



FACULTAD DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

*Propuesta de diseño de una metodología para la preparación y evaluación técnica del
mantenimiento a plantas potabilizadoras con tecnología convencional.*
Tesis en opción al título de Ingeniera Hidráulica

Autora:

Orquídea Castillo Díaz

Tutores:

MSc.Prof. Onell Pérez Hernández.

MSc. Ing. Eudel Michel Rojas.

Santiago de Cuba

2021

PENSAMIENTO



En la tierra hacen falta personas que trabajen
más y critiquen menos,
que construyan más y destruyan menos,
que prometan menos y resuelvan más,
que esperen recibir menos y dar más,
que digan mejor ahora que mañana.

Ernesto Ché Guevara

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con mucho cariño, respeto, admiración y amor a:
Mis padres por tanta dedicación y amor, mi hermana y mis sobrinas .Los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

Mi eterno agradecimiento a:

Mis padres quienes han sido el motor impulsor de toda mi carrera, que de no ser por ellos nada de lo que he logrado hasta hoy hubiera sido posible, a ustedes, gracias y los quiero mucho.

Mis tutores quienes han tenido la paciencia y dedicación para el desarrollo de la presente tesis, y a todos los profesores porque supieron inculcarme buenos valores para el presente y el futuro.

Mi querida familia por estar siempre presente.

Mis compañeros, amigos y hermanas de la universidad que me brindaron todo su apoyo desde el comienzo, personas con las que compartí años de mi vida, dando siempre lo mejor de cada uno;

A todos ustedes gracias...

RESUMEN

Como parte de los “Lineamientos de la Política Económica del Partido y la Revolución”, en su nueva concepción estratégica para el desarrollo sectorial y específicamente del sector hidráulico, las empresas pertenecientes al sistema de recursos hidráulicos gestionan el objetivo de trabajo No 2, referido a “Materializar el plan hidráulico nacional que garantice el acceso, suficiencia, contabilidad, calidad, eficiencia y sostenibilidad en el uso del agua”, respondiendo así mismo a los lineamientos[L,300,301,302,303] ,dicho objetivo de trabajo está relacionado con las acciones de reparación y mantenimiento que se le realizan a las infraestructuras hidráulicas en su conjunto y las plantas potabilizadoras de agua para el consumo son parte importante de dichas infraestructuras. Es por ello que se hace necesario la propuesta de una metodología para el mantenimiento a plantas potabilizadoras de agua convencionales que contribuya a que los profesionales que atienden el mantenimiento de estas obras hidrotécnicas, puedan desarrollar en orden lógico, las principales normas, organización y procedimientos que se utilizan para las acciones de mantenimiento programados a estas infraestructuras hidráulicas , por lo que las pretensiones de este trabajo precisamente es proponer una guía para la realización de una tarea técnica para el mantenimiento a plantas potabilizadoras de agua para el consumo convencionales , constituyendo esto último el objetivo general de este trabajo. La presente investigación tecnológica, fue solicitada por la dirección técnica de la “Empresa de Mantenimiento y Reparación a obras Hidráulicas” [EMROH], perteneciente al “Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos[INRH], y subordinada a la Organización Superior de Desarrollo Empresarial “Aguas y Saneamiento” OSDE dicho documento contribuirá a la organización, control y fiscalización de las acciones de mantenimiento que se ejecuten en estas instalaciones hidráulicas , así como a la toma de decisiones a la hora de enfrentar esta tarea .

Palabras claves: Plantas potabilizadoras, diseño, mantenimiento, tarea- técnica

ABSTRACT

As part of the Principal Pointses of the Economic Policy of the Party and the Revolution, in your new strategic developmental sectorial conception and specifically of the hydric sector, the companies belonging to the hydraulic- resources system negotiate the objective of work No 2, referred to Materialize the hydraulic national plan that guarantees the outburst, sufficiency, bookkeeping, quality, efficiency and sustainability in the water use, answering likewise to the principal pointses[L, 300,301,302,303,] once work was said about objective it is related to the actions overhauling and maintenance that is come true to the infrastructures Hydraulics in aggregate and plants potabilizadoras of water for consumption are important part of said infrastructures.It is for it that the proposal of a guide for the confection of the technical task that he contributes becomes necessary to than the professionals that potabilizadoras of water for consumption take care of maintenance fundamentally in the plants, may develop in order logical, the main standards, organization and procedures that are used for the actions from scheduled maintenances to these hydraulic infrastructures, which is why the pretenses of this work precisely it is proposing a guideline for the realization of a technical task for the maintenance to plants potabilizadoras of water for the consumption conventional, constituting this last the realistic general of this work.The present technological investigation, was requested for the technical direction of the Empresa of Mantenimiento and Reparación to hydraulic workses[EMROH], belonging to the National Instituto of RecursosHidráulicos[INRH] , and once the Superior Organization was subordinated of Management Development “ Aguasand SaneamientoOSDE, the aforementioned document will contribute to organization, control and financial direction of the actions of maintenance that are enforced in these hydraulic facilities, as well as to the decision making at the time of confronting this task.

Key words: water treatment plants, design, maintenance, technical- task

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA DEL
MANTENIMIENTO A PLANTAS POTABILIZADORAS CON TECNOLOGIA CONVENCIONAL

ÍNDICE	Página
Introducción	10
Capítulo 1. Marco teórico referencial	17
1.1. Generalidades de las plantas potabilizadoras de agua para el consumo	17
1.1.1. Características generales de estas obras	18
1.2. Objetos de obras, partes y elementos de una planta potabilizadora de agua para el consumo.	19
1.2.1. ¿Qué es el mantenimiento?	24
1.2.2. Mejoramiento continuo de las practicas del mantenimiento	24
1.3. Problemas ingenieros más frecuentes en planta potabilizadora de agua para consumo...	25
1.4. Ejecución de obra.	26
1.4.1. Niveles de responsabilidad y autoridad	26
1.4.2. Supervisión de obra.	27
1.4.3. Estrategia para supervisión de obra	27
1.5. Planificación de la supervisión	28
Capítulo 2. Preparación técnica de obra.	31
2.1. Preparación técnica de obra	32
2.2. Proyecto de organización de obras.	34
2.3. Contrato de servicio técnico	35
2.3.1. Objetivo	35
2.3.2. Responsables de su elaboración	35
2.3.3. Documento rector	35
2.4. Gestión, control y aseguramiento de la calidad.	36
2.4.1. Objetivos	36
2.4.2. Documentos rectores	37
2.5. Protección y seguridad del trabajo	38
2.6. Pasos para la ejecución de trabajos de mantenimiento y reparación a obras hidráulicas	38
Capítulo 3. Propuesta de diseño de metodología para la preparación y evaluación técnica del mantenimiento a plantas potabilizadoras convencionales	40
3.1. Sobre la preparación y evaluación técnica de las obras	40
3.2. Sobre los registros de controles de información y cierres de producción	41
Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Referencias bibliográficas	46
Bibliografía	47
Anexo	49

INTRODUCCIÓN

Paralelo al crecimiento de las zonas urbanas e industriales, no solo se incrementó sustancialmente la necesidad de agua, sino que se exigió que esta cumpliera con los parámetros que la calificaran apta para el consumo humano, así como para la utilización directa en muchos procesos productivos, por lo que se hizo obligado no solo localizar fuentes seguras y estables lo más cercana posible a los usuarios, sino que estas fueran seguras e idóneas para sus propósitos.

Producto a diferentes acciones incontroladas en distintos procesos vinculado al desarrollo en general y sobre todo a las indisciplinas sociales y tecnológicas, las aguas crudas tanto de origen subterráneas y más aún las superficiales, están muy propensas a la contaminación al mezclarse con múltiples sustancias de todo tipo y origen que son vertidas o arrastradas superficialmente sobre los suelos o se infiltran o descargan a los mantos freáticos accidental o deliberadamente y que en su casi totalidad son dañinas para la salud.

Para resolver estos y otros problemas, se diseñaron y construyeron instalaciones hidráulicas conocidas como plantas potabilizadoras o plantas de tratamiento de agua para el consumo humano. El acceso al suministro de agua potable es un requisito para la prevención y el control de las enfermedades relacionadas con el agua, y requiere de una gestión integrada de recurso, destinada al control de calidad y la protección de las reservas de agua. La potabilización del agua comprende una serie de pasos cuya finalidad es transformar el agua cruda en agua potable, que cumpla con todas las normas establecidas para poder ser consumida por el hombre [Cánepa de Vargas L. 2005].

Se entiende por tratamiento de agua, la remoción por métodos naturales o artificiales de todas las materias objetables presentes en el agua, para alcanzar las metas especificadas en las normas de calidad de agua para consumo humano. Si las materias objetables están presentes en el agua y en límites mayores a los establecidos, el agua se debe tratar para reducir los niveles de contaminación. La evaluación de una planta de tratamiento de agua es una actividad muy importante que debe realizarse con cierta frecuencia, ya que permite determinar la eficiencia y características de las unidades, así como la flexibilidad del sistema a los cambios de calidad del agua cruda. Como

resultado de la evaluación, es posible, además, identificar las deficiencias existentes, que pueden ser de mantenimiento, operacionales y de diseño; por ejemplo, las deficiencias hidráulicas que ocasionan una mala distribución del flujo que afecta a variables hidráulicas como el tiempo de retención, las pérdidas de carga, etc. [Cánepa de Vargas L. 2005].

Una vez en funcionamiento estas obras hidrotécnicas es de suma importancia realizar un análisis previo y detallado de la fase de explotación de dichas obras, para desde un inicio diseñar un sistema integral de mantenimiento que abarque el universo de equipos , accesorios , edificaciones y sistemas ingenieros de apoyo instalados , afín de evitar las averías o minimizar los efectos producto del fallo de algunos de estos y que puedan influir negativamente en el correcto y continuo proceso de la potabilización del agua. En la etapa de explotación de estas plantas, los problemas fundamentales que puedan ocurrir están relacionados con el nivel de conservación permanente y la aplicación del mantenimiento sistemático.

El 89% de las plantas potabilizadora de agua para el consumo humano en Cuba, fueron construidas en la década de los años 80, con el nivel de automatización existente por aquellos tiempos y no se les ha venido dando una continuidad en el desarrollo tecnológico, por lo que se hace evidente que en nuestros días estas plantas ya tienen más de 30 años de explotación y su eficiencia no es la mejor y el nivel tecnológico que presentan es arcaico. En la tabla 1, se muestra la distribución de las plantas potabilizadoras por provincia.

Tabla. 1. Distribución de plantas potabilizadoras por provincias.

Empresas	Plantas Potabilizadoras	Certificada	Provincia
Pinar del Río	10	4	PR
Artemisa	7		Art
Aguas Mariel			Art
Aguas Habana	1		Hab
Mayabeque	3		May
Aguas Oeste	2		Hab

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MANTENIMIENTO A PLANTAS POTABILIZADORAS CON TECNOLOGIA CONVENCIONAL

Matanzas			Mat
Aguas Varadero			Mat
Cienfuegos	8	1	Cf
Cayo Santa María			VC
Villa Clara	5		VC
Sancti Spíritus	5	1	SS
Ciego de Ávila	2	2	CA
Cayo Coco			CA
Camaguey	11	2	CM
Las Tunas	5	2	LT
Holguín	10	3	Hol
Guardalavaca	1	1	Hol
Granma	8	5	Gr
Aguas Turquino	2		SC
Aguas Santiago	5	4	SC
Guantánamo	4	3	GT
Isla de la Juventud			IJ
Cayo Largo			IJ
TOTAL	89	28	

No obstante, lo anterior hay que destacar que la “Empresas de Mantenimiento y Reparación a obras Hidráulicas” [EMROH], no cuentan con una metodología básica que le permita al personal técnico que atiende el mantenimiento de estas obras hidrotécnicas detallar en orden lógico los pasos a seguir para las acciones de mantenimiento a las plantas potabilizadoras de agua convencionales, constituyendo esto último el problema de investigación.

Diseño de la investigación.

Situación Problemática.

La inexistencia del diseño de una metodología para la preparación y evaluación técnica del mantenimiento a plantas potabilizadoras para el consumo convencionales.

Formulación del problema científico.

¿Cómo diseñar una metodología, que sirva como herramienta de trabajo para la evaluación técnica del mantenimiento a plantas potabilizadoras para el consumo convencionales?

Objeto de estudio.

Las plantas potabilizadoras de agua para el consumo convencionales.

Campo de acción.

El mantenimiento a las plantas potabilizadoras de agua para el consumo convencionales.

Objetivo general.

Elaborar el diseño de una metodología, donde se expongan los elementos a seguir para la contratación, certificación y facturación del mantenimiento a plantas potabilizadoras de agua para el consumo convencionales.

Objetivos específicos.

Para lograr mejores resultados del objetivo general, se plantean los objetivos específicos que más abajo se relacionan.

- 1- Elaborar el marco teórico-referencial de la investigación, tomando como base la literatura más actualizada que se pueda obtener sobre el tema objeto de estudio.
- 2- Diseñar una metodología para el proceso de contratación, certificación y facturación del mantenimiento mayor a plantas potabilizadoras de agua para el consumo convencionales.
- 3- Garantizar el documento final en forma de trabajo de diploma.

Impactos y aportes de la investigación.

Los principales impactos y aportes de la investigación se encuentran asociados al carácter metodológico, teórico y social destacándose en este sentido los siguientes:

- ❖ Impacto metodológico: el resultado obtenido, puede ser generalizado a las “Unidades Empresariales de Base” [UEB] que integran la “Empresa de

Reparación y Mantenimiento a Obras Hidráulica” [ERMOH], que se dedican al mantenimiento de estas obras hidrotécnicas.

- ❖ Impacto teórico: se conceptualizan los términos asociados al campo de acción y objeto de estudio de la investigación.
- ❖ Impacto social: contribuye al mejoramiento de la gestión del mantenimiento a las plantas potabilizadoras de agua para el consumo convencionales que integran las infraestructuras del INRH y con ello elevar la calidad de vida de la población.

Para su presentación, este trabajo de diploma se estructuró de la forma siguiente: una Introducción, donde en lo esencial se caracteriza la situación problemática y se fundamenta el problema científico a resolver, así como el sistema de objetivos a desarrollar; un capítulo 1, donde se refiere al marco teórico-referencial de la investigación; un capítulo 2, donde se describe todo lo relacionado con la preparación técnica , describiéndose además los pasos para la ejecución de trabajos de mantenimiento y reparación a obras hidráulicas y un capítulo 3 donde se desarrolla la propuesta de diseño de una metodología que tiene en cuenta los elementos a seguir para la contratación, certificación y facturación del mantenimiento a plantas potabilizadoras de agua para el consumo convencionales.; se dan además un grupo de conclusiones y recomendaciones, derivados de la investigación realizada; finalmente la bibliografía utilizada; así como varios anexos que complementan los análisis realizados en cada uno de los capítulos.

Hipótesis.

Si se diseña una metodología donde se exponga los elementos a seguir para el proceso de contratación, certificación y facturación de las acciones de mantenimiento a plantas potabilizadoras de agua para el consumo convencionales, se logrará la correcta gestión del mantenimiento mayor a dichas obras hidrotécnicas.

Términos y definiciones.

Se impone la necesidad de plantear una serie de términos y definiciones que se utilizarán en el desarrollo de este trabajo, los que serán de utilidad para una mejor comprensión del mismo:

Empresa: ente económico donde se combinan los factores productivos, personas, capital y trabajo, bajo una forma jurídica, para satisfacer las necesidades colectivas mediante la producción de bienes y servicios.

Entidad: organización con personalidad jurídica propia, constituida conforme a las leyes cubanas, con fines económicos, administrativos, sociales, culturales u otros definidos en su objeto social.

Máxima autoridad: cargos tales como Presidente, Director de unidad u otros similares; en las Unidades Empresariales de base [UEB] subordinadas a la Empresa de Mantenimiento y Reparación a Obras Hidráulicas [EMROH] la máxima autoridad le corresponde al Director.

Funcionarios: los designados para desempeñar cargos de carácter profesional de complejidad y responsabilidad en la función pública o en las organizaciones de producción y servicios, administración y otras, teniendo atribuciones específicas.

Procedimientos: manera específica de realizar una actividad, que debe estar contenida en documentos aprobados, la cual incluye el objeto y el alcance de una actividad, que debe hacerse y quien debe hacerlo, cuando, donde y como debe hacerse.

Instrucción: descripción detallada de cómo realizar la tarea, indica la forma detallada de realizar las tareas.

Disposición: conjunto de regulaciones que rigen sobre una actividad que realiza una entidad o unidad organizativa.

Actividad: conjunto de operaciones o tareas propias de una entidad o personas, realizadas con el propósito de obtener un resultado esperado.

Función: conjunto de actividades o tareas asignadas a un cargo.

Gestión: conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.

OSDE: organización superior de desarrollo empresarial.

Plan o programa: conjunto de estrategias a seguir para llevar a cabo el mantenimiento.

Métodos de investigación.

Métodos teóricos.

Analítico–Sintético: se basa en los procesos cognoscitivos y permite el estudio del fenómeno o proceso y operaciones unitarias que se estudia en los principales elementos que lo conforman para determinar sus particularidades y aspectos teóricos

registrados en bibliografías sobre el diseño hidráulico de las plantas de tratamiento de agua para el consumo humano.

Cualitativo indirecto: Serán consultados documentos oficiales tales como: bitácora y reportes de estudio del caso, normas, regulaciones, procedimientos, etc.,

El método de observación: ayudó a obtener información acerca del funcionamiento de una planta de tratamiento de agua para el consumo convencional, sus componentes principales y las instalaciones en general.

Tareas de investigación:

1. Realizar una revisión bibliográfica referida al tema de estudio.
2. Visitas técnicas a plantas de tratamiento de agua para el consumo humano.
3. Preparación de la base de datos.
4. Presentación de los resultados.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LAS PLANTAS POTABILIZADORAS DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO.

1. Introducción.

Paralelo al crecimiento de las zonas urbanas e industriales, no solo se incrementó sustancialmente la necesidad de agua, sino que se exigió de que esta cumpliera con los parámetros que la calificara de apta para el consumo, así como para la utilización directa en muchos procesos productivos, por lo que se hizo obligatorio no solo localizar fuentes estables lo más próximo posible a los usuarios, sino que estas fueran seguras e idóneas para su propósito.

Producto a diferentes acciones incontrolables en distintos procesos vinculados al desarrollo en general y sobre todo de las disciplinas sociales y tecnológicas , las aguas crudas , tanto de origen subterráneo y más aún, las superficiales están muy propensa la contaminación al mezclarse con múltiples sustancias de todo tipo y origen que son vertidas o arrastradas superficialmente sobre los suelos o se infiltran o descargan a los mantos freáticos accidental o deliberadamente y que en casi su totalidad son dañinas a la salud.

1.1. Generalidades de las plantas potabilizadoras de agua para el consumo.

Para resolver la situación que se describe en el epígrafe No 1 , se diseñaron y construyeron instalaciones hidráulicas conocidas como plantas potabilizadoras y que en resumen se pueden definir como “las obras hidráulicas diseñadas para que mediante determinado procesos físicos-químicos y biológicos , con altos niveles de eficiencia tecnológicas , se pueda garantizar el agua necesaria al ser humano en la cantidad y calidad adecuada , tanto para su consumo directo como para su utilización en producciones y servicios de todo tipo”. [Iglesias 2015].

La calidad del agua es un indicador de la excelencia de vida que pueda obtener el ser humano pues proporciona seguridad tanto para su consumo y utilización en los hogares, como en las labores directas en los procesos productivos y servicios más usuales. La actual y crítica ausencia de agua en muchos lugares del mundo ha provocado migraciones masivas de poblaciones en busca de acercarse a las fuentes existentes que cada vez no solo son menos confiables, sino más difíciles de encontrar.

1.1.1. Características generales de estas obras.

A partir del suministro de agua de diversas fuentes con sus respectivas características, pero siempre dentro de determinados parámetros lógicos, son variadas las posibles soluciones y procesos para obtener el agua apta para la vida humana. La demanda de los usuarios establecerá el volumen o gasto de salida impuesto a procesar por la planta que de hecho determinará la dimensión de sus objetos de obras y el nivel de complejidad operacional y que finalmente condicionará el volumen y tipo de las acciones ingenieras para la reparación y el mantenimiento.

Como en otras obras de la ingeniería hidráulica desde un inicio existen etapas inviolables para determinar el diseño definitivo de cada una de las etapas inviolables para determinar el diseño definitivo de cada una de las plantas potabilizadoras, de acuerdo al proceso hidráulico y tecnológico específico necesario y la exigencia a cumplir en la ejecución de las obras, pudiéndose señalar entre otras lo siguiente.

- ❖ La correcta caracterización de las aguas crudas a mejorar mediante la realización de las investigaciones y los ensayos de laboratorio imprescindibles para determinar cuál será el mejor proceso a aplicar según el grado de complejidad físico, químico y biológico que las mismas posean.
- ❖ La necesaria realización de un estudio de factibilidad donde a partir del proceso tecnológico que se establezca y el volumen de diseño del suministro de agua potable, se analicen y planteen diferentes variantes de tratamiento, edificaciones, plantilla, niveles de inversión inicial y sobre todo los costos operacionales de explotación y del mantenimiento.
- ❖ La elaboración de los proyectos en sus diferentes especialidades deberá responder en la medida exacta a las exigencias del proceso de potabilización establecido, considerando la debida flexibilidad operacional imprescindible para garantizar este servicio durante las acciones de conservación, mantenimiento o la reparación de las averías.
- ❖ La ejecución de las obras debe cumplir los requisitos exigidos en los proyectos, no solo en cuanto el diseño físico, sino en la calidad de los hormigones y en el montaje y protección de los elementos metálicos y finalmente la aplicación de recubrimiento, resinas, que permitan garantizar una larga vida útil en estas obras.

- ❖ Es muy importante la selección de los tipos y materiales de los hidro y electro mecanismos y suministro en general, los que deben responder a las condicionales internas y externas impuestas por el tratamiento de las aguas, así como la utilización de los aditivos de uso normal en estos procesos.

También es muy importante hacer un análisis previo y detallado de las fases de explotación de la planta para desde un inicio diseñar un sistema integral del mantenimiento que abarque el universo de edificaciones, equipos, accesorios y sistemas ingenieros de apoyo instalados, a fin de evitar las averías o minimizar los efectos producto del fallo de algunos de estos y que puedan influir negativamente en el correcto y continuo proceso de potabilización. En la etapa de explotación de estas plantas, los problemas fundamentales que pudieran ocurrir están relacionados con el nivel de conservación permanente y la aplicación del mantenimiento sistemático a los equipos y sistemas que conforman el proceso y que a la larga influyen en el deterioro de la mayoría de las instalaciones como suceden en algunas de ellas, no garantizándose la continuidad y calidad de sus servicios. Por otra parte, la calidad final del agua a entregar a los usuarios no solo dependerá de la eficiencia de las plantas potabilizadoras sino en mayor medida de la limpieza y nivel “asepsia” que existan en conductoras, depósitos de agua, redes y cisternas de los usuarios por lo que las plantas son solo el origen de la buena calidad del agua, pero no su garantía final.

1.2. Objetos de obras, partes y elementos de una planta potabilizadora de agua para el consumo.

Por el proceso que realizan de transformar agua no potable en agua apta para el consumo humano y el proceso productivo, así como para los servicios, su conformación se puede asumir que es una instalación que funciona como un gran filtro físico, químico y biológico con diferentes niveles de complejidad de acuerdo al gasto y tipo de tratamiento en cuestión. Sus dimensiones y objetos de obras componentes se diseñan para resolver eficientemente en el rango de los gastos requeridos los procesos de clarificación, filtración y desinfección de las aguas crudas. En la tabla No 2, se relacionan en forma resumida los objetos de obras con sus elementos más comunes de plantas potabilizadoras convencionales.

Tabla. No2.Objetos de obras más comunes en las plantas potabilizadoras convencionales. [Iglesias 2015].

No	Objeto de obra	Elementos componente más comunes
1	Obra de entrada	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos § Elementos medidores de caudal
2	Lechos filtrantes	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos § Válvulas
3	Decantadores	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos § Válvulas
4	Filtros	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos
5	Cloradores	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos § Equipamiento especializado para esta función
6	Dosificadores	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos § Equipamiento especializado para esta función
7	Cuartos de bomba	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos § Equipos de bombeo § Válvulas § Sistema de controles y mandos eléctrico.
8	Floculadores	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos § Válvulas
9	Obras de salida	§ Estructura de hormigón § Elementos metálicos § Válvulas § Elementos medidores de caudal
10	Obras auxiliares	§ Edificio central § Almacén de productos químicos § Laboratorio de calidad del agua § Sistema de aire comprimido § Sistema interior de tuberías § Sistema de protección con barandas

1.2.1. ¿Qué es el mantenimiento?

Para el sistema del INRH, el mantenimiento se define como:

“Un sistema de gestión empresarial integrado por un conjunto de actividades electromecánicas, hidráulicas y civiles que permiten obtener una confiabilidad y productividad de los equipos, instalaciones y sistemas que tributan a la sostenibilidad de los servicios de abasto y saneamiento, mediante la utilización del factor humano, materias primas y materiales soportados documentalmente y reflejados en la rentabilidad de la empresa”.

Tipos de mantenimiento.

Los tipos de mantenimiento que generalmente se les realizan a estas obras hidrotécnicas, se especifican en la figura 1.



Figura 1. Tipos de mantenimiento que se le realizan a las plantas potabilizadoras convencionales.

Mantenimiento propio: es el mantenimiento **preventivo** o **correctivo** que se le realiza a toda la infraestructura planificados según los ciclos de mantenimiento de cada ítem, o no planificados. Para este mantenimiento, ver figura 2 , es necesario tener definido y certificado el **inventario o ficha técnica**, ver anexo No1 de la infraestructura, constituye el primer eslabón para poder planificar, si no se sabe lo que tenemos en cada lugar, no se puede lograr una efectividad en las acciones a realizar, como tampoco habrá certeza de los recursos a utilizar en cada caso, para ello es necesario realizar la preparación técnica de este mantenimiento donde se precise las materias primas y materiales, mano de obra, equipos a emplear y combustible, formando con ello el presupuesto que respalda este programa.[gasto propio].



Figura No 2. Acciones de mantenimiento propio en planta potabilizadora. [La autora 2021].

Mantenimiento constructivo.

Mantenimiento mayor: Para la planificación de este mantenimiento es necesario tener identificado los objetos de obras y definidas las acciones constructivas para cada una, después de haber realizado la evaluación -diagnóstico , este caso exige un proyecto o en su lugar croquis, preparación técnica, listado de materiales, carta límite, cronograma

de ejecución y presupuestos independientes, lo que determina el valor de cada obra para el monto total de este mantenimiento. Especificar que este mantenimiento abarca todos los objetos de la infraestructura los cuales son identificados por su estado técnico y el volumen de las acciones a realizar. [Financiamiento INRH].

Los profesionales de mantenimiento tienen que tener claridad que la atención adecuada a los equipos, obras, instalaciones y sistemas se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus usuarios.

Un mantenimiento inadecuado y una baja confiabilidad de los sistemas que garantizan la sostenibilidad de la producción o los servicios significan:

- ❖ Bajos ingresos.
- ❖ Más costos de mano de obra, materia. prima y materiales.
- ❖ Costos de pérdida de producción o servicio. [horas no trabajadas].
- ❖ Altos "Stock".
- ❖ Clientes insatisfechos.
- ❖ Productos o servicios de mala calidad.
- ❖ Baja disponibilidad e índices de utilización.
- ❖ Baja confiabilidad.

1.2.2. Mejoramiento continuo de las prácticas del mantenimiento.

El mejoramiento continuo de las prácticas de mantenimiento, así como la reducción de sus costos es el resultado de la aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento. Estas mejoras significativas en los costos de mantenimiento y la disponibilidad de los equipos, instalaciones y sistemas se alcanzan a través de:

- ❖ Ejecución de algunas actividades por parte de los operarios.
- ❖ Mejoramiento continuo de equipos, instalaciones y sistemas.
- ❖ Educación, disciplina y capacitación de los responsables de la actividad de mantenimiento.
- ❖ Recopilación de información, evaluación y satisfacción de los usuarios.
- ❖ Establecimiento de prioridades adecuadas a los servicios.
- ❖ Evaluación de los servicios.
- ❖ Análisis adecuado de la información y aplicación de soluciones simples pero estratégicas.

- ❖ Planificación del mantenimiento con enfoque en la estrategia de mantenimiento específico por tipo de equipos, instalaciones y sistemas.

La inversión de mantenimiento prescinde de tres aspectos fundamentales:

- ❖ Personas altamente calificadas.
- ❖ Soporte de medios informáticos para la planificación, ejecución y control del mantenimiento.
- ❖ Una adecuada política de mantenimiento a equipos, instalaciones y sistemas.

1.3. Problemas ingenieros más frecuentes en planta potabilizadora de agua para el consumo.

Por sus complejos procesos tecnológicos, las plantas potabilizadoras en general son las obras hidráulicas que más requieren de un alto nivel de eficiencia en todas sus partes y elementos, y para que esto se garantice es necesario que se mantengan las condiciones iniciales de diseño, ejecución, una buena explotación y un mejor mantenimiento. Por tal motivo en la tabla No 3, se relacionan los problemas ingenieros más comunes en plantas potabilizadoras convencionales, que sirven de referencia a la hora de planificar el mantenimiento a estas obras hidrotécnicas.

Tabla No .3. Problemas más comunes en las plantas potabilizadoras convencionales.

No	Parte o elemento del sistema	Problemas más comunes
1	Infraestructura	Presencia de: § Asentamiento en los terrenos circundantes § Fuerte corrosión en los elementos metálicos § Asentamientos o fallos de cimentaciones § Grietas o fisuras en las estructuras de hormigón
2	Hidromecanismos	Operación deficiente o fallos en: § Equipos de bombeo § Válvulas § Sistema de compuertas § Falla general del mantenimiento sistemático
3	Sistema energético	Deficiencia en: § Pizarras eléctricas de medición y control § Sistema eléctrico de fuerza § Motores eléctricos § Sistemas automatizados de control y mando § Plantas de emergencia § Sistema de protección eléctrica y aterramientos § Falta de mantenimiento sistemático en general

4	Sistemas auxiliares	Deficiencia en: § Sistema de ventilación § Sistema de tuberías de conexión interior § Sistema de limpieza y desagüe § Sistema de protección anticorrosiva § Sistema de aire comprimido
5	Equipos de control	§ Problemas con el equipamiento para la medición de la calidad del agua § Falta de calibración § Falta de mantenimiento sistemático en general

1.4. Ejecución de obra.

Acción o manera de ejecutar la obra a través de un equipo de dirección capacitado al efecto, desde la preparación técnica de la misma, la ejecución de los trabajos de campo y la entrega al propietario, en nuestro caso denominado el explotador.

El éxito de cualquier actividad en la construcción depende de una eficaz ejecución de obra y una adecuada supervisión de la misma a todos los niveles. De aquí la importancia de explicar cómo se desarrollan estos procesos durante la preparación y ejecución de las obras, en este caso el mantenimiento y reparación de planta potabilizadora de agua para el consumo.

1.4.1. Niveles de responsabilidad y autoridad.

Los niveles de responsabilidad y autoridad durante el desempeño de los procesos se muestran en la figura 3, los cuales se implementan actualmente en las empresas ejecutoras de obras hidráulicas y constituye las herramientas de dirección para garantizar la ejecución de la obra.

El Ministerio de la Construcción [MICONS] es el responsable máximo de la ejecución de obra en la nación y los Grupos Empresariales en los territorios, ambos están obligados a otorgar a sus empresas y contratistas generales la autoridad necesaria para el cumplimiento de su objetivo central, la ejecución de obra.



Figura 3. Niveles de responsabilidad y autoridad. **Fuente:** Galguera Rodríguez, A. y Rodríguez Pérez, R. J. 2005.

1.4.2. Supervisión de obra.

Es examinar la obra a través de una persona o equipo de trabajo capacitado y reconocido oficialmente, denominada el supervisor o los supervisores, para concluir y certificar si la obra en sus tres fases principales; ósea la preparación técnica de la misma, su inicio y la ejecución de los trabajos de campo, se corresponden con la documentación técnica y reglamentaria establecida.

Este aspecto es de vital importancia; pues constituye la herramienta fundamental de dirección, para hacer cumplir con la responsabilidad y autoridad otorgada a los distintos niveles de dirección, durante el desempeño del proceso de ejecución de obra. Es un aspecto fundamental y decisivo, primero para que la obra sea realizada conforme a las especificaciones técnicas [NC y RC], con la documentación de proyecto y el programa comprometido, acorde con los estándares de calidad que con lleva toda obra y los requerimientos establecidos por los clientes y usuarios que se abastecen de las plantas potabilizadoras de agua para el consumo.

1.4.3. Estrategia para supervisión de obra.

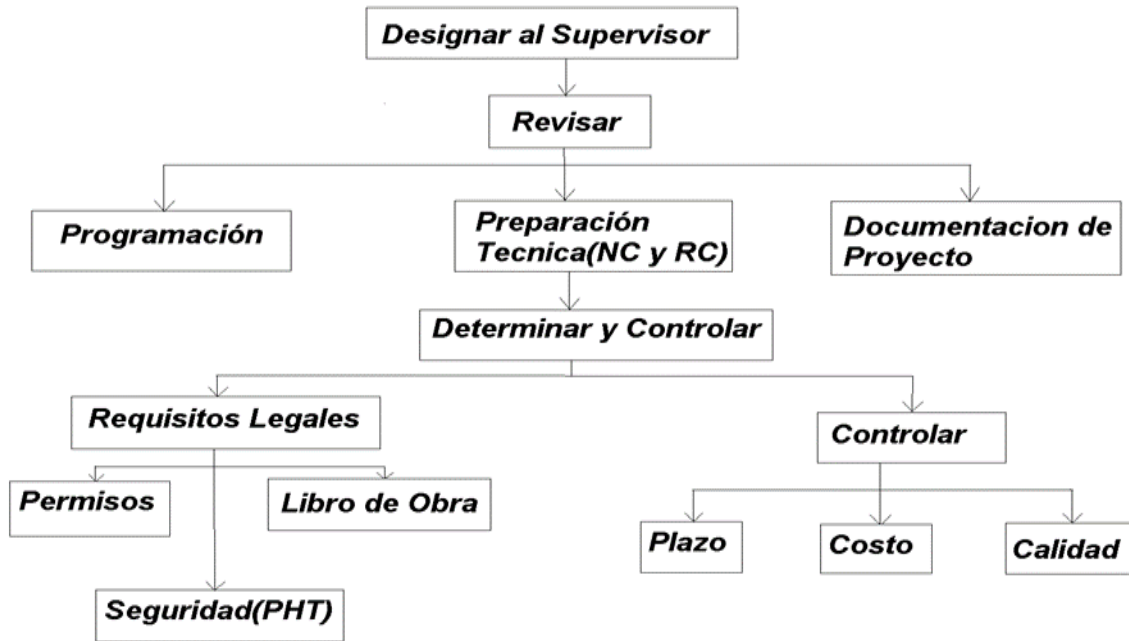
La estrategia implica que los supervisores deben tener conocimientos integrales sobre la ejecución de obra, algunos de ellos a desarrollar antes del inicio de la obra, otros durante la ejecución de la misma y posteriores a la entrega al usuario, para hacer su función de forma adecuada. Ver figura 4.



Figura 4. Estrategia de supervisión de obra. **Fuente:** Galguera Rodríguez, A. y Rodríguez Pérez, R. J. 2005.

1.5. Planificación de la supervisión.

Este aspecto es de vital importancia en los distintos niveles de responsabilidad en la ejecución de obra. Se organiza la actividad de supervisión técnica en los distintos niveles de responsabilidad de forma sistemática y periódica con el objetivo final de la eficaz ejecución de obra, de acuerdo a la programación pactada, la documentación del proyecto y las regulaciones y normas técnicas [NC y RC] establecidas. Ver figura 5



.Figura 5. Planificación de la Supervisión. [Galguera Rodríguez, A. y Rodríguez Pérez, R. J.2005].

La designación de los supervisores implica una selección de personal técnico calificado, el que posea un conocimiento integral reconocido de la tarea asignada, o sea dominar todo lo referido a preparación técnica de una obra, la ejecución de los trabajos, la protección del personal, los requisitos legales y reglamentarios etc.

Organización.

Es el proceso de asignar responsabilidad y delegar autoridad y coordinar los esfuerzos del personal en la obtención de los objetivos de la organización. De aquí la importancia de cómo organizar y/o fortalecer la supervisión en la ejecución de obra, en los distintos niveles de responsabilidad y autoridad.

Este proceso presenta, por tanto, dos facetas, las cuales son: establecimiento de la estructura organizativa y segundo la coordinación de las labores a desarrollar con cada nivel de responsabilidad y autoridad.

Una vez que tengamos identificado el plan de obras a ejecutar y la estructura durante la planificación, la organización debe determinar las diversas funciones que cada supervisor a nivel va a realizar y la forma de coordinar con las organizaciones involucradas.

Los supervisores poseen la autoridad sobre los distintos aspectos a inspeccionar definidos durante la planificación de la supervisión, y la empresa o el contratista general de obra debe acatar y respetar las directrices que emite este.

Capacitación.

Es la preparación técnica adicional a su formación que deben poseer los supervisores relacionados con:

- a) Preparación técnica de la obra, programación, presupuestos y su control, contratación de obras, compras etc.
- b) Sistema de gestión de la calidad.
- c) Normas y regulaciones de la construcción [RC y NC].
- d) Reglamento del libro de obras.
- e) La legislación vigente sobre protección e higiene del trabajo [PHT].
- f) Licencias, permisos y reglamentaciones establecidos por los organismos del estado.
- g) Documentos legales y/o reglamentarios establecidos por el MICONS.

Toma de decisiones.

Este es un aspecto medular para un buen desempeño en la ejecución de obra. Las decisiones se tomarán en dependencia de su magnitud por los distintos niveles de responsabilidad en función de la autoridad otorgada, incluyendo a los supervisores. La toma de decisiones de los supervisores debe ser basada en su capacidad para resolver tanto aspectos técnicos como legales y reglamentarios. Las decisiones de índole técnica serán tomadas de forma rápida y eficiente, considerando que los procesos de ejecución son dinámicos y estas decisiones influyen directamente en la ejecución de la obra. Pero solo esto no es suficiente, ya que la capacidad de analizar e interpretar documentos y planos de forma objetiva, profesional y ética son aspectos fundamentales para lograr el buen desarrollo de la obra y que se establezca un clima de confianza y objetividad entre los supervisores y los supervisados.

Protección laboral.

La Protección e higiene del trabajo [PHT] es un requisito esencial durante los procesos de ejecución de obra y es obligatorio que las especificaciones técnicas y reglamentarias sean de estricto cumplimiento por los responsables en todos los niveles de la ejecución de la obra.

Medidas.

Consiste en la toma de medidas correctiva ante la presencia de no conformidades durante la supervisión de obra, en cualquiera de las fases previstas a supervisar o sea la preparación técnica de la misma, su inicio y la ejecución de los trabajos de campo. Las medidas correctivas son dictaminadas por el supervisor para que sean ejecutadas por el nivel de responsabilidad correspondiente, por lo tanto, estas medidas serán discutidas y analizadas entre ambas partes e informadas al nivel superior correspondiente. El informe de las medidas correctivas dictaminadas y acordadas entre las partes, será objeto de control por los supervisores y el nivel de responsabilidad correspondiente y serán reflejadas en el libro de obra habilitado para tal efecto.

Evaluación.

Este aspecto está relacionado muy estrechamente con el punto anterior, para los supervisores, la ejecución de obra debe controlarse desde tres aspectos principales calidad, costo y plazo de ejecución. El primero se determina verificando la aplicación del plan de calidad de la obra de existir este y/o mediante pruebas de campo e inspección visual, los otros dos a través de la actualización de la programación, control del presupuesto y del avance físico de la obra todos relacionados con el flujo de caja. [Galguera Rodríguez, A. y Rodríguez Pérez, R. J.2005.].

CAPÍTULO 2. IDEAS BÁSICAS PARA LA METODOLOGÍA PROPUESTA.

2.1. Preparación técnica de obra.

La preparación técnica, es más que las actividades llevadas a cabo desde la solicitud de oferta hasta la firma del contrato. La preparación técnica de la obra es un proceso fundamental, pues es donde se completa la documentación necesaria e imprescindible para la ejecución de la obra y su puesta en marcha cumpliendo los objetivos de calidad – costo - plazo de ejecución.

El equipo de trabajo del ejecutor, para poder ejecutar y presentar al inversionista la preparación técnica es necesario que cuente con la siguiente información:

Anteproyecto elaborado o proyecto ejecutivo con el siguiente alcance:

- ❖ Memorias descriptivas por especialidades.
- ❖ Documentación gráfica.
- ❖ Presupuestos directivos.
- ❖ Volúmenes a ejecutar.
- ❖ Propuesta de organización de obra.
- ❖ Cronograma directivo.
- ❖ Requerimientos de calidad de la obra.
- ❖ Certificación de la calidad de la documentación.

Documentos rectores.

- ❖ Resolución 91/2006 Indicaciones para el proceso inversionista.
- ❖ Reglamento sobre el alcance y contenido de los proyectos de organización de obras.
- ❖ Inversiones nominalizadas Dic. /79.
- ❖ Normas cubanas NC – 69: 1999.
- ❖ Normas Cubanas NC – 45 – 10: 1999.

Los sujetos del proceso inversionista que intervienen en este proceso son los siguientes:

- ❖ El inversionista.
- ❖ El contratista general de la obra.
- ❖ Projectista.
- ❖ Suministrador.

❖ Constructor.

El contratista general de obra.

Como máximo representante del inversionista es responsable directo de la ejecución de obra desde la preparación técnica de la misma, inicio de la ejecución y entrega a la propiedad. En la figura 6, muestra la estructura del equipo de trabajo responsabilizados en la ejecución de los distintos procesos que se generan durante la preparación de la obra tales como: preparación técnica de la obra y firma del contrato, ejecución de la misma, administración y logística.

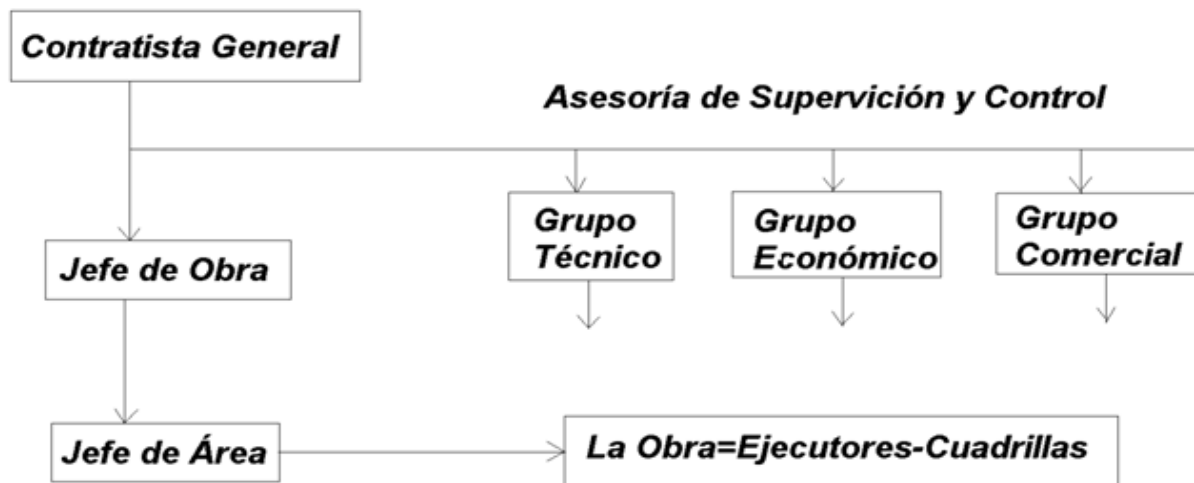


Figura 6. Organigrama del contratista. [Galguera Rodríguez, A. y Rodríguez Pérez, R. J.2005].

Las funciones generales de cada ente perteneciente en los equipos de trabajo del contratista se exponen a continuación:

Jefe de obra: responsable de dirigir y controlar con la calidad requerida la ejecución de los trabajos de campo cumplimentado lo establecido en la preparación técnica de la obra, para ello dispone del equipo de trabajo necesario conformado por jefes de aéreas, ejecutores, brigadas de operarios y todo el personal auxiliar necesario.

Jefes de áreas: responsables de dirigir y controlar con la calidad requerida la ejecución de los trabajos de campo cumplimentado lo establecido en la preparación técnica de la obra, en sus áreas correspondientes a través de los ejecutores, las cuadrillas y el personal auxiliar.

Grupo técnico: responsable de elaborar con la calidad requerida la preparación técnica de la obra hasta la firma del contrato bajo la dirección del contratista general y con la participación del equipo de trabajo del mismo, además asesora al equipo de trabajo y supervisa y controla todos los aspectos técnicos y de calidad durante la ejecución de obra.

Grupo económico: responsable de la administración y el control económico con la calidad requerida, participa con el grupo técnico en la elaboración de la preparación técnica de la obra, además asesora al equipo de trabajo y supervisa y controla todos los aspectos administrativos y económicos durante la ejecución de obra.

Grupo comercial: responsable de la compra de suministros y su almacenaje con la calidad requerida, participa con el grupo técnico en la elaboración de la preparación técnica de la obra, además asesora al equipo de trabajo y supervisa y controla todos los aspectos de recepción y almacenaje de los suministros durante la ejecución de obra.

El número de personas que conformaran el equipo del contratista general, estará en dependencia del tamaño y complejidad de la obra, la capacitación técnica y experiencia del personal influye también en este aspecto.

2.2. Proyecto de organización de obra.

En el proceso de preparación de la obra se realiza el proyecto de organización de la obra.

Este último es conjunto de documentos expresados en forma gráfica y escrita con el objetivo de optimizar recursos y áreas de trabajo, donde se establecen las técnicas constructivas, programación de volúmenes físicos.

Tiene como objetivo garantizar la ejecución del proyecto con óptimo aprovechamiento estableciendo las técnicas constructivas, programación de volúmenes físicos de trabajo, equipos, suministros y control y supervisión de la ejecución.

Es necesario el análisis del proyecto de organización de obra previo al inicio de la misma y antes de la elaboración del presupuesto, con el siguiente alcance:

- ❖ Determinación de las facilidades temporales para el constructor e inversionista, de oficinas, comedores, etc., y su ubicación en el plan general.
- ❖ Posibilidad de utilización de áreas construidas o a construir.

- ❖ Necesidad de talleres: carpintería, acero de refuerzo, plan de prefabricado, etc., y su ubicación en el plan general.
- ❖ Necesidad y suministro de energía eléctrica y agua para la construcción y su ubicación en el plan general.
- ❖ Necesidades de almacenes cerrados y abiertos y su ubicación en el plan general.
- ❖ Análisis de tecnologías a utilizar y necesidades que éstas determinan: áreas de trabajo en la obra mini mecanización, equipamiento especializado, etc.
- ❖ Vías de acceso a la obra y circulación interna en la misma y su ubicación en el plan general.
- ❖ Necesidad de cerca de protección, organización del sistema de protección y su ubicación en el plan general.
- ❖ Necesidad de grúas, entre otros equipamientos, y su ubicación en el plan general.
- ❖ Análisis de posibles interferencias en el área de la obra que limiten la liberación del área y el inicio de los trabajos.
- ❖ Determinación del volumen de las transferencias horizontales y verticales.

2.3. Contrato del servicio técnico.

Documento legal suscrito entre la entidad contratista / ejecutora y el cliente, donde se plasman las obligaciones y requisitos de ambas partes previamente determinadas en un proceso de negociación.

2.3. 1.Objetivo.

El objetivo del contrato es regir los derechos, deberes y responsabilidades del contratista [constructor que ejecuta la obra] y los de la organización para quien se ejecuta la construcción [propietario].

2.3.2. Responsables de su elaboración.

La responsabilidad sobre la elaboración de la documentación del contrato es compartida entre el grupo técnico y el grupo comercial con la asesoría jurídica de la empresa.

2.3.3. Documento rector.

Se toma como referencias, para la elaboración del contrato, las que usualmente se han usado en Cuba, las elaboradas por la “Federación Internacional de Ingenieros

Consultores”[FIDIC] entre otras experiencias, se puede ganar en rapidez en la redacción del contrato, pero en que cada obra y por ende cada contrato que se elabore debe ser un “traje a la medida” y redactarse en función de las condiciones específicas de la negociación.

Aquí expresaremos a manera de ejemplo, el contenido de un contrato el cual podrá variar en dependencia de la obra de que se trate:

Cuerpo del contrato.

1. Identificación legal de las partes que suscriben el contrato.
2. Objeto del contrato.
3. Atribuciones y obligaciones del cliente y su representante en obra.
4. Atribuciones y obligaciones del contratista general.
5. Valor del contrato.
6. Forma de pago.
7. Pruebas y recepción de la obra.
8. Garantías.
9. Reclamaciones y penalidades.
10. Fuerza mayor.
11. Arbitraje.
11. Disposiciones finales.

Anexos al contrato

- Anexo 1: Alcance de los trabajos.
- Anexo 2: Condiciones de entrega del área de la obra.
- Anexo 3: Entrega de la documentación técnica.
- Anexo 4: Asistencia técnica y el libro de obra.
- Anexo 5: Suministros y equipos.
- Anexo 6: Facilidades temporales.
- Anexo 7: Desglose del valor del contrato y programación directiva.
- Anexo 8: Pruebas de terminación y puesta en marcha.
- Anexo 9: Plan de aseguramiento de la calidad.
- Anexo 10: Condiciones particulares del contrato.
- Anexo 11: Condiciones especiales de trabajo.

2.4. Gestión, control y aseguramiento de la calidad.

La gestión de la calidad no es más que el conjunto de actividades que tienen lugar antes, durante y después de la ejecución de una obra. Estas actividades consisten básicamente en la realización de determinados ensayos adecuados al momento en que sea necesario efectuar la conformidad y según lo indicado en las normas vigentes correspondientes para cada componente o para el conjunto del sistema.

2.4.1. Objetivos.

El objetivo es verificar si la obra reúne las condiciones suficientes como para alcanzar los requisitos establecidos para la misma en el proyecto o en la preparación técnica realizada.

2.4.2. Documentos rectores.

Durante la ejecución de obra desde la preparación técnica, ejecución de los trabajos de campo y entrega a la propiedad es de suma importancia la gestión, control y aseguramiento de la calidad, para ello independientemente de que exista o no un sistema de gestión de la calidad en la empresa si tendrá que existir en la obra un plan de calidad de obra.

El plan de calidad deberá definir lo siguiente:

- ❖ Objetivos de la calidad que deben alcanzarse.
- ❖ Asignación específica de responsabilidades y autoridad durante las diferentes fases de la ejecución.
- ❖ Procedimientos específicos de ejecución, métodos e instrucciones de trabajo que se deben aplicar.
- ❖ Ensayos, inspecciones, exámenes y programas de auditorías adecuados en las etapas apropiadas de ejecución.
- ❖ Un método para implantar cambios en el plan de calidad a medida que la ejecución lo requiera.
- ❖ Otras medidas necesarias para alcanzar los objetivos deseados.

2.5. Protección y seguridad del trabajo.

La protección e higiene del trabajo es un derecho que tienen todos los ciudadanos cubanos y se encuentra consagrado en el artículo 65 de la Constitución de la República de Cuba en la ley Sobre Protección e Higiene del Trabajo.

Esta ley tiene como objetivo garantizar condiciones laborales seguras y adecuadas, prevenir accidentes del trabajo y contribuir también a la prevención de las enfermedades profesionales.

Todas las construcciones nuevas, ampliaciones o remodelaciones cumplirán estrictamente con lo regulado por esta ley y pueden ser objetos de fiscalización por cualquiera de los organismos rectores de esta actividad, en caso de incumplimiento de lo dispuesto en la misma, se solicita modificación de los proyectos o la paralización de los trabajos según sea el caso, hasta que estén garantizadas las condiciones de protección e higiene del trabajo, lo que será determinado por los organismos rectores.

2.6. Pasos para la ejecución de trabajos de mantenimiento y reparación a obras hidráulicas.

Los pasos para la ejecución de trabajos de mantenimiento y reparación a obras hidráulicas se enumeran a continuación ver tabla No.4.

Tabla No 4. Pasos para la ejecución de trabajos de mantenimiento y reparación a obras hidráulicas.

Pasos	Acciones	Ejecuta
1	Confección de la tarea técnica	Explotador, Inversionista, administrador
2	Revisión de la tarea técnica	Constructor
3	Puntualización del alcance de los trabajos	Explotador, inversionista, administrador y constructor
4	Preparación técnica de la obra	Constructor
5	Revisión y aprobación del presupuesto y cartas límite	Inversionista, administrador
6	Confección y entrega del cronograma de ejecución y el cronograma de suministros	Constructor
7	Ejecución de los trabajos de mantenimiento y reparación	Constructor
8	Entrega de la obra terminada	Explotador, inversionista, administrador y constructor.

CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MANTENIMIENTO A PLANTAS POTABILIZADORAS CONVENCIONALES.

Tomando como base el problema científico planteado en la introducción, referente a como diseñar una metodología que sirva como herramienta de trabajo para la evaluación técnica del mantenimiento a plantas potabilizadoras para el consumo humano, en este capítulo procederá a describir los pasos por cada una de las fases que integran la preparación y evaluación técnicas de las obras objeto de estudio. El capítulo se encuentra estructurado en dos epígrafes; en el primero se planteará la temática sobre la preparación y evaluación técnica de las obras y en el segundo se abordará todo lo referente a los registros de controles de la información y cierre de producción.

3.1. Sobre la preparación y evaluación técnica de las obras.

Fase I.

Con el objetivo de perfeccionar el proceso de contratación y evitar los errores que se puedan cometer en la preparación técnica de las obras u objeto de obras y la contratación de los servicios que presta la Empresa, se hace las siguientes propuestas.

- ❖ Para la confección de la preparación técnica de una obra se solicitará y exigirá al cliente la entrega de un proyecto o una tarea técnica en los que se dé detalles de las acciones a ejecutar por objeto de obra y se precise el alcance de los trabajos a realizar.
- ❖ El proyecto o tarea técnica formará parte del expediente de la obra y queda prohibido confeccionar una preparación técnica sin que previamente se entregue por el cliente uno de los documentos antes mencionados.
- ❖ Cada obra o servicio contará con un contrato legal debidamente formalizado por las partes involucradas y se prohíbe el inicio de un servicio o la ejecución de la obra sin la formalización previa del contrato para su ejecución.
- ❖ En el contrato se precisará el alcance de los trabajos, las especificaciones y normas técnicas que se utilizarán; los plazos de ejecución, el precio del servicio de construcción, el presupuesto detallado por objeto de obra, el periodo que abarca la garantía, entre otros aspectos.
- ❖ La preparación técnica de la obra contendrá los siguientes documentos:

- a) Cálculo del precio del servicio de construcción que incluirá:
 - i. Memoria descriptiva del presupuesto.
 - ii. Hoja resumen.
 - iii. Presupuesto por renglón variante.
 - iv. Programación cuantitativa de mano de obra, materiales y equipos.
 - v. Tabla de cálculo de todas las partidas que conforman la hoja resumen.
- b) Cronograma de ejecución.
- c) Carta límite.
- d) Demanda de combustible por etapas.
- e) Proyecto de organización de obra en correspondencia con la secuencia constructiva que se defina.
- f) Plan de calidad donde se reflejen todos los puntos de control asociados a las acciones constructivas, precisar las regulaciones de la construcción y normas cubanas a cumplir en cada caso.
- g) Plan de seguridad y salud según resolución No.1148.
- ❖ La obra contará con un expediente técnico que contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:
 - a) Tarea o proyecto técnico firmado por el autor y el jefe inmediato superior.
 - b) Contratos y suplementos debidamente formalizados.
 - c) Documento de revisión o evaluación técnica emitido por la Dirección Técnica.
 - d) Licencias de los órganos de consulta en el caso de las obras del programa de inversiones.
 - e) Acta de inicio, acta de paralizaciones, acta de trabajos ocultos y acta de entrega de obra.
 - f) Cronograma ejecutivo y directivo.
 - g) Carta límite.
 - h) Registros de vales de entrada y salida de recursos.
 - i) Libro de obra [en el expediente para el caso de la obra terminada y en la obra para la obra en ejecución].

3.2. Sobre los registros de controles de la información y cierre de producción.

Fase II.

Con el objetivo de controlar los cierres mensuales de producción y que lo mismos tengan coincidencia con la parte económica de la Empresa, se proponen las normativas que contribuirán a mejorar la gestión de los procesos y control del mantenimiento.

- ❖ Son de obligatorio cumplimiento los precios y tarifas vigentes, para cada una de las actividades que se desarrollan en las UEB.
- ❖ Las certificaciones y facturas de ejecución de obras tienen que contener los presupuestos por renglones variantes y la programación cuantitativa que respaldan la ejecución en el periodo que abarca dicha certificación.
- ❖ Las materias primas y materiales relacionados tanto en las órdenes de trabajo como en los vales de salidas de almacén tienen que corresponder con los volúmenes de trabajo por actividades, registrados en las certificaciones en función de la obra y no podrá aparecer otro recurso que no haya sido utilizado en la obra o acción de mantenimiento que se certifica.
- ❖ Del 20 al 24 de cada mes se elaborarán las certificaciones con las facturas reconocidas y aprobadas las que constituyen a partir de ese momento una obligación de pago para el cliente.
- ❖ El día 25 de cada mes constituye la fecha límite de entrega a los clientes de las certificaciones de las acciones de la obra ejecutada para su revisión y aprobación, firmada por el técnico o especialista de mantenimiento y el director de cada UEB.
- ❖ Del 26 al 30 es el periodo para recoger la certificación con la factura reconocida y aprobada la que constituye a partir de ese momento una obligación de pago para el cliente.
- ❖ De las facturas presentada por la UEB al cliente y posteriormente devuelta por este, se contabilizarán como venta solo aquellas que han sido reconocidas, firmadas y acuñadas por las partes.
- ❖ El área de mantenimiento de las UEB, entrega un original de las certificaciones con las facturas aceptadas al área de economía y archivará otro original de las mismas, lo que formará parte del expediente de cada obra o cliente.

- ❖ Las facturas que fueron reconocidas, firmadas y acuíñadas por el cliente, se registrará en el modelo de información físico-financiero del área de mantenimiento [anexo No 2], y se conciliará con el área económica de la propia UEB.
- ❖ Los valores registrados como ventas en el balance económico responden solo al importe de las facturas recocidas y firmada por el cliente.
- ❖ Se establece como fecha límite para la entrega de la información por parte del área de mantenimiento de cada UEB, el día 2 de cada mes.

CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación pudo arribarse a las conclusiones siguientes:

- 1- Se elaboró el marco teórico -referencial de la investigación que posibilitó acercarse a los elementos esenciales para el desarrollo de la misma.
- 2- Se diseñó la metodología para la preparación y evaluación técnica del mantenimiento a plantas potabilizadoras convencionales.
- 3- Se garantizó el documento final en forma de trabajo de diploma.

RECOMENDACIONES.

A modo de recomendación se puede plantear lo siguiente:

- 1- Presentar el resultado de esta investigación al consejo de Dirección de la “Empresa de Mantenimiento y Reparación a Obras Hidráulicas” [EMROH], con el objetivo de que se evalúe y se apruebe la propuesta de diseño de una metodología para la preparación y evaluación técnica del mantenimiento a plantas potabilizadoras convencionales.
- 2- Que la propuesta de este diseño sirva como herramienta de trabajo a especialistas y personal técnico que atienden el mantenimiento de estas obras hidrotécnicas.
- 3- Hacer extensiva esta metodología a todas las unidades empresariales de base entiéndase [UEB], que integran la “Empresa de Mantenimiento y Reparación a Obras Hidráulicas” [EMROH], una vez sea evaluada y aprobada dicha propuesta.
- 4- Continuar esta investigación por otros investigadores referente al tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Cánepa de Vargas L. et al. 2005. Tratamiento de agua para consumo humano. “Plantas de filtración rápida”. Manual IV: Operación mantenimiento y control de la calidad. CEPIS/OPS. Lima, Perú.
2. Cánepa de Vargas L. et al. 2004. Tratamiento de agua para consumo humano.
3. Iglesias Guerra Reinaldo A. El mantenimiento en las obras hidráulicas. La Habana Cuba 2015.
4. Iglesias Guerra Reinaldo A. Codificación de especialidades hidráulicas, Instituto de HidroEconomía, Cuba 2003.

BIBLIOGRAFIA

1. “El portal del mantenimiento 2003” Mantenimiento mundial
2. “Plantas de filtración rápida”. Manual I Tomo 2: Teoría. CEPIS/OPS. Lima, Perú.
3. CEPIS/OPS. 2004. Especificaciones técnicas para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Lima, Perú.
4. Colectivo de autores. Manual técnico de construcción, MICONS, Cuba 1966
5. Gaceta Oficial de la República de Cuba. 2015. Decreto 327. La Habana. Cuba.
6. GEAAL, INRH, Cuba 2010. Manual de planta potabilizadora eficiente
7. GEAAL, INRH, Cuba 2010. Manual técnico de procedimientos para la confección del plan anual de mantenimiento preventivo y correctivo, GEAAL, Cuba 2012.
8. Gunnebo Industries. 2015. Guía de izaje.
9. I.N.R.H. Instructivo de PEAD 3ra Versión Primera Parte
10. Ley No.13- 1977 “Normas de Seguridad e Higiene del Trabajo” Ministerio del trabajo, Habana, Cuba.
11. López de la Huerta, A.M. et al. 2012. Normas para Redes de Abastecimiento. Madrid. España.
12. Matos Moya Bladimir.” Política Nacional del Agua “. Revista Voluntad Hidráulica, INRH, Cuba 2013.
13. Mujica Piloto, R. et al. 2004. Proceso de Contratación de Obras. Guía Práctica para su elaboración. La Habana, Cuba.
14. NC 52-55 “Explotación y conservación de las construcciones de arquitectura e ingeniería en Cuba 1982.
15. NC ISO 9001-2008 “El control de la calidad” Oficina nacional de Normalización. La Habana, Cuba.
16. NC-120/2007 “Hormigón Hidráulico. Especificaciones” Oficina nacional de Normalización. La Habana, Cuba.
17. Pérez Carrión, J. M. et al. 1984. Evaluación de plantas de tratamiento de agua. Tomo I. Manual DTIAPA No C-5 CEPIS. Programa de protección de la salud ambiental HPE.
18. PRECONS II. 2005.” Sistema Presupuestario de la Construcción.” Centro de Información de la Construcción. La Habana, Cuba.
19. Rodríguez Pérez, R.J. y Galguera Rodríguez, A. 2005. El Constructor de Edificaciones III. La Habana, Cuba.
20. Rodríguez Pérez, R.J. 2002. El Contratista de Obra y la Calidad. La Habana, Cuba.
21. Sanchez Lesmo José A. Informe al consejo de Dirección sobre el avance del plan 2019, La Habana, Cuba 2019.

22. Ferrer Ferrer, Miguel A. Experiencias de la rehabilitación de redes de Acueducto y conductoras,
Cuba 2010.

ANEXOS 1.

Ficha técnica de Plantas Potabilizadoras convencionales.



FICHA TÉCNICA DE PLANTAS POTABILIZADORAS.

1. Nombre de la Planta Potabilizadora: _____
2. Fuente de Abasto: Presa: _____ Río: _____ Manantial: _____
3. Cuenca: _____ 4. Municipio: _____ 5. Provincia: _____ 6. Coordenadas:
N _____ E _____
7. Población Beneficiada: _____ 8. Tipo
Población: U _____ R _____
9. Propietario: _____ 10. Capacidad: _____ l/s. 11. Año Fabricación _____

PARTE CIVIL.

Objeto de obra	Paredes (material)	Techo (material)	Piso (material)	Estado técnico (B,R,M)	Camino de acceso (B,R,M)
11	12	13	14	15	16

EQUIPAMIENTO.

CONDUCTORA OBRA DE CAPTACIÓN.

Material _____ Longitud _____(Km) Diámetro _____ (mm)

SEDIMENTADORES Tipo:

FLOCULADORES Tipo:

FILTROS Tipo:

Lecho filtrante. Material. _____ Espesor: _____ (cm)

DESINFECCIÓN.

Producto: Cloro gas _____ Hipoclorito de Sodio. _____ Otros _____

Modelo y Marca	Cant.	Capacidad Kg/h

DOSIFICADORES DE PRODUCTOS QUÍMICOS.

Sulfato de Alúmina: _____ **Hidrato de Cal:** _____ **Otros** _____

Tipo	Cant.	Capacidad Kg/h

CISTERNA DE AGUA TRATADA: Volumem _____m³ L _____ m A _____ m H
_____ m

BOMBA					MOTOR				
TIPO: Vertical _____ Horizontal _____ Sumergible _____									
Marca	Año	Q (l/s)	H (m)	Estado técnico (B, R, M)	Elect	Diésel	Pot (Kw)	Volt.(V)	Estado técnico (B, R, M)
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

MEDIDOR DE CAUDAL	Tipo	Estado técnico (B, R, M)
Entrada		
Salida		

INSTRUCCIONES PARA EL LLENADO.

DATOS GENERALES.

Planta: anotar el nombre completo de la planta potabilizadora.

Fuente de abasto: marcar con una X el que corresponda (presa, río o manantial).

Cuenca: se pone el nombre de la cuenca a la que pertenece la fuente de abasto.

Acueducto: se pone el nombre del sistema de acueducto al que pertenece la planta.

Municipio: nombre del Municipio.

Provincia: nombre de la Provincia.

Coordenadas:

Población beneficiada: se refiere al número de personas, expresado en miles de habitantes, que consumen el agua tratada por esa planta.

Tipo de población: marcar con una X si es Urbana (U) o Rural (R)

Capacidad (de la planta): indicar la capacidad de diseño de la planta potabilizadora en litros por segundo (l/s).

Año de fabricación: indicar el año de fabricación de la planta.

PARTE CIVIL.

Columna 11: especificar el objeto de obra.

Columna 12,13 y 14: especificar con que material están construidas las paredes, techos y pisos.

Columna 15: estado general del objeto de obra según corresponda: bien (B), regular (R) o malo (M).

Columna 16: de tener camino de acceso la obra, especificar su estado técnico según corresponda: bien (B), regular (R) o malo (M), de lo contrario indicar que.
No tiene

EQUIPAMIENTO.

Bomba: marcar con una X el tipo de bomba instalada.

Columna 17: especificar marca de cada equipo de bombeo instalado (incluye los de reserva)

Columna 18: indicar el año de instalación de cada equipo.

Columna 19 y 20: especificar gasto (Q) y carga (H) de trabajo de cada equipo de bombeo.

Columna 21: especificar el estado técnico de cada equipo según corresponda: bien (B), regular (R) o malo (M).

MOTOR.

Columna 22 y 23: indicar si el motor es eléctrico o diésel, especificar la marca del motor

Columna 24 y 25: indicar la Potencia (Kw) y voltaje (V) del motor.

Columna 25: especificar el estado técnico según corresponda: bien (B), regular (R) o malo (M).

CONDUCTORA DE CAPTACIÓN.

Se especifica el tipo de material, longitud (km) y diámetro (mm) de la conductora de captación.

SEDIMENTADORES.

Indicar el tipo (de flujo): en el sedimentador: horizontal, vertical, radial, pulsante, así como el número total de sedimentadores de que dispone la planta.

FLOCULADORES.

Indicar el número y tipo de floculador que dispone la planta.

FILTROS.

Indicar el tipo de filtro: abiertos lento, rápidos o cerrados a presión y el número de filtros con que cuenta la planta.

LECHO FILTRANTE.

Especificar el tipo de material por capa y el espesor de las mismas.

DESINFECCIÓN.

- Marcar con una X el tipo de desinfección utilizada: cloro gas o hipoclorito de sodio, de ser otro especificar el tipo utilizado.

- Identificar el modelo y la marca del equipamiento tanto funcionado como de reserva, cantidad y capacidad de los mismos.

DOSIFICADORES DE PRODUCTOS QUÍMICOS.

- Marcar con una X el producto químico que se utiliza alúmina o cal, de ser otro especificar el producto utilizado.
- Identificar los tipos de dosificadores tanto funcionado como los de reserva, cantidad y capacidad de los mismos.

CISTERNA DE AGUA TRATADA.

Indicar el volumen en metros cúbicos de capacidad de la cisterna o tanque que almacena el agua tratada, así como su largo (L), ancho (A) y altura (H).

MEDIDOR DE CAUDAL.

- De poseer medidores de caudal (entrada y salida), identificar el tipo y el estado técnico según corresponda: bien (B), regular (R) o malo (M).

Elaborado por: _____
Nombre Firma

Aprobado por: _____
Director técnico Firma

ANEXO 2.

Objetos de obras de una Planta Potabilizadora convencional.

No	Objetos de obras
1	Obra de captación
2	Estación de bombeo de agua cruda
3	Conducción de agua cruda
4	Registro de entrada y distribución
5	Área de mezcla rápida y floculación
6	Área de sedimentación -clarificación
7	Área de filtración
8	Cisterna –tanque de almacenamiento de agua tratada
9	Área de dosificación de productos químicos
10	Área de desinfección
11	Estación de bombeo de agua tratada y agua para el lavado de filtros
12	Registro de salida
13	Conducción de agua tratada
14	Grupo Electrógeno de Emergencia y depósito de combustible
15	Edificio socio-administrativo
16	Local de mantenimiento
17	Almacén de productos químicos
18	Garita
19	Área exteriores