la altura de la capa de lodos.</p> <p>3.- Referirse a las causas probables B1 y B2 de esta guía.</p>	
<p>2.- Nubes localizadas de lodos esponjosos creciendo en ciertas áreas del sedimentador. El licor mezclado en la prueba de sedimentabilidad, deja flóculos dispersos en el sobrenadante.</p>	<p>A.- Sobrecargas en el tanque de aeración que ocasionan bajas edades de lodos con poca densidad.</p>	<p>1.- Revisar y monitorear las tendencias de cambio en los siguientes puntos:</p> <p>a) Reducción de nivel de SSVLM (mg/l).</p> <p>b) Reducción del valor de TMRC.</p> <p>c) Incremento en la relación F/M</p> <p>d) Gasto de aire insuficiente para mantener el nivel de OD.</p>	<p>1.- Reducir el gasto de purga en no más del 10% diariamente, para restablecer condiciones normales.</p>

guía No. 4 ABULTAMIENTO DE LODOS

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>1.- Grupos de sólidos esponjados - creciendo y extendiéndose a través del clarificador. El licor-mezclado sedimenta lentamente y es poco compacto en la prueba - de sedimentabilidad, sin embargo el sobrenadante es regularmente cloro.</p>	<p>A.- Nivel de OD o carga orgánica inadecuados.</p>	<p>1.- Revisar y monitorear tendencias de cambio en lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Reducción de los SSVLM. b) Reducción en el TMRC y Edad de Lodo. c) Incremento en la relación F/M. d) Cambio en los niveles de ... e) Incremento o reducción espon-tánea del IVL. 	<p>1.- Reducir los rangos de purga en no más del 10% por día hasta - que el proceso esté funcionan-do con los parámetros de ope--ración normal.</p> <p>2.- Temporalmente incrementar el gasto de recirculación para mi-nimizar el arrastre de sólidos. Continuar hasta restable-cimiento de condiciones norma-les.</p> <p>3.- El nivel de OD a través del --tanque de aeración debe ser ma-yor de 0.5 mg/l preferente de-1 a 3 mg/l.</p>
	<p>B.- Organismos filamentosos.</p>	<p>1.- Realizar el examen microscópico del licor mezclado y de la re--circulación. Si es posible, --tratar de identificar el tipo -de organismos filamentosos, --como hongos o bacterias.</p>	<p>1.- Si no se observan organismos filamentosos, recurrir a la cau--sa probable "A" de esta r</p>
	<p>2.- Si se identifican hongos, revi-sar las descargas de las indus-trias que puedan ocasionar pro-blemas.</p>	<p>1.- Clorar la recirculación (2 a 3 kg Cl₂/d.kg SSVLM).</p>	
<p>3.- Si las bacterias son identifi--cadas, revisar el influente de-agua residual y los caudales in-ternos para localizar organis--mos filamentosos.</p>	<p>1.- Aplicar el influente, cloro en dosis de 5 a 10 mg/l. Si se -requieren dosis altas aumente-poco a poco la dosificación (1 a 2 mg/l cada vez).</p> <p>2.- Clorar la recirculación (2 a 3 kg/día-100 kg de SSVLM).</p>		

(Cont. guía No.4) ABULTAMIENTO DE LODOS

OBSERVACIONES	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>1.- Grupos de sólidos esponjados - creciendo y extendiéndose a través del clarificador. El licor mezclado sedimenta lentamente y es poco compacto en la prueba de sedimentabilidad, sin embargo el sobrenadante es regularmente claro.</p>	<p>B.- Organismos filamentosos.</p>	<p>1.- Realizar el exámen microscópico del licor mezclado y de la recirculación. Si es posible, tratar de identificar el tipo de organismos filamentosos, como hongos o bacterias.</p>	<p>3.- Se requerirá optimizar el funcionamiento del resto de los equipos si se detecta la presencia de los organismos filamentosos en sus flujos de alimentación.</p>
	<p>C.- Deficiencia de nutrientes en el agua residual.</p>	<p>1.- Determinar los niveles de nutrientes en el influente de agua residual, la proporción de DBO a nutrientes será de 100 partes de DBO a 5 partes de nitrógeno total a una parte de fósforo y a 0.5 de hierro.</p>	<p>1.- Si los niveles de nutrientes son más bajos que el promedio deben analizarse el influente de agua residual para adicionar nitrógeno en forma de amoniaco, fósforo como fosfato de sodio y/o hierro en forma de cloruro férrico.</p>
		<p>2.- Realizar pruebas de sedimentabilidad del licor mezclado cada hora.</p>	<p>1.- Observar las pruebas para mejorar las características de la sedimentación de lodos con adición de nutrientes.</p>
<p>D.- Bajo OD en el tanque de aeración.</p>	<p>1.- Determinar el OD en varios puntos a través del tanque.</p>	<p>1.- Si el promedio de OD es menor que 0.5 mg/l, incrementar el gasto de aire hasta que el nivel de OD se incremente entre 1 y 3 mg/l a través del tanque.</p> <p>2.- Si los niveles de OD son cerca de cero en algunas partes del tanque y 1 mg/l o más en otros puntos, hacer un balance del sistema de distribución de aire con difusores limpios.</p> <p>Referirse a la guía No. 1, observación 2.</p>	

(cont. guía No. 4) ABULTAMIENTO DE LODOS

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>1.- Grupos de sólidos esponjados - creciendo y extendiéndose a través del clarificador. El licor - mezclado sedimenta lentamente y es poco compacto en la prueba de sedimentabilidad, sin embargo el sobrenadante es regularmente claro.</p>	<p>E.- El pH en el tanque de aeración es inferior a 6.5</p>	<p>1.- Monitorear el pH del influente de la planta.</p>	<p>1.- Si el pH es menor que 6.5 inspeccionar las descargas industriales para identificar la fuente. Si es posible, parar o neutralizar la descarga fuente.</p> <p>2.- Si el punto anterior no es posible, subir el pH con la adición de un agente alcalino, tales como: sosa cáustica o cal en el influente de la aeración.</p>
		<p>2.- Verificar si el proceso está nitrificado debido a alguna elevación de temperatura del agua residual o a bajos valores de F/M</p>	<p>1.- Si no se requiere nitrificación incrementar el gasto de purga - pero no más del 10% por día para parar la nitrificación.</p> <p>2.- Si se requiere la nitrificación aumentar el pH por la adición de un agente alcalino, como sosa cáustica o cal en el influente de la aeración.</p>

guía No. 5 Lodos Aterronados

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
<p>1.- Terrones de lodos (del tamaño de pelotas de tenis hasta balones de basketbol), creciendo -- y dispersándose en la superfi-- cie del clarificador. El licor-- mezclado en la prueba de sedi-- mentabilidad sedimenta bastante bien, sin embargo una porción -- de o todos los lodos sedimenta-- dos suben a la superficie una o dos horas después de que la -- prueba se ha iniciado.</p>	<p>A.- Desnitrificación en el cla-- rificador.</p>	<p>1.- Checar el incremento del nivel del nitrato en el efluente se-- cundario.</p>	<p>1.- Incrementar el gasto de purga -- pero no más del 10% por día pa-- ra reducir y eliminar el nivel de nitrificación.</p>
		<p>2.- Checar los parámetros de carga.</p>	<p>1.- Mantener los rangos de recircu-- lación para mantener el proceso con un TMRC, una edad de lodo una relación F/M adecuados.</p>
		<p>3.- Checar los niveles de temperatu-- ra y OD en el tanque de aera-- ción.</p>	<p>1.- Mantener el nivel de OD en un -- valor mínimo de 1 mg/l vigilar-- que haya un mezclado adecuado en el tanque de aeración.</p>
		<p>4.- Checar rangos de recirculación y la profundidad de la capa de lodos en el clarificador.</p>	<p>1.- Ajustar el caudal de recircula-- ción para mantener una profun-- didad de la capa de lodos, en-- tre 30 y 60 cm en el clarifica-- dor.</p>
	<p>B.- Mal olor en el clarifica-- dor.</p>	<p>1.- Recurrir a la guía No. 1 observación No. 2.</p>	

GUIA No. 6 EFLUENTE DEL SECUNDARIO TURBIO

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCIÓN
<p>1.- Efluente secundario del clarificador es turbio y contiene materia suspendida en la prueba de sedimentabilidad, el licor mezclado sedimenta pobremente y el sobrenadante es turbio.</p>	<p>A.- Bajo SSVLM en el tanque de aeración debido al arranque del proceso.</p>	<p>1.- Recurrir a la guía No. 2 observación No. 1</p>	
	<p>B.- Incremento en la carga orgánica.</p>	<p>1.- Realizar examen microscópico en el licor mezclado y en la recirculación detectar la presencia de protozoarios.</p>	<p>1.- Si no hay protozoarios presentes, posiblemente han ocurrido choques en la carga orgánica.</p>
		<p>2.- Determinar la carga orgánica del proceso.</p>	<p>1.- Reducir el gasto de purga (no más del 10% por día) para llevar al proceso a los parámetros de carga normales e incrementar la tasa de recirculación para mantener la capa de lodos entre 30 y 60 cm.</p>
		<p>3.- Determinar el nivel de OD en el tanque de aeración.</p>	<p>1.- Ajustar los gastos de aire para mantener el nivel de OD en 1 y 3 mg/l.</p>
	<p>C.- Cargas tóxicas.</p>	<p>1.- Realizar examen microscópico en el LM y en la recirculación Detectar la presencia de protozoarios inactivos.</p>	<p>1.- Si los protozoarios son inactivos, es posible que hayan introducido sustancias tóxicas.</p> <p>2.- Recurrir a la guía No. 2, Observación No. 1-C</p>
	<p>D.- Sobreaeración que ocasiona rompimiento de flóculos.</p>	<p>1.- Realizar examen microscópico en el licor mezclado. Detectar dispersión y fragmentación de los flóculos y la presencia de protozoarios activos.</p>	<p>1.- Recurrir a la guía No. 1, observación No. 1-A.</p>
<p>E.- Niveles inadecuados de OD en el tanque de aeración.</p>	<p>1.- Revisar la carga orgánica y la concentración de SSVLM.</p>	<p>1.- Recurrir a la guía No. 1, observación No. 2.</p>	

guía No. 7 FLOCULOS PEQUEÑOS Y DISPERSOS

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCIÓN
<p>1.- Flóculos finos dispersos se extienden a través del clarificador con pequeñas agrupaciones de lodo acumuladas en la superficie y descargando en los vertedores. El licor mezclado en la prueba de sedimentabilidad sedimenta bastante. El lodo es denso en el fondo y el sobrenadante contiene finas partículas de flóculos suspendidos.</p>	<p>A.- El tanque de aeración funciona en condiciones de carga baja (alto SSVLM) debido a edades altas de lodos.</p>	<p>1.- Revisar las tendencias de cambio, respecto a los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Incremento en SSVLM b) Incremento en el TMRC Edad de lodo c) Disminución de la relación F/M d) Niveles de OD constantes - con incremento en el gasto de aire. e) Disminución de caudal de purga. f) Reducción en la carga orgánica (DBO/DQO en el efluente primario). 	<p>1.- Incrementar el gasto de purga (no más del 10% por día) para que el proceso alcance los parámetros de control óptimos para la carga orgánica promedio.</p>
		<p>2.- Detección de espuma en el tanque de aeración.</p>	<p>1.- Recurrir a la guía No. 2.</p> <p>2.- Ajustar las tasas de recirculación para mantener una profundidad de la capa de lodos, entre 30 y 60 cms.</p> <p>3.- Recurrir a la guía No. 1 para observaciones adicionales.</p>
<p>2.- Pequeñas partículas de material parecido a la ceniza flotando en la superficie del clarificador.</p>	<p>A.- Inicio de la nitrificación</p>	<p>1.- Ejecutar la prueba de sedimentabilidad agitando levemente la superficie.</p>	<p>1.- Si los flóculos flotantes sueltan burbujas y sedimentan.</p> <p>Ver guía No. 5 causa probable A.</p> <p>2.- Si no hay sedimentación recurrir a la causa probable B siguiente:</p>
	<p>B.- Excesiva cantidad de grasa en el licor mezclado.</p>	<p>1.- Realizar un análisis de grasa en los SSVLM y ajustar los desnatadores del tanque primario.</p>	<p>1.- Si el contenido de la grasa excede del 15% en peso de los SSVLM, reparar o reemplazar los baffles si es necesario.</p>

cont. guía No. 7) FLOCULOS PEQUEÑOS Y DISPERSOS

OBSERVACION	CAUSA PROBABLE	REVISAR	SOLUCION
		2.- Revisar el contenido de grasa en el agua residual cruda.	1.- Interrumpir la alimentación.
<p>3.- Partículas de lodo disperso --- (de 1/4 pulgada aproximadamente de largo) extendidas a través del clarificador y en la descarga de los vertedores. El licor mezclado en la prueba de sedimentabilidad sedimenta bien.</p> <p>El lodo no es compacto y en el fondo se encuentran pedazos de flóculos suspendidos. El sobrenadante es bastante claro.</p>	<p>A.- El tanque de aeración está ligeramente subcargado (bajo SSVLM) debido a cambios en la carga orgánica.</p>	<p>1.- Revisar y monitorear las tendencias de cambio de los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Disminución de los SSVLM b) Disminución del TMRC y Edad de Lodo. c) Incrementa la relación F/M d) Bajos gastos de aire para mantener el nivel OD e) Incremento en el caudal de purga. f) Incremento o reducción de la carga orgánica (DBO/DQO en el efluente primario). <p>2.- Vigilar la espuma en el tanque de aeración.</p>	<p>1.- Reducir el gasto de purga (no más del 10% por día) hasta que el proceso alcance los parámetros de control óptimos para una carga orgánica promedio.</p> <p>1.- Recurrir a la guía No. 2</p> <p>2.- Ajustar los rangos de regulación para mantener una profundidad de la capa de lodos, entre 30 y 60 cms.</p> <p>3.- Reducción en los gastos de aeración para mantener el nivel de OD mínimo de solo 1.0 mg/l en el tanque de aeración.</p> <p>Refiérase a la guía No. 1 para observaciones adicionales.</p>



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA POTABILIZACION Y TRATAMIENTO
DE AGUAS**

PRUEBAS DE CONTROL EN LABORATORIO

ING. JORGE AMUZCUA GARCIA

4 PRUEBAS DE CONTROL EN LABORATORIO

Las propiedades del agua residual presentan variaciones a través del tren de tratamiento al cual está sometido, por lo que se hace necesario la supervisión de los procesos. Esto se puede realizar mediante muestreos y análisis de laboratorio, de acuerdo a un programa de monitoreo.

Con los resultados que se obtengan de las pruebas de laboratorio se podrá determinar los cambios en la calidad del agua residual respecto al tiempo y lugar, la eficiencia de cada proceso, así como la identificación de problemas para tomar las acciones necesarias antes de que ellas causen serios efectos en la calidad del efluente.

4.1 Laboratorio

El laboratorio representa el instrumento indispensable para llevar a cabo un apropiado control del proceso; dada la importancia que reviste, el laboratorio debe de contar con las instalaciones de servicios y medidas de seguridad, con equipo y material así como con los métodos de muestreo y técnicas recomendadas para la determinación de parámetros específicos para cada proceso, además de la capacitación técnica de los laboratoristas.

A continuación se enuncian los siguientes puntos que son importantes a considerar:

- a) Muestreo
- b) Selección de parámetros
- c) Sitios de muestreo
- d) Diagrama de muestreo

4.2

- a) Muestreo

Un buen procedimiento de muestreo es la clave para la obtención de información valiosa, por lo tanto las técnicas de muestreo, deben ejecutarse con el mayor de los cuidados.

Una muestra es solamente una pequeña fracción del total de flujo de agua residual o tratada y si se tiene los debidos cuidados en su toma, se puede asegurar que la muestra es representativa.

Las muestras pueden ser recolectadas dependiendo del propósito de muestreo. Se tienen dos formas diferentes:

- La primera consiste en recolectar una porción única en un tiempo dado, por lo tanto es representativa de las características instantáneas del agua.

- El segundo tipo de muestreo es una "combinación" de muestras tomadas en tiempos conocidos; la combinación de volúmenes produce una muestra final representativa de las características del agua referente al período de muestreo completo.

Por ejemplo en el tanque de aireación se recomienda realizar un muestreo combinado, es decir, recolectar varios volúmenes de agua en diferentes puntos del tanque (figura _____) puede ser a la entrada del agua, en medio y al final del tanque y se mezclan los volúmenes para obtener uno solo, aproximadamente de tres litros.

Es indispensable que los recipientes de muestreo se encuentren bien limpios para prevenir cualquier contaminación de la muestra; el material y tamaño de los recipientes estarán en función del tipo de análisis químico o físico que se le vaya a practicar a la muestra y por lo regular se requieren recipientes de plástico de tres litros de capacidad para aquellas muestras a las cuales se les va a realizar análisis fisicoquímicos.

Los recipientes de las muestras recolectadas deberán estar debidamente etiquetadas (anotar: fecha, hora, sitio de muestreo, clave, etc.); a estas muestras se les practicará inmediatamente después su análisis, o bien, para preservarlas se guardarán en refrigeración a 3 o 4°C para prevenir cualquier descomposición bacteriana.

Para mayor información sobre las técnicas de muestreo y métodos de preservación, consultar el Standard Methods (referencia _____).

4.3

b) Selección de parámetros

Para llevar el control del proceso y evaluar la eficiencia para cada unidad de tratamiento se determinarán los parámetros más representativos, siendo estos los indicados en la tabla _____ (Consultar la sección de Conceptos Básicos).

Por ejemplo:

Para el tanque de aireación, el parámetro que indica la eficiencia del proceso es la DQO, y/o DBO.

En el Apéndice _____ se presentan las técnicas de laboratorio (tomadas del Standard Methods) para algunos parámetros de la tabla _____.

Existen otros parámetros de laboratorio los cuales pueden efectuarse inmediatamente, tales como:

- . Concentración de oxígeno disuelto
- . Volúmen de lodos sedimentado

4.4

c) Localización de los puntos de muestreo

La recolección de muestras se realizará periódicamente en los sitios señalados en la figura 4.1

4.5

d) Programa de muestreo

La frecuencia de muestreo y seguidamente los análisis de laboratorio, están en función de las necesidades operacionales y situaciones anormales que se susciten en los procesos. En la figura _____ se muestra un programa de muestreo recomendado para la planta de tratamiento de POLIFOS.

Es conveniente llevar hojas de registro de datos y bitácoras para su posterior revisión e interpretación (Figuras _____).

4.6 Metodología para determinación de parámetros

4.6.1

Flujo

Una medida física indispensable de realizar en la planta es sin duda el caudal; sin estas mediciones de caudales es imposible tener un verdadero control del proceso, no se podrían calcular las cargas hidráulicas y orgánicas, las relaciones F/M, requerimientos de aire, tiempos de retención, gastos de recirculación y purga, estimación de costos y necesidades, así como las eficiencias para

cada unidad de tratamiento.

4.6.2

Temperatura

Es uno de los factores ambientales más importantes para el crecimiento bacteriano, generalmente se incrementa la tasa de crecimiento al doble por cada 10°C de aumento en la temperatura.

La temperatura se define como una medida del grado calorífico referido a un cierto cuerpo. Se mide en grados centígrados o Celsius °C o bien, en grados Fahrenheit (°F).

La temperatura del agua tiene efectos en su capacidad de absorción de gases.

Para la medición de la temperatura se utiliza un termómetro con escala de -10 a 100°C, subdividido en 0.5 o 1.0°C

Para lograr mediciones de temperatura realmente representativas es necesario tomar lecturas en el punto de muestreo o inmediatamente después de la recolección de la muestra.

La exactitud del termómetro se puede verificar ocasionalmente con algún termómetro debidamente certificado por la D.G.N.

4.6.3

pH: Potencial de Hidrógeno

El pH es uno de los factores ambientales que afecta la actividad de los microorganismos.

Cuando se detectan cambios repentinos o valores anormales de pH puede ser indicio de descargas industriales con fuerte acidez o alta alcalinidad en el agua residual. Tales descargas son determinantes en los procesos biológicos así como en los sistemas de colección y equipos de tratamiento y pueden ser estas descargas detenidas para neutralizarlas, antes de ingresar a la planta.

Una disminución del pH en el proceso biológico puede ser indicativa de que se está llevando a cabo la nitrificación porque la alcalinidad se está reduciendo, produciendo dióxido de carbono durante este proceso.

El pH se define como el potencial de los iones hidrógeno (H+).

La escala práctica de pH, comprende del cero (ácido) al catorce (alcalino), siendo el siete el valor medio de esta escala, que corresponde a la neutralidad exacta del agua destilada a 25°C.

El pH puede ser medido colorimétricamente o electrométricamente. Si se determina electrométricamente puede ser con un potenciómetro con precisión de +0.01, este equipo ofrece múltiples ventajas, pues

no está sujeto a la interferencia que pueden causar el color, turbiedad, materia coloidal, presencia de agentes oxidantes y reductores.

Debido a que existen en el mercado diferentes modelos y marcas comerciales, no es posible proporcionar instrucciones detalladas para la operación correcta de cada equipo, sin embargo se sugiere observar las siguientes recomendaciones:

- . Revisar si existen fallas mecánicas, electrodos agrietados, taponamiento de conexión.
- . Asegurarse que la batería del equipo portátil se encuentre en óptimas condiciones.
- . Calibrar el equipo de acuerdo a su instructivo.
- . Ajustar el valor de pH a la de la solución amortiguadora.

4.6.4

Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto (O.D.) es aquel oxígeno que se encuentra disuelto en un líquido y es expresado como miligramos por litro (mg/l). Se cuenta con diferentes tipos de pruebas para determinar el contenido de O.D. en el agua residual; generalmente se utilizan métodos iodométricos y el del electrodo de membrana. La modificación al método iodométrico se conoce como el Método de Winkler.

El método del electrodo de membrana es el más usado porque viene

integrado con su agitador, además es fácil de operar y puede adaptarse su instrumentación para el control del proceso, se utilizan para monitorear la concentración del O.D. en los tanques de lodos activados, para determinar el suministro de aire en el sistema y mantener un residual deseado de O.D., evitando alguna sobreareación.

Recomendaciones:

- 1) El electrodo de membrana debe ser conservado adecuadamente y calibrado diariamente para asegurar que sus mediciones sean correctas.
- 2) Introducir el electrodo en el lugar de muestreo hasta que quede completamente inmerso en el agua, evitar las burbujas de aire que pueden quedar atrapadas.
- 3) Antes y después de cada lectura enjuagar el electrodo con agua destilada.
- 4) Seguir las instrucciones de su manual.

4.6.5

Tasa de consumo de oxígeno (TCO)

Esta prueba es usada para determinar la rapidez de consumo de oxígeno por los microorganismos, es una prueba de rutina en la operación de la planta y es indicativo de los cambios en las condiciones de operación para el proceso de lodos activados.

Aparatos

- . Equipo para medición de oxígeno disuelto (oxímetro) y electrodo de membrana.
- . Cronómetro
- . Termómetro

Procedimiento

- 1.- Se calibra el oxímetro de acuerdo a las instrucciones de su Manual, se efectúan las correcciones por presión y temperatura,
- 2.- La muestra de licor mezclado del tanque de areación se recolecta en un frasco para DBO hasta quedar lleno, se introduce en el interior un agitador magnético y el electrodo (es esencial una adecuada mezcla) del oxímetro de tal forma que la boca del frasco queda completamente cubierta por éste.
- 3.- Se dispara el botón para inmediatamente registrar las lecturas de la concentración de oxígeno disuelto a intervalos de tiempo menores a un minuto o bien dependiendo de la velocidad de consumo de oxígeno.

4.- Determinar la temperatura de la muestra antes y después de la prueba.

Los resultados de esta determinación son completamente sensibles a las variaciones en la temperatura.

Esta determinación es también sensible al retraso en tiempo entre la recolección de la muestra y la iniciación de la prueba.

Cálculos

Se grafican las lecturas de concentración de oxígeno disuelto (mg/l) con su respectivo tiempo (en minutos) y se determina la pendiente de la línea para el mejor ajuste.

La pendiente de la tasa de consumo de oxígeno en miligramos por litro por minuto.

Ejemplo:

4.6.6

Materia Sedimentable

Las pruebas para la materia sedimentable (conocidas como las pruebas en el Cono Imhoff) es una medida del volumen de la materia sólida que sedimenta en el fondo de un cono Imhoff en una hora. El volumen de sólidos sedimentables se lee en mililitros por litro (ml/l) directamente de la graduación marcada en la parte inferior del cono Imhoff.

El valor de esta prueba proporciona rápidamente un chequeo de la eficiencia de la unidad de sedimentación. Adicionalmente se puede realizar una estimación aproximada del volumen de sólidos removidos por la unidad de sedimentación. Solamente trazas de sólidos sedimentables pueden quedar como remanente en el efluente del secundario. Una mala remoción de materia sedimentable puede estar relacionada con los siguientes problemas los cuales pueden ocurrir en el tanque de sedimentación:

Primario y Secundario

- 1) Sobrecarga hidráulica
- 2) Distribución irregular del flujo para múltiples unidades
- 3) Corrientes con velocidades excesivamente altas
- 4) Efluente del tanque a desiguales alturas-corto circuito
- 5) Técnicas apropiadas de muestreo

4.6.7.

Volúmen de lodos sedimentados a los 30 minutos

La determinación del volumen de lodos sedimentados de una suspensión biológica se efectúa en forma rutinaria para el monitoreo del proceso biológico, este resultado es usado para

calcular el índice volumétrico de lodos y las características de compactación de los lodos en el clarificador secundario, también se puede estimar la tasa de recirculación de lodos.

Material

Una probeta graduada de material de vidrio de un litro de capacidad

Un cronómetro

Un termómetro

Procedimiento

Recolectar una muestra compuesta del licor mezclado (tanque de aireación) y vaciar a la probeta, homogenizar la muestra para que se distribuyan uniformemente los sólidos, llevarla al nivel de un litro.

Observar y anotar el volumen de mililitros que van recorriendo los lodos sedimentados, a intervalos de tiempo de 5, 10, 15, 20, 25,

30, 45 y 60 minutos.

Reportar el volumen de lodos sedimentados en mililitros para un intervalo de tiempo indicado.

Las variaciones en la temperatura de la muestra, los métodos de agitación si se aplican, el diámetro de la probeta o de la columna de sedimentación y el tiempo entre el muestreo y la iniciación de la prueba, afectan significativamente los resultados.

4.6.8

Índice Volumétrico de Lodos

El índice volumétrico de lodos (IVL) es el volumen en mililitros ocupado por un gramo de lodos después de 30 minutos de sedimentación.

El IVL normalmente es usado para monitorear las características de sedimentabilidad de los lodos activados y otras suspensiones biológicas.

La experiencia dicta que puede ser usado como parámetro del control de proceso.

Procedimiento

1.- Determinar la concentración de los sólidos suspendidos totales del licor mezclado (SSTLM)

2.- Determinar el volumen de lodos sedimentados a los 30 minutos.

Cálculos

La precisión de la prueba está en función de las mediciones efectuadas por el analista.

4.6.9

Velocidad de la Zona de Sedimentación (VZS)

Se establece que en la suspensión con alta concentración de sólidos suspendidos se determina una zona de sedimentación. Este tipo de sedimentación tiene lugar bajo condiciones estáticas y se caracteriza por una diferencia interfacial entre el líquido sobrenadante y la zona de sólidos, así se tienen distintas alturas de las interfases del lodo y se miden a diferentes tiempos.

Los datos obtenidos en la prueba de la zona de sedimentación para una suspensión dada, son utilizados para el diseño, operación y evaluación de un sedimentador.

La velocidad de la zona de sedimentación es función de la concentración de los sólidos suspendidos y de la altura de la suspensión.

Aparatos.

- Una probeta graduada de un litro de capacidad, utilizada como un pequeño cilindro.
- Un cilindro de material translúcido de un metro de altura y 10cm de diámetro.
- Un cronómetro.
- Un termómetro.

Procedimiento

Se registran las lecturas del volumen sedimentado de la suspensión a diferentes intervalos de tiempo, de acuerdo a la metodología señalada en la sección correspondiente a la determinación del volumen de lodo sedimentado.

Cálculos

- Se grafica la altura en cm o el volumen en ml en el eje de las coordenadas vs el tiempo en minutos en el eje de las abscisas.
- Unir los puntos (dibujar la curva).
- Trazar una línea que atraviese los primeros puntos (zona de sedimentación).
- Obtener la pendiente de esa línea, la cual se puede expresar en cm por minuto o mililitros por minuto.

Ejemplo

4.6.10

Análisis Microscópico de los lodos activados

Los análisis microscópicos de los sólidos suspendidos del licor mezclado (SSLM) son importantes en la evaluación del proceso de lodos activados ya que dan indicios de las condiciones en que se encuentra y sirve de base para tomar las acciones necesarias para ajustar el proceso.

Dentro de los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias, las cuales son responsables de la purificación del agua residual, además, se tienen a los protozoarios que juegan un papel importante en la clarificación del agua residual.

La predominancia de ciertos microorganismos tales como los ciliados y rotíferos en los SSLM, table _____, es señal de una buena calidad del lodo; por lo tanto un tratamiento biológico en estas condiciones y con apropiadas tasas de recirculación y purga, incluyendo suficiente areación (1.5 a 2 mg/l de O.D.) puede producir efluentes con concentraciones menores de 10 mg/l en términos de la DBO.

En forma inversa, la predominancia de organismos filamentosos y número limitado de ciliados es característico de una pobre calidad de los lodos activados y frecuentemente esta condición está asociada con la mala sedimentación de los lodos, es decir, el flóculo del lodo es más ligero y esponjoso porque presenta baja de densidad.

Con los resultados que se obtengan de los análisis microscópicos, se puede tomar la decisión de incrementar o disminuir el TMRC basado en la predominancia relativa de ciliados y rotíferos; estas observaciones hacen posible detectar cambios en las cargas orgánicas y si se correlacionan con las características de sedimentabilidad de los SSLM a los 30 minutos y con la relación alimento-microorganismos F/M, se podrá ajustar la concentración de los sólidos suspendidos del licor mezclado.

Control del Proceso

Es recomendable efectuar una vez a la semana el análisis microscópico de los lodos activados para determinar la predominancia relativa de los microorganismos, así como llevar el registro de estos resultados, los cuales se ordeñarán de acuerdo al formato de la figura _____; de esta manera se logrará tener una mejor interpretación en la evaluación de la eficiencia de remoción del sistema de tratamiento biológico.

Un incremento o disminución en la predominancia de estos microorganismos influye en el rendimiento del proceso.

A continuación se describen los grupos de microorganismos contenidos en el formato antes mencionado.

- a) Amiboides.- Denota predominancia cuando arranca el proceso de lodos activados.
- b) Flagelados.- La predominancia de éstos puede estar asociada con flóculos dispersos, baja población bacteriana y alta carga orgánica. Cuando se inicia el desarrollo de flóculos más densos y el incremento bacteriano, la predominancia de flagelados empieza a disminuir.

- c) Ciliados libres.- Están presentes en los lodos activados generalmente cuando hay gran número de bacterias, alimentándose de ellas y clarificando el efluente. La predominancia de estos aunada a la ausencia de otros protozoarios significa buena calidad del agua efluente, por lo tanto una eficiente remoción de materia orgánica.
- d) Ciliados fijos.- Estos organismos están presentes cuando los ciliados libres son incapaces de competir por el alimento disponible. Los ciliados fijos están adheridos a algo sólido y deben aprehender sus alimentos cuando les pasan por delante.
- e) Rotíferos.- Son muy eficaces al consumir bacterias dispersas y floculadas así como pequeñas partículas de materia orgánica. Su presencia indica el envejecimiento de los lodos y la estabilización del sistema.
- f) Nemátodos.- Son organismos del grupo de los metozoarios y su presencia es indeseable en los procesos de lodos activados.

APENDICE A GLOSARIO

Aerobios.— Organismos que utilizan oxígeno molecular (O_2) disuelto en el agua para sus funciones vitales.

Anaerobios.— Organismos que utilizan, para cumplir sus procesos vitales, el oxígeno contenido en los sólidos, orgánicos e inorgánicos, presentes en las aguas, liberado en la descomposición de éstos.

Alcalinidad.— Parámetro que presenta el contenido de carbonatos, bicarbonatos, e hidróxidos en el agua, expresado comúnmente en términos de mg/l de $CaCO_3$.

Bacterias.— Organismos unicelulares que, en caso del proceso de lodos activados, son responsables de la degradación de la materia orgánica contenida en ellas, debido a que se han adaptado a utilizarla como sustrato o alimento. Existen varios tipos de bacterias pero las que efectúan la degradación son aerobias principalmente. Su desarrollo óptimo está ligado al cumplimiento de requerimientos específicos de sustrato, oxígeno, pH, temperatura y otros, fuera de los cuales se inhibe o impide su crecimiento.

Biodegradabilidad.— Comportamiento de los compuestos orgánicos ante un sistema de oxidación biológica que depende en forma básica, de su estructura química y de la adaptación que los microorganismos encargados de la degradación hayan desarrollado respecto a dichos compuestos. Así, mediante una aclimatación adecuada, un grupo de microorganismos pueden especializarse, adaptarse, o degradar un compuesto que otros grupos no pueden.

Biodegradación.— Se define así a la oxidación de compuestos orgánicos complejos, llevada a cabo por microorganismos que los transforman a sustancias orgánicas estables, dióxido de carbono y agua.

Biomasa.— Designa al conjunto de microorganismos presentes en el tratamiento secundario y que se encargan de realizar la biodegradación de la materia orgánica a la que utilizan como sustrato. Se ha considerado aceptable el valor de los SSVLM como valor indicativo indirecto de los microorganismos existentes en el tanque de aeración.

Carga.— Orgánica: Representa la cantidad de sustrato aplicada al proceso por día. Usualmente sus unidades son kg DBO/d ó kg DQO/d.

— Superficial; Parámetro de diseño para tanques de sedimentación. Se expresa mediante el caudal ($m^3/día$) aplicado por unidad de área (m^2) del sedimentador. Su importancia deriva del hecho de que afecta directamente las eficiencias de remoción de sólidos sedimentables, en suspensión y DBO.

— En vertederos: define el caudal que pasa por unidad de longitud de vertederos. Su uso permite evaluar el estado de éstos. Sus unidades son $m^3/m.d$.

Corto Circuito Hidráulico.— Se define a la situación en la cual un volumen de agua pasa, en un tanque, un tiempo menor al de retención.

Demanda Bioquímica de Oxígeno.— Se define como la cantidad de oxígeno utilizado para la oxidación biológica de la materia orgánica carbonácea, contenida en las aguas residuales, durante un tiempo específico, a 20°C.

Demanda Química de Oxígeno.— Es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar materia orgánica e inorgánica por reacciones puramente químicas, sin embargo, existen compuestos que no son oxidados durante la determinación de la DQO.

Efluente.— Aguas negras, agua u otro líquido crudo o parcialmente tratado, que sale de un depósito, estanque o planta de tratamiento o alguna parte de ella.

Enzimas:— Agentes catalizadores (es decir que aceleran una reacción) que juegan un importante papel en el mecanismo de la biodegradación, pues mediante el desarrollo de enzimas apropiadas, puede un microorganismo adaptarse a utilizar como sustrato o alimento un compuesto específico. El desarrollo de este "equipo enzimático" es lo que forma el fundamento para denominar lodos activados a este proceso, (es decir, la activa) para la biodegradación

Flóculo.— Agrupación de materia orgánica, nutrientes y microorganismos formada por aglutinamiento de los componentes.

Fosfatos.— Sales o esteres de los ácidos fosfóricos.

Índice Volumétrico de Lodos.— Es el volumen de mililitros ocupado por un gramo de sólidos, del líquido mezclado del aerador, sedimentado durante 30 minutos.

Lodos.— Sólidos acumulados por asentamiento en los tanques sedimentadores con mayor o menor contenido de agua formando una masa semilíquida.

Lodos activados.— Sólidos sedimentados en el tanque de sedimentación secundaria que contienen microorganismos adaptados a la biodegradación del desecho influente. Son recirculados al tanque de aeración para mantener una concentración constante de microorganismos.

Materia Inorgánica.— Sustancias químicas de origen mineral. Por lo general no se volatilizan al ser calentadas.

Materia Orgánica.— Sustancias químicas de origen animal, vegetal e industrial, incluye a la mayor parte de los compuestos de carbono y combustibles y volatilizables por el calor.

Metabolismo.— Los nutrientes absorbidos por los microorganismos sufren diferentes reacciones bioquímicas, entre ellas las de oxidación y síntesis mediante las cuales los microorganismos desarrollan sus funciones vitales. Durante la oxidación se libera energía que es aprovechada por la biomasa para sintetizar nuevas células. Estos dos procesos, oxidación y síntesis son denominados metabolismo.

Nivel de Tratamiento.— Las operaciones efectuadas durante el tratamiento de aguas residuales producen diferentes calidades de efluente según sea el objetivo que persiguen; así por ejemplo, un sedimentador primario produce efluentes con bajo contenido de sólidos sedimentados, mientras que el efluente de un desarenador tendría una calidad menor. Por esta razón se ha dividido en niveles a las distintas operaciones o procesos con base en la calidad del efluente que producen; de esta manera se tienen niveles: preliminar, primario, secundario y avanzado.

Nutrientes.— Sustancias utilizadas por los microorganismos para producir nuevas células en el proceso de síntesis. Usualmente se utiliza este término para designar al Nitrógeno y al Fósforo.

Organismos Coliformes.— Se denomina así a un grupo de bacterias que habitan predominantemente en el intestino humano. El grupo más importante de estas bacterias es el llamado Escherichia Coli ya que se les considera indicadores indirectos de la presencia de organismos patógenos (es decir, que pueden causar enfermedades) en las aguas. De esta manera el criterio de calidad bacteriológico está basado en la presencia de estos organismos en el efluente final. Por otra parte los tratamientos de desinfección se diseñan para eliminar la mayor cantidad posible de ellos.

Oxidación.— Una de las tres fases, junto con la síntesis y la respiración endógena, de que consta la degradación de materia orgánica. Consiste en su descomposición por la biomasa, mediante el oxígeno disuelto produciendo energía, dióxido de carbono y agua.

Proceso.— Conjunto de operaciones con un propósito común, por ejemplo: el proceso de lodos activados, en su forma más sencilla se compone de las operaciones de aeración y sedimentación.

Relación de Compactación.— Término que resulta de dividir la concentración de sólidos suspendidos volátiles en la recirculación entre los sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado. Este cociente está en relación directa con la calidad de los lodos y, por consiguiente, con la eficiencia del proceso.

Respiración Endógena.— Respiración que se lleva a cabo a partir de la energía que tienen los microorganismos como reserva dentro de su célula al agotarse la materia orgánica disponible en el agua.

Sedimentación.— El proceso de asentar y depositar la materia suspendida que arrastra el agua y otros líquidos por gravedad. Esto se logra disminuyendo la velocidad del líquido por debajo del límite necesario para el transporte del material suspendido.

Síntesis.— **Elaboración.**— Elaboración de moléculas complejas a partir de moléculas sencillas o pequeñas. Para que se lleve a cabo este proceso se requiere de energía.

Sustrato.— Se define así a la materia orgánica disponible como fuente de alimento para los microorganismos.

Tiempo de Retención.– Tiempo (en horas) que permanece un líquido en un tanque para un caudal dado, suponiendo un desplazamiento total. Se obtiene al dividir el volumen del tanque entre el gasto.

Tren de tratamiento.– Conjunto de operaciones y procesos destinados a producir agua renovada de una calidad establecida, partiendo de las características del agua residual influente, p.ej. el tren de tratamiento para producir agua para riego de áreas verdes usando el proceso de lodos activados (nivel de tratamiento secundario) incluye: remoción de sólidos flotantes con rejillas de barras, desarenado, sedimentación primaria, aeración, sedimentación secundaria y desinfección con cloro.

Urea.– Compuesto químico cuya fórmula es $C(NH_2)_2$ (Diamida del ácido carbónico).

Vertederos.– Dique, mampara o pared con o sin escofaduras que suele emplearse para control de nivel o para medición de caudal.

Zona Muerta Hidráulica.– Sitio de un tanque en los que no se realiza movimiento, o bien, en los que la dirección es diferente a la de la corriente.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

*OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA POTABILIZACION Y TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES*

" DEFINICIONES Y TABLAS "

M. EN I. FERNANDO MARTINEZ GUZMAN

POTABILIZACIÓN

POTABILIZACIÓN ES LA ACCIÓN DE ADECUAR LAS AGUAS QUE SE CAPTAN MEDIANTE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS, PARA DARLES CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS QUE LAS HACEN APTAS PARA EL CONSUMO HUMANO.

- 1).- USO DOMÉSTICO
- 2).- LIMPIEZA DE INMUEBLES
- 3).- CALEFACCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
- 4).- RIEGO DE ÁREAS VERDES
- 5).- LIMPIEZA URBANA
- 6).- PISCINAS Y ESTANQUES RECREATIVOS
- 7).- OBRAS DE ORNATO
- 8).- PROCESOS INDUSTRIALES
- 9).- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- 10).- COMO MEDIO PARA ARRASTRAR DESECHOS

PROCESOS TÍPICOS

EL PROCESO DE DESINFECCIÓN COMO ÚNICO TRATAMIENTO TIENE LUGAR EN AQUELLAS AGUAS CON UN ALTO ÍNDICE BACTERIOLÓGICO. EN GENERAL SE ESTABLECE LA DESINFECCIÓN APLICANDO CLORO EN GAS O SOLUCIÓN, QUEDANDO EL USO DE COMPUESTOS DE CLORO (HIPOCLORITOS) PARA LOS CASOS EN QUE EL ESTUDIO ECONÓMICO COMPARATIVO CON CLORO LÍQUIDO, LE SEA FAVORABLE.

EL PROCESO DE FILTRACIÓN LENTA Y DESINFECCIÓN SE APLICA EN AGUAS CONTAMINADAS, CON VALORES BAJOS DE TURBIEDAD Y COLOR EN TODAS LAS ÉPOCAS. SE ESTIMAN LOS VALORES MÁXIMOS SIGUIENTES: TURBIEDAD = 50 UNIDADES, COLOR = 30 UNIDADES, AMBOS 80 UNIDADES.

- LA REMOCIÓN DE FIERRO Y MAGNESO SE HACE DE ACUERDO CON LA FORMACIÓN DE LOS IONES EN EL AGUA. SE INDICÓ EN 3.4 QUE LAS AGUAS CON IONES DE FIERRO Y MAGNESO QUE NO FORMEN COMPLEJOS CON MATERIA ORGÁNICA SE PUEDE COAGULAR CON O SIN AERACIÓN.

EN ESTE MISMO TIPO DE AGUAS, PUEDE FACILITARSE LA OXIDACIÓN DE IONES POR AERACIÓN, SIGUIENDO CON UN LECHO DE CONTACTO (GRAVA GRUESA, COKE, ETC.) EN DONDE SE DEPOSITAN LOS ÓXIDOS DE FIERRO Y MAGNESO PROMOCIÉNDOSE UNA ACCIÓN CATALÍTICA SOBRE LOS IONES DE LAS AGUAS INFLUENTES.

- EN LAS AGUAS CLARAS POCO MINERALIZADAS, CON TENDENCIA A LA ACIDEZ, NO ES EFICIENTE EL PROCESO DE AERACIÓN, EMPLEÁNDOSE LA CLORACIÓN O LA OZONIZACIÓN CON O SIN COAGULACIÓN O LA APLICACIÓN DE POLIFOSFATOS QUE ACTÚAN COMO "SECUESTRADORES" DE LOS IONES FE Y MN QUE SE DEBEN DOSIFICAR EN LA MISMA OBRA DE CAPTACIÓN, ANTES QUE LAS AGUAS TENGAN CONTACTO CON EL AIRE.

- LA REMOCIÓN DE FE Y MN POR MEDIO DE INTERCAMBIO CATIONICO SE HACE CON EFECTIVIDAD EN AGUAS QUE NO HAN SIDO AERADAS PREVIAMENTE.

- LA FLUORURACIÓN DE LAS AGUAS SE PUEDE EFECTUAR DESPUÉS DE ESTUDIAR EL ASPECTO PRÁCTICO Y ECONÓMICO DEL PROCESO, UTILIZANDO PRINCIPALMENTE EL FLUORURO Y EL SILICOFUORURO DE SODIO EN SOLUCIÓN. PARA LA DESFLUORURACIÓN SE UTILIZAN LAS SUSTANCIAS SIGUIENTES: SULFATO DE ALUMINIO, ALÚMINA ACTIVA, FOSFATO TRICÁLCICO Y FOSFATO DE CALCIO.

- LA REMOCIÓN DE OLORES Y SABORES DEL AGUA, CON ORIGEN EN LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS ORGANISMOS SE PUEDE REMOVER CON EFECTIVIDAD DOSIFICANDO SULFATO DE COBRE EN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO, INHIBIENDO CUALQUIER DESARROLLO DE ALGAS. EN CLIMAS PROPICIOS Y AGUAS CON CARACTERÍSTICAS TALES, QUE PUEDEN TENERSE DESARROLLOS DE ALGAS DURANTE SU PASO EN UNA PLANTA POTABILIZADORA, SE PUEDE TENER UNA PRECLORACIÓN PARA INHIBIRLOS.

EL PROCESO DE CLARIFICACIÓN CON SEDIMENTACIÓN SIMPLE, FILTRACIÓN LENTA Y DESINFECCIÓN, ES RECOMENDABLE EN AGUAS CONTAMINADAS, Y CON CARACTERÍSTICAS POR SEDIMENTACIÓN SIMPLE A VALORES QUE PUEDAN MANEJAR POSTERIORMENTE LOS FILTROS LENTOS.

EL PROCESO DE CLARIFICACIÓN CON COAGULANTES, FILTRACIÓN RÁPIDA Y DESINFECCIÓN, SE USA EN AQUELLAS AGUAS CUYA CALIDAD NO HACE -- PRÁCTICO NI ECONÓMICO, UTILIZAR LOS PROCESOS ANTERIORES. COMO EJEMPLOS DE AGUAS APTAS PARA ESTE PROCESO, SE TIENEN:

- ÁGUAS CON TURBIEDAD (MÁS DE 100 UNIDADES)
- ÁGUAS CON TURBIEDAD ALTA (MÁS DE 1 00 UNIDADES). USANDO PRESEDIMENTACIÓN.
- ÁGUAS CON ALTO CONTENIDO DE COLOR
- ÁGUAS CON TURBIEDAD VARIABLE, ALTO COLOR Y BAJA ALCALINIDAD
- ÁGUAS CON FIERRO Y MANGANESO QUE NO FORMEN COMPLEJOS ORGANICOS

EL PROCESO SE PUEDE ANTECEDER CON AERACIÓN.

EL ABLANDAMIENTO POR PRECIPITACIÓN QUÍMICA CON CAL, SE UTILIZA EN AQUELLAS AGUAS CON CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES DE DUREZA -- DE CARBONATOS Y CON CAL-CARBONATO DE SODIO.

EL ABLANDAMIENTO MIXTO CON CAL-INTERCAMBIADORES CATIONICOS, SE EMPLEA EXITOSAMENTE EN AGUAS CON DUREZA DE CARBONATOS Y DE NO -- CARBONATOS, Y EN DONDE EL ABATIMIENTO DE ÉSTE ÚLTIMO RESULTE -- MÁS ECONÓMICO CON INTERCAMBIADORES QUE CON CARBONATO DE SODIO.

LA DESMINERALIZACIÓN COMO COMPLEMENTOS AL PROCESO DE ABLANDA -- MIENTO MIXTO, SE HACE EN AQUELLAS AGUAS CUYOS VALORES DE SULFA -- TOS Y/O CLORUROS SOBREPASEN POR MUCHO A LOS ESPECIFICADOS EN -- LAS NORMAS DE CALIDAD (250 PPM C/U), Y QUE POR LAS COMBINACIO -- NES CON LOS IONES SODIO DE LAS AGUAS, PUEDAN PRODUCIR EFECTOS -- CATÁRTICOS AL INGERIRSE. EN CADA CASO PARTICULAR, SE DEBERÁ HACER UN ESTUDIO ECONÓMICO DEL COSTO DE AGUA DESMINERALIZACIÓN PARA ESTABLECER EL GRADO DE PROCESO.

- LOS OLORES Y SABORES PRODUCIDOS POR LOS GASES DISUELTOS EN EL AGUA DURANTE SU TRAYECTO SUBTERRÁNEO, SE ELIMINAN POR AERACIÓN Y/O LECHOS DE CONTACTO DE CARBÓN ACTIVADO O GRANULAR, PROVOCÁNDOSE EN ÉSTOS EL EFECTO DE "ABSORCIÓN".
- EN LAS AGUAS FUERTEMENTE CLORADAS, LOS LECHOS DE CARBÓN GRANULAR SON EFECTIVOS PARA REMOVER OLORES Y SABORES CLOROSOS.
- OTRO PROCESO QUE HA SIDO INTENSAMENTE ANALIZADO EN LA FILTRACIÓN, CUYOS MECANISMOS SE HAN ESTUDIADO CON MAGNÍFICOS RESULTADOS ENTRE LOS CUALES MENCIONAMOS: OPTIMIZACIÓN DEL LECHO FILTRANTE, VELOCIDAD DE FILTRACIÓN, CONTROL DE LOS FILTROS RÁPIDOS Y RETROLAVADO DEL FILTRO CON CAUDALES DE LAS UNIDADES QUE PERMANECEN EN OPERACIÓN.

DIAGRAMA DE FLUJO BASICO

UN TREN DE TRATAMIENTO DE CLASIFICACIÓN CONVENCIONAL, COMO EL QUE SE MUESTRA EN LA FIG. 4.1., PROCESO QUE POR CIERTO ES MUY USUAL, NOS PROPORCIONA LOS ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE LA MAYORÍA DE LAS PLANTAS POTABILIZADORAS.

EN RIGOR LOS COMPONENTES DE UNA POTABILIZADORA SE PUEDEN CONJUGAR EN CINCO GRUPOS:

ESTRUCTURAS

SE TRATA DE LAS UNIDADES DONDE SE VERIFICAN LOS PROCESOS; EJEMPLO: FLACULADOR, SEDIMENTADORES, FILTROS; ETC.

EDIFICIOS

EDIFICACIONES QUE ALOJAN OFICINAS, LABORATORIO, VIGILANCIA, TALLER, BODEGA, SALAS DE CONTROL ELÉCTRICO, SUBESTACIONES, MANEJO DE REACTIVOS.

EQUIPO

TODOS LOS ELEMENTOS ELECTROMECA'NICOS QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA, COMO: TURBOMAQUINARIA, REDUCTORES DE VELOCIDAD, CLASIFICADORES DIVERSOS, ARRANCADORES, INTERRUPTORES, SUBESTACION ELCTRICA, ETC.

INSTALACIONES

RAMALES QUE PERMITEN LA CONEXION ENTRE UNIDADES DE PROCESO, -- CONSTITUIDAS POR TUBERIAS, PIEZAS ESPECIALES Y VALVULAS; ALIMENTACIONES Y SALIDA DE SUBPRODUCTOS, COMO AGUA DE PROCESO Y L--DOS; LINEAS ELCTRICAS PARA DISTRIBUCION DE FUERZA, ALUMBRADO, TIERRAS Y CONTROL; REDES HIDRAULICA, SANITARIA Y PLUVIAL, TANTO INTERIORES COMO EXTERIORES; SISTEMAS NEUMATICOS.

INSTRUMENTACION Y CONTROL

SON LOS DISPOSITIVOS QUE PERMITEN HACER AJUSTES PRA CALIBRAR EL PROCESO, EJEMPLO: MEDICION DE GASTO, ADICION DE REACTIVOS, INTERACCION ENTRE DIVERSOS EQUIPOS, REGULACION DE CICLOS DE TRAT--MIENTO Y RETROLAVADO, ETC.

OPERACION DEL SISTEMA

- . FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.
- . EL PROCESO.
- . CONTROL DE LABORATORIO.
- . BALANCE DE MASA Y REACTIVOS.

MANTENIMIENTO

EN SI, UNA PLANTA POTABILIZADORA ES UNA FABIRCA, EN DONDE SE -- PROCESA AGUA CON EL FIN DE MODIFICAR SUS CARACTERISITCAS FISICO QUIMICAS Y BACTERIOLÓGICAS, DE ENTRADA, PARA OBTENER UN EFIUENTE DE MEJOR CALIADAD; EN ESTAS CIRCUNSTANCIAS, LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL SON APLICABLES A ESTOS SISTEMAS.

EN TÉRMINOS GENERALES, HAY QUE DAR MANTENIMIENTO PERIÓDICO AL EQUIPO, COMO LO INDICAN LOS INSTRUCTIVOS DEL FABRICANTE, SE DEBEN VERIFICAR EN RUTINAS COTIDIANAS LOS DIVERSOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA PLANTA, PARA CERCIORARSE QUE ESTÁN TRABAJANDO APROPIADAMENTE. CUANDO LOS DISPOSITIVOS MECÁNICOS PRODUCEN RUIDOS DESUSUALES, HAY QUE PROCEDER A REVISAR LOS ELEMENTOS DE ANCLAJE Y SUJECCIÓN, SI LOS RUIDOS PERSISTEN O SON UBICADOS EN EL INFERIOR DEL EQUIPO, DEBE PROGRAMARSE INMEDIATAMENTE SU REPARACIÓN. EL DESCUBRIMIENTO OPORTUNO DE UN PROBLEMA MECÁNICO EVITARÁ UNA REPARACIÓN COSTOSA O EL REEMPLAZO DEL EQUIPO

LA LUBRICACIÓN DEBE REALIZARSE DURANTE UN HORARIO FIJO DE OPERACIÓN Y DEBE SER REGISTRADO, SIGUIENDO SIEMPRE LAS INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS. HAY QUE CERCIORARSE QUE LOS ACEITES Y GRASAS SEAN LOS APROPIADOS.

SE RECOMIENDA PINTAR LA PLANTA CUANDO MENOS UNA VEZ CADA DOS AÑOS, ÉSTO ADEMÁS DEL ASPECTO ESTÉTICO DE LAS INSTALACIONES, PROTEGE LAS PARTES DE FIERO Y ACERO PROLONGANDO LA VIDA ÚTIL DEL METAL. DEBE EVITARSE QUE LA PINTURA CUBRA LAS ETIQUETAS DE IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARÍA.

UN ASPECTO IMPORTANTE EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ES CONOCER AL FABRICANTE DE CADA EQUIPO DE LA PLANTA, EL UBICAR A LOS PROVEEDORES PERMITE AHORRAR TIEMPO CUANDO EL EQUIPO SE DESCOMPONE. ES FUNDAMENTAL CONTAR CON LOS CATÁLOGOS DE LAS CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS Y DE CONSERVACIÓN DE LOS EQUIPOS.

UNA LIMPIEZA GENERAL DIARIA EN LA PLANTA ES IMPORTANTE.

LA OPERACIÓN DE LA PLANTA PUEDE SER CONTROLADA Y AJUSTARSE CON BASE EN ALGUNAS OBSERVACIONES GENERALES Y PRUEBAS SIMPLS DE LABORATORIO.

- . Dotación de agua potable por habitante = 250 l/hab/día
- . Porcentaje de agua descargada = 80% de la Dot.
- . Coef. de Harmon para cálculo de gastos extremos en función del número de habitantes

$$F = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

P = Población en miles de habitantes

POBLACION 10 ³ HAB.	COEF. DE HARMON (f)	Q MED (l/seg)	Q MAX (l/s) q med x F	Q MIN (l/s) Q MED/F
2.5	3.508	5.79	20.31	1.65
5.0	3.245	11.57	37.54	3.56
7.5	3.077	17.36	53.52	5.64
10.0	2.955	23.15	68.41	7.82
15.0	2.778	34.72	96.45	12.36
20.0	2.652	46.30	122.78	17.45
30.0	2.477	69.44	172.00	28.05
40.0	2.356	92.59	218.14	39.26

Si se considera como máximo un 86.5% de la población con servicio de alcantarillado, obtenemos los gastos de diseño que se considerarán para el dimensionamiento de unidades de tratamiento.

POBLACION 10 ³ HAB.	Q MED l/s	Q MAX l/s	Q MIN l/s
2.50	5	17.54	1.43
5.00	10	32.45	3.08
7.50	15	46.15	4.87
10.00	20	59.10	6.76
15.00	30	83.34	10.68
20.00	40	106.08	15.08
30.00	60	148.62	24.24
40.00	80	188.48	33.92

Se recomienda que cada localidad efectúe el aforo de su o sus descargas de aguas residuales, a fin de tener una información más confiable. Los

TABLA 2.1.- SUPERFICIE REQUERIDA (en m²) POR TIPO DE PLANTA
Y TAMAÑO DE LA POBLACION

POBLACION (Hab.)	SISTEMA DE TRATAMIENTO					
	TANQUES INHOFF (1)	SEDIMENT. PRIMARIA (2)	LAGUNAS FACULTATIVAS	LAGUNAS AERADAS	AERACION EXTENDIDA	ZANJAS DE OXIDACION
2 500	250 a 500	100 a 200	1500 a 2000	5000 a 7500	250 a 500	500 a 750
5 000	500 a 750	200 a 300	2500 a 3000	7500 a 10000	500 a 750	1000 a 1500
7 500	750 a 1000	300 a 400	4000 a 5000	10000 a 12500	750 a 1000	1500 a 2000
10 000	1000 a 1500	400 a 600	50000 a 60000	12500 a 15000	1000 a 1250	2000 a 2500
15 000	1500 a 2000	600 a 800	70000 a 80000	15000 a 20000	1250 a 1500	2500 a 3000
20 000	2000 a 2500	800 a 1000	90000 a 110000	20000 a 25000	1500 a 2000	3000 a 3500
30 000	2500 a 3000	1000 a 1200	140000 a 160000	25000 a 30000	2000 a 2500	3500 a 4000
40 000	3000 a 3500	1200 a 1400	180000 a 200000	30000 a 35000	2500 a 3000	4000 a 4500

(1) : Incluyendo lechos de secado de lodos.

(2) : Sin incluir disposición final de lodos.

TABLA Nº 3.1.- CLASIFICACIONES DE LAS AGUAS DE LOS CUERPOS RECEPTORES SUPERFICIALES
EN FUNCION DE SUS USOS Y CARACTERISTICAS DE CALIDAD (Ref. 4)

Clase	U S O S	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
		pH	Temperatura (°C)	O.D. (mg/l)	Bacterias Coliformes NMP (Organismos/100 ml)	Aceites y Grasas (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Turbiedad (U.T.J.)	Color (Escala Platino Cobalto)	Olor y Sabor	Nutrientes Nitrógeno y Fósforo	Materia Flotante	Substancias Tóxicas
			Límite Mínimo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo	Límite Máximo		
DA	Abastecimiento para sistemas de agua potable e industria - alimenticia con desinfección únicamente. Recreación (contacto primario) y libre para los usos DI, DII Y DIII	6.5 a 8.5	C.N. más 2.5 (a)	4.0	200 fecales (b)	0.76	No mayor de 1000	10	20	Ausentes	(c)	Ausente	(d)
DI	Abastecimiento de agua potable con tratamiento convencional (coagulación, sedimentación, filtración y desinfección) e industrial.	6.0 a 9.0	C.N. más 2.5 (a)	4.0	1000 fecales (e)	1.0	No mayor de 1000	C.N.	(f)	(g)	(c)	Ausente	(d)
DII	Agua adecuada para uso recreativo, conservación de flora, fauna y usos industriales.	6.0 a 9.0	C.N. más 2.5 (a)	4.0	10 000 coliformes totales como promedio mensual ningún valor mayor de 20000(h)	Ausencia de película visible	No mayor de 2000	C.N.	C.N.	C.N.	(c)	Ausente	(d)
DIII	Agua para uso agrícola e industrial.	6.0 a 9.0	C.N. más 2.5 (a)	3.2	1000 (j) y libre para los demás cultivos.	Ausencia de película visible	(i)	C.N.	C.N. más		(c)	Ausente	(d)
DIV	Agua para uso industrial (excepto procesamiento de alimentos)	5.0 a 9.5		3.2									(d)

pH - Potencial hidrógeno
O.D. - Oxígeno disuelto
N.M.P. - Número más probable

U.T.J. - Unidades de turbiedad Jackson
mg/l - miligramos por litro

C.N. - Condiciones naturales
°C - Grados centígrados

CUADRO 5.5.1.- MODELOS Y ECUACIONES PARA EL DISEÑO DE LAGUNAS FACULTATIVAS (Ref. 11)

	GLOYNA	MARAIIS Y SHAW	MODELO DE FLUJO PISTON	WEHNER-WILHELM EQ AND THIRUMURTHI APPLICATIONS												
<p>ECUACIONES O PARAMETROS DE DISEÑO</p>	$\frac{V}{Q} = t = 0.035 La_0^{(35-T)} f f'$ <p>V : Vol. laguna, m³ Q : Flujo influente, l/d t : Tiempo ret. hidrául., d La : DBO última o DBO₅ x 1.2 Q : Coef. temp. 1.085 T : Temp. del agua °C f : factor de toxicidad algas f' : factor demanda de O₂ por S</p> <p>Para Aguas domésticas</p> <p>DBO₅ = 80 - 90 % f = 1.0 f' = 1.0 para SO₄ < 500 mg/l Profundidad = 1.5-1.8 para climas con variación estacional signific. en temp.</p>	$\frac{C_n}{C_0} = \left[\frac{1}{1 + kct_n} \right]^n$ <p>Cn : Conc. DBO₅ efluente, mg/l Co : Conc. DBO₅ influente, mg/l Kc : tasa de una reacción de primer orden y mezclado completo, días⁻¹ tn : tiempo de retención hid. en cada laguna, días. n : número de lagunas en serie.</p> <p>(Ce) max = $\frac{700}{0.6d + 0}$ (Co) max = max. conc. DBO₅ para mantener condiciones aerobias, mg/l d : profundidad de la laguna, ft.</p> <p>La máxima eficiencia es obtenida cuando tn es igual en la serie.</p>	$\frac{C_e}{C_0} = e^{-kpt}$ <p>Co : Conc. DBO₅ influente, mg/l Co : Conc. DBO₅ efluente, mg/l e : base log. natural, 2.7183 kp : tasa de reacción de 1er. orden en flujo pistón, días⁻¹ t : tiempo de ret. hidrául. días. kp : varía con la carga aplicada de DBO₅ como sigue:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Carga DBO₅ kg/ha/d</th> <th>kp₂₀ día⁻¹</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>22</td><td>0.045</td></tr> <tr><td>45</td><td>0.071</td></tr> <tr><td>67</td><td>0.083</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.096</td></tr> <tr><td>112</td><td>0.129</td></tr> </tbody> </table>	Carga DBO ₅ kg/ha/d	kp ₂₀ día ⁻¹	22	0.045	45	0.071	67	0.083	90	0.096	112	0.129	$\frac{C_e}{C_0} = \frac{4ae^{1/2D}}{(1+a)^2 d^{a/2D} - (1-a)^2 e^{-a/2D}}$ <p>Co : Conc. DBO₅ influente, mg/l Co : Conc. DBO₅ efluente, mg/l e : base log. natural, 2.7183 a = $\sqrt{1 + ktd}$ k : tasa de reac. 1er. orden día⁻¹ t : tiempo ret. hidrául. días D : número adimensional para dispersión.</p> <p>$D = \frac{H}{vL} = \frac{Ht}{L^2}$</p> <p>H : Coef. dispersión axial, área por tiempo. v : velocidad fluido, largo por tiempo. L : long. en la trayectoria de una partícula típica, longitud.</p>
Carga DBO ₅ kg/ha/d	kp ₂₀ día ⁻¹															
22	0.045															
45	0.071															
67	0.083															
90	0.096															
112	0.129															
<p>AJUSTE DE PARAMETROS POR TEMPERATURA</p>	<p>Incluidos en las ecuaciones</p>	$k_{c_T} = k_{c_{35}} (1.085)^{T-35}$ <p>k_{cT} = tasa de reacción a la mín. temp. de operación k_{c35} : tasa de reac. a 35°C-1.2 d⁻¹ T : mínima temperatura del agua, °C</p>	$k_{p_T} = k_{p_{20}} (1.09)^{T-20}$ <p>k_{pT} = tasa de reacción a mín. temp. de oper. del agua. k_{p20} : tasa de reac. a 20°C T : temp. mín. de operación en el agua.</p>	$k_T = k_{20} (1.09)^{T-20}$ <p>k_T : tasa de reacción a la mín. temp. de oper. en el agua. k₂₀ : tasa de reacción a 20°C = 0.15 d⁻¹ T : mín. temp. de operación en el agua °C</p>												

TABLA 5.1.- CONCENTRACION DE SATURACION DE OXIGENO
EN FUNCION DE LA TEMPERATURA °C (REF. 11)

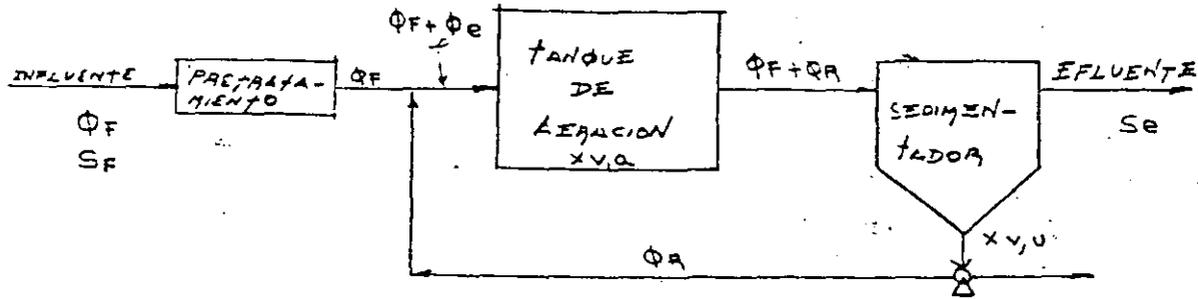
mg/l	°C
5	12.75
6	12.43
7	12.12
8	11.83
9	11.55
10	11.27
11	11.01
12	10.76
13	10.52
14	10.29
15	10.07
16	9.85
17	9.65
18	9.45
19	9.26
20	9.07
21	8.90
22	8.72
23	8.56
24	8.40
25	8.24
26	8.09
27	7.95
28	7.81
29	7.67
30	7.54

TABLA 5.2.- PRESION DE VAPOR DE AGUA EN FUNCION
LA TEMPERATURA (mmHg) (REF. 11)

T °C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	9.209	9.211	9.213	9.215	9.218	9.221	9.224	9.227	9.230	9.233
11	9.844	9.910	9.976	10.042	10.109	10.176	10.244	10.312	10.380	10.449
12	10.518	10.588	10.658	10.728	10.799	10.870	10.941	11.013	11.085	11.158
13	11.231	11.305	11.379	11.453	11.528	11.604	11.680	11.756	11.833	11.910
14	11.982	12.065	12.144	12.223	12.302	12.382	12.462	12.543	12.624	12.706
15	12.788	12.870	12.953	13.037	13.121	13.205	13.290	13.375	13.461	13.547
16	13.634	13.721	13.809	13.898	13.987	14.076	14.166	14.256	14.347	14.438
17	14.530	14.622	14.715	14.809	14.903	14.997	15.092	15.188	15.284	15.380
18	15.477	15.575	15.673	15.772	15.871	15.971	16.071	16.171	16.272	16.374
19	16.477	16.581	16.685	16.789	16.894	16.999	17.105	17.212	17.319	17.427
20	17.535	17.644	17.753	17.863	17.974	18.085	18.197	18.309	18.422	18.536
21	18.650	18.765	18.880	18.996	19.113	19.231	19.349	19.468	19.587	19.707
22	19.827	19.948	20.070	20.193	20.316	20.440	20.565	20.690	20.815	20.941
23	21.068	21.196	21.324	21.453	21.583	21.714	21.845	21.977	22.110	22.243
24	22.377	22.512	22.648	22.785	22.922	23.060	23.198	23.337	23.476	23.616
25	23.756	23.897	24.039	24.182	24.326	24.471	24.617	24.764	24.912	25.060
26	25.209	25.359	25.509	25.660	25.812	25.964	26.117	26.271	26.426	26.582
27	26.739	26.897	27.055	27.214	27.374	27.535	27.696	27.858	28.021	28.185
28	28.349	28.514	28.680	28.847	29.015	29.184	29.354	29.525	29.697	29.870
29	30.043	30.217	30.392	30.568	30.745	30.923	31.102	31.281	31.461	31.642
30	31.824	32.007	32.191	32.376	32.561	32.747	32.934	33.122	33.312	33.503
31	33.695	33.888	34.082	34.276	34.471	34.667	34.864	35.062	35.261	35.462
32	35.663	35.865	36.068	36.272	36.477	36.683	36.891	37.099	37.308	37.518
33	37.729	37.942	38.155	38.369	38.584	38.801	39.018	39.237	39.457	39.677
34	39.898	40.121	40.344	40.569	40.796	41.023	41.251	41.480	41.710	41.942
35	42.175	42.409	42.644	42.880	43.117	43.355	43.595	43.836	44.078	44.320
36	44.563	44.808	45.054	45.301	45.549	45.799	46.050	46.302	46.556	46.811
37	47.067	47.324	47.582	47.841	48.102	48.364	48.627	48.891	49.157	49.424
38	49.692	49.961	50.231	50.502	50.774	51.048	51.323	51.600	51.879	52.160
39	52.442	52.725	53.009	53.294	53.580	53.867	54.156	54.446	54.737	55.030
40	55.324	55.61	55.91	56.21	56.51	56.81	57.11	57.41	57.72	58.03
41	58.34	58.65	58.96	59.27	59.58	59.90	60.22	60.54	60.86	61.18
42	61.50	61.82	62.14	62.47	62.80	63.13	63.46	63.79	64.12	64.46
43	64.80	65.14	65.48	65.82	66.16	66.51	66.86	67.21	67.56	67.91
44	68.26	68.61	68.97	69.33	69.69	70.05	70.41	70.77	71.14	71.51
45	71.88	72.25	72.62	72.99	73.36	73.74	74.12	74.50	74.88	75.26
46	75.65	76.04	76.43	76.82	77.21	77.60	78.00	78.40	78.80	79.20
47	79.60	80.00	80.41	80.82	81.23	81.64	82.05	82.46	82.87	83.29
48	83.71	84.13	84.56	84.99	85.42	85.85	86.28	86.71	87.14	87.58
49	88.02	88.46	88.90	89.34	89.79	90.24	90.69	91.14	91.59	92.05
50	92.51	92.97	93.43	93.89	94.35	94.81	95.27	95.73	96.19	96.65
60	149.38	156.43	163.77	171.38	179.31	187.54	196.09	204.96	214.17	223.73
70	233.7	243.9	254.6	265.7	277.2	289.1	301.4	314.1	327.3	341.0
80	355.1	369.7	384.9	400.6	416.8	433.6	450.9	468.7	487.1	506.1
90	525.76	527.76	529.77	531.78	533.80	535.82	537.86	539.90	541.93	544.00
91	546.05	548.11	550.18	552.26	554.35	556.44	558.53	560.64	562.75	564.87
92	566.99	569.12	571.26	573.40	575.55	577.71	579.87	582.04	584.22	586.41
93	588.60	590.80	593.00	595.21	597.43	599.66	601.89	604.13	606.38	608.64
94	610.90	613.17	615.44	617.72	620.01	622.31	624.61	626.92	629.24	631.57
95	633.90	636.24	638.59	640.94	643.30	645.67	648.05	650.43	652.82	655.22
96	657.62	660.03	662.45	664.88	667.31	669.75	672.20	674.66	677.12	679.59
97	682.07	684.55	687.04	689.54	692.05	694.57	697.10	699.63	702.17	704.71
98	707.27	709.83	712.40	714.98	717.56	720.15	722.75	725.36	727.97	730.61
99	733.24	735.88	738.53	741.18	743.85	746.52	749.20	751.89	754.58	757.29
100	760.00	763.77	767.55	771.34	775.14	778.94	782.75	786.57	790.40	794.24
101	787.57	791.37	795.18	798.99	802.81	806.64	810.48	814.33	818.18	822.04

5.7.- Aeración extendida.

El esquema básico de estos sistemas es:



Son sistemas recomendables para plantas pequeñas, con una capacidad hasta de 4000 m³/día, equivalentes a una población de aproximadamente 25,000 habitantes.

1.- Ecuaciones de diseño.

Las ecuaciones básicas de diseño fueron tomadas de la publicación "Introduction to wastewater treatment processes" de R.S.Ramalho, 2da. Edición (Ref. 8 y 12) y estas son:

. Tiempo de retención.

$$t = \frac{\theta \times Y}{k_d \times X_{v,a}} \left[\frac{S_F - S_e}{1 + r} \right]$$

en donde

- t : Tiempo de retención hidráulico, días
- θ : Fracción de sólidos suspendidos volátiles producidos en el licor mezclados y biodegradables, se asume un valor de 0.77 para aguas domésticas.
- Y : Kg de SSVLM/Kg de DBO₅ removida.
- k_d : Kg de SSVLM oxidados/día x Kg SSVLM en el tanque
- $X_{v,a}$: SSV en el tanque de aeración, mg/l

S_F : DBO₅ influente, mg/l
 S_e : DBO₅ efluente, mg/l
 r : Relación de recirculación.

Para calcular la relación de recirculación.

$$r = \frac{X_{v,a} - (1 - \theta) Y (S_F - S_e)}{X_{v,u} - X_{v,a}}$$

en donde:

Las literales significan lo mismo que en la ecuación anterior, adicionalmente,

$X_{v,u}$: SSV en la descarga de lodos del sedimentador secundario, mg/l

Volumen del tanque de aeración

$$V = \frac{Q_F \times \theta \times Y \times (S_F - S_e)}{k_d \times X_{v,a}}$$

en donde:

De igual forma las literales ya fueron definidas, adicionalmente

Q_F : Gasto influente, m³, día.

Requerimientos de oxígeno.

$$R_o = \left[a (S_F - S_e) Q_F + b X_{v,a} V \right] / 1000$$

en donde:

a : Kg O₂/Kg DBO₅ removida, se estima un valor de 0.52

b : Kg O₂/día x Kg SSVLM en el tanque de aeración,
 0.106 días⁻¹

Relación F/M

$$F/M = S_F / X_{v,a} \cdot t$$

en donde:

t : Tiempo de retención, días.

2.- Parámetros de diseño y condiciones de operación.

Condiciones de operación

Relación alimento /microorganismos KgDBO ₅ /día x Kg SSVLM	0.10 - 0.25
Concentración de SSVLM en el tanque de aeración, mg/l	3500 - 5000
Eficiencia en remoción de DBO ₅ (%)	85 - 98
Producción de lodos, Kg/Kg de DBO ₅ removida	0.01
Requerimientos de oxígeno (como % de la DBO ₅ removida)	120
Tiempo de retención hidráulico, horas	15 - 36
Edad de lodos, días	20 - 60

Parámetros de diseño

Q _F	: Caudal de diseño, variable para cada módulo, m ³ /día
S _F	: Conc. DBO ₅ influente, mg/l, se estima en 200
S _e	: Conc. DBO ₅ efluente, mg/l, se recomienda 30
X _{v,a}	: Conc. SSV en el tanque de aeración, se recomienda 3500 mg/l
X _{v,u}	: Conc. SSV en la recirculación, se estima, 10,000 mg/l
Ø	: Fracción de sólidos biodegradables, 0.77
1-Ø	: 0.23
Y	: Kg SSVLM producidos/Kg DBO ₅ removida, se estima, 0.73
kd	: Kg SSVLM oxidados/día x Kg SSVLM en el tanque, 0.075 días ⁻¹
a	: Kg O ₂ /Kg DBO ₅ removida, se estima, 0.52
b	: Kg O ₂ /día x Kg SSVLM en el tanque de aeración, 0.106 días ⁻¹

Los requerimientos de oxígeno se calculan con la ecuación:

$$\begin{aligned}
 R_o &= \left[0.52(200-30)(1728) + 0.106 \times 3500 \times 629.28 \right] / 1000 \\
 &= 386.22 \text{ KgO}_2/\text{día} \\
 &= 16.09 \text{ KgO}_2/\text{hr}
 \end{aligned}$$

Checando la relación F/M obtenida

$$\begin{aligned}
 F/M &= S_F / X_{v,at} \\
 &= 200 / (3500 \times 0.3642) \\
 &= 0.157
 \end{aligned}$$

este valor se encuentra dentro del rango recomendado de 0.1 a 0.25, por lo que los cálculos se consideran correctos.

La potencia, en los equipos de aeración, necesaria para suministrar el oxígeno requerido se calcula con la ecuación:

$$N = \alpha N_o \left[\frac{\beta C_{sw} - C_L}{C_s} \right]^\theta (T_w - 20)$$

en donde:

- N : Nivel de transferencia de oxígeno en las condiciones de la localidad, KgO₂/hp/hr
- N_o : Nivel de transferencia de oxígeno dada por el proveedor de equipo en condiciones estándar (20°C y 760 mmHg); 1.364 KgO₂/hp/hr.
- α : 0.896
- β : 0.96
- C_{sw} : Concentración de saturación de oxígeno a la temperatura y altitud de la localidad.

- C_L : Residual de oxígeno deseado en el tanque de aeración = 1.5 mg/l
- C_s : Concentración de saturación de oxígeno en condiciones estándar = 9.17 mg/l
- θ : 1.024
- T_w : Temperatura del agua, °C en verano e invierno

.. La temperatura del agua se calcula con la ecuación:

$$T_w = \frac{A f T_a + Q T_i}{A f + Q}$$

en donde:

- T_w : Temperatura del agua en el tanque, °C
- T_a : Temperatura ambiente; se estiman 14°C en invierno y 24°C en verano
- T_i : Temperatura del agua influente, se estiman 18°C en invierno y 23°C en verano
- A : Area superficial del tanque, m²
- f : Factor de proporcionalidad = 0.5
- Q : Flujo de aguas residuales, m³/día
- A : Volumen del tanque/3.5 m. como profundidad.

en verano

$$T_w = \frac{179.79 \times 0.5 \times 24 + 1728 \times 23}{179.79 \times 0.5 + 1728}$$

$$= 23.05 \text{ } ^\circ\text{C}$$

en invierno

$$T_w = \frac{179.79 \times 0.5 \times 14 + 1728 \times 18}{179.79 \times 0.5 + 1728}$$

$$= 17.80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

.. La concentración de saturación de oxígeno a la temperatura y presión barométrica de la localidad se calcula como sigue:

Se toma el valor de C_s para la temperatura dada (Tabla 5.1 , anexa)

$$C_s \left| \begin{array}{l} 760 \text{ mmHg} \\ 23.05^\circ\text{C} \end{array} \right. = 8.54 \text{ mg/l}$$

$$C_s \left| \begin{array}{l} 760 \text{ mmHg} \\ 17.8^\circ\text{C} \end{array} \right. = 9.55 \text{ mg/l}$$

Estos valores se pueden considerar en forma aproximada, como valores medios

Para calcular C_s a la presión barométrica de la localidad se usa la ecuación:

$$C_s = C_{s760} \frac{P - p}{760 - P}$$

en donde:

P : Presión barométrica en la localidad, se consideran 621 mmHg como valor medio

p : Presión de vapor de agua a la temperatura de operación. (Ver Tabla 5.2)

$$P_{23.05^\circ\text{C}} = 18.884 \text{ mmHg}$$

$$P_{17.8^\circ\text{C}} = 15.284 \text{ mmHg}$$

$$C_{sw} \left| \begin{array}{l} 621 \text{ mmHg} \\ 23.05^\circ\text{C} \end{array} \right. = 8.54 \frac{621 - 19.884}{760 - 19.884} = 6.93 \text{ mg/l}$$

$$C_{sw} \left| \begin{array}{l} 621 \text{ mmHg} \\ 17.8^\circ\text{C} \end{array} \right. = 9.55 \frac{621 - 15.284}{760 - 15.284} = 7.77 \text{ mg/l}$$

.. Cálculo del sedimentador secundario.

Los parámetros que definen el dimensionamiento de estas unidades son:

Carga superficial: expresada como $m^3/m^2/día$, para aeración extendida se recomiendan valores entre 15 y 25 $m^3/m^2/día$.

Tiempo de retención: se recomiendan valores entre 3 y 3.5 horas.

Se proponen sedimentadores secundarios circulares con tracción periférica.

.. Primero se calcula el área superficial del sedimentador:

$$\text{Area} = \frac{\text{Gasto } m^3/día}{\text{Carga superficial } m^3/m^2/día}$$

$$= \frac{1728}{20} = 86.4 m^2$$

.. El diámetro será de:

$$D = \left(\frac{4 \times \text{área}}{\pi} \right)^{1/2}$$
$$= \left(\frac{4 \times 86.4}{\pi} \right)^{1/2} = 10.49 \approx 10.5 m$$

.. El volumen será igual a:

$$V = \text{Tiempo de retención (días)} \times \text{gasto } m^3/día$$

$$V = (3.0/24)(1728)$$

$$= 216 m^3$$

JOSE E. RAMOS CONTRERAS
TECNICO
FES ZARAGOZA
CALZ. I. ZARAGOZA Y AV. GELATAO
COL. JUAN ESCUTIA
DEL. IZTAPALAPA
TEL. 352 23 70

JUAN RAMIREZ BERMAN
JEFE DE CALIDAD
EUREKA, S.A. DE C.V.
CARR. MEX. PACHUCA KM. 49.5
43800 TIZAYUCA, EDO. DE MEX.
TEL. 91 779 611 33

ALFREDO RIVERA BECERRA
SECRETARIA DE ECOLOGIA
SUBDIRECTOR DE RESTAURACION
PARQUE ORIZABA EDIF. AURIS PISO 7
NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO
TEL. 576 06 25

ARTURO TOVAR MARTINEZ
PROFESOR
ENEP IZTACALA
AV. AJIDOS S/N
COL. LOS REYES IZTACALA
TLALNEPANTLA, EDO. DE MEX.
TEL. 379 21 77

SAUL VILLALOBOS HERNANDEZ
GERENTE ADMINISTRATIVO
SOCIEDAD DE CONSULTORES Y
CONST. EN INGENIERIA, S.A.
COSMA 695
COL. LINDAVISTA
07300 MEXICO, D.F.
TEL. 754 19 95

NOE VILLANUEVA DEL RIO
JEFE DE PLANTA
LA BELTRANEVA
REFORMA 214
COL. ATEMAVAL
ZAPOPAN, JALISCO
TEL. 853 39 61

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE POTABILIZACION Y TRATAMIENTO DE AGUAS
DEL 14 AL 18 DE AGOSTO DE 1995
DIRECTORIO DE ASISTENTES

GUILLERMO ARAIZA RUIZ
JEFE DE SISTEMA
D.G.C. Y O. H.
CHURUBUSCO 1285
COL. ACULCO
09410 MEXICO, D.F.
TEL. 657 40 87

TONNY H. COUOH OLVERA
TECNICO ACADEMICO
UNIV. AUT. DE YUCATAN
AV. INDUSTRIAL NO CONTAMINANTES
POR-PERIFERICO NORTE
MERIDA, YUCATAN
TEL. 44 70 91-92 EXT. 149

JUAN M. DE LA CRUZ MEZA
SUPERVISOR
CENTRO COMER. STA. FE. ACFE, SACV.
VASCO DE QUIROGA 3800 ANT. MINA
TOTOLAPA
DEL. CUAJIMALPA
TEL. 271 722

FELIPE ESPINOSA OSORNIO
D.G.C. Y O.H.
CHURUBUSCO 1285
COL. ACULCO
09410 MEXICO, D.F.
TEL. 657 40 87

JAVIER ESTRADA VILLANUEVA
GERENTE TECNICO
CONSTRUCTORA NAHUR, S. A.
EDIF. 5-B DEPTO. 4
COL. LOMAS DE SOTELO
MEXICO, D.F.
TEL. 395 33 96

ALFONSO FLORES LORENZO
TECNICO SERVICIOS
SIGMA ALIMENTOS
PLANTA ATITALAQUIA, HGO.
CARR. REF. ATITALAQUIA, HGO.
42970 ATITALAQUIA, HGO.

JORGE GALINDO VILLEGAS
AV. COYOACAN 1625-232
COL. DEL VALLE
03100 MEXICO, D.F.
TEL. 524 73 17

RAMON GUERRERO REYES
SUPERVISOR GENERAL MANTTO.
CENTRO COMERCIAL STA. FE
VASCO DE QUIROGA 3800
ANT. MINA LA TOTOLAPA
05109 MEXICO, D.F.
TEL. 257 17 22

JUDITH HERNANDEZ GENIS
JEFE DE OFICINA
D.G.C.O.H.
VIADUCTO 507
COL. GRANJAS MEXICO
DEL. IZTACALCO, MEX. D.F.
TEL. 650 39 72

J. MA. DE LOURDES JURADO ALMAZAN
INSPECTOS CONTROL DE CALIDAD
EMBOTELLADORA METROPOLITANA, SA.
CALZ. DE LA VIGA 891
COL. IZTACALCO
MEXICO, D.F.
TEL. 228 71 00 EXT. 2440

LUIS F. LUGO HERNANDEZ
R.F.C.
LUHL 560121 KXM
AV. CENTENARIO DEL HIMNO NAL. 12
COL. MELCHOR OCAMPO
EDO. DE MEXICO
TEL. 872 30 95

JOSE LUIS MARIN SANCHEZ
D.G.C.O.H.