

ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MANO DE OBRA EN EL  
PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR MOSQUERA

**BRAYAN GUTIERREZ RODRIGUEZ ID 95863**

**LEIDY MURILLO VARGAS ID 323634**

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Uniminuto Virtual y a Distancia

Postgrados

Especialización Gerencia de Proyectos

Bogotá, Colombia

Junio, 2017.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MANO DE OBRA EN EL  
PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR MOSQUERA

**BRAYAN GUTIERREZ RODRIGUEZ ID 95863**

**LEIDY MURILLO VARGAS ID 323634**

Director: JORGE CIFUENTES

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Uniminuto Virtual y a Distancia

Bogotá, Colombia

Junio, 2017.

## Resumen

La firma **CONTELAC S.A.S** es contratista orientado a la consultoría y construcción de obras de Acueducto, alcantarillado y saneamiento básico. Uno de los proyectos de construcción es la “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Mosquera” o PTAR Mosquera en donde cumple las funciones de contratista constructor.

La herramienta de análisis de producción de mano de obra permitirá establecer tiempos y rendimientos acordes a las condiciones específicas del proyecto, será una directriz para la realización de cronogramas de actividades y análisis económicos de producción, más realistas que establezcan costos reales en el proyecto.

El proyecto cuenta entre sus recursos con el factor humano el cual tiene como responsabilidad la producción en obra, las actividades realizadas por el personal son medibles y por tanto cuantificables lo que es insumo para diferentes herramientas como los cronogramas o programaciones, presupuestos, análisis de rendimientos entre otros.

El presente documento plantea el análisis de producción en obra como herramienta cuantitativa enfocada en la mejora de procesos dentro de la firma, con el objetivo de establecer y mejorar los rendimientos de producción a partir de metodologías de motivación y organización de equipos de trabajo especializado.

## Tabla de contenido

Resumen.....	3
Tabla de contenido .....	4
Lista de Tablas .....	7
Lista de Figuras .....	7
Lista de Anexos.....	8
1. Introducción:.....	9
2. Identificación del problema .....	10
2.1. Planteamiento del problema.....	10
3. Justificación .....	14
3.1. Alcance .....	14
3.2. Razón de ser.....	14
4. Objetivos.....	16
4.1. Objetivo General.....	16
4.2. Objetivos específicos .....	16
5. Marco Teórico.....	17
5.1. Proyecto Planta de tratamiento de Aguas residuales PTAR Mosquera. ....	17
5.1.1. Objeto.....	17
5.1.2. Justificación y Alcance.....	17
5.2. Razón de ser del proyecto de análisis. ....	18

5.3.	Aplicación del análisis en el campo de la construcción.....	18
5.4.	Uso de los datos a nivel interno de las organizaciones.....	19
5.4.1.	Impacto de la labor de mano de obra en el costo de las actividades del proyecto. 20	
5.5.	Postura PMI. (PMBOK, 2016).....	21
5.5.1.	Procesos de dirección de proyectos.....	21
5.5.2.	Procesos orientados al producto.....	22
6.	Metodología.....	23
6.1.	Desarrollo del Objetivo 1.....	24
6.1.1.	Recolección de Información.....	24
	Datos del proyecto a analizar y del proyecto referencia de comparación.....	24
	Datos del personal.....	25
6.1.2.	Producto.....	27
6.1.3.	Metodología.....	27
	Información del personal.....	27
6.2.	Desarrollo del Objetivo 2.....	28
6.2.1.	Proyectos a comparar.....	28
6.2.2.	Análisis a ejecutar.....	28
7.	Resultados y Análisis.....	28
7.1.	Análisis al personal que ejecuta la labor de mano de obra.....	28

7.1.1.	Datos del personal que ejecuta la mano de obra. ....	28
7.1.2.	Encuesta. ....	29
7.1.3.	Información Personal. ....	29
7.1.4.	Entorno Laboral.....	31
7.1.5.	Motivación .....	34
7.1.6.	Opinión del personal. ....	36
7.2.	Verificación entre lo planeado versus lo ejecutado. ....	36
7.2.1.	Planeación. ....	36
7.2.2.	Ejecución.....	37
7.2.3.	Comparación con proyecto PTAR Zipaquirá.....	37
7.2.3.1.	Referencia de comparación. ....	38
7.2.4.	Análisis comparativo en la planeación de tiempos de ejecución. ....	40
8.	Conclusiones.....	43
8.1.	Elementos que motivan la producción de mano de obra en el proyecto planta de tratamiento PTAR MOSQUERA.....	43
8.2.	Planeación y ejecución de la producción de mano de obra en el proyecto planta de tratamiento PTAR MOSQUERA.....	44
9.	Recomendaciones. ....	45
10.	Bibliografía .....	46
11.	Anexos .....	48

### Lista de Tablas

Tabla 1 Planteamiento del problema.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2.....	26
Tabla 3.....	32
Tabla 4.....	33
Tabla 5.....	34
Tabla 6.....	42

### Lista de Figuras

Figura 1 <i>Cronograma inicial de ejecucion de actividades Proyecto PTAR Mosquera</i> .....	11
Figura 2 <i>Cronograma para ampliacion de tiempos Proyecto PTAR Mosquera</i> .....	12
Figura 3 <i>espectativa virtual de la culminacion del proyecto PTAR Mosquera</i> .....	17
Figura 4 <i>Resultado Grupo de Edad</i> .....	30
Figura 5 <i>Resultado lugar donde vive</i> .....	30
Figura 6 <i>Resultado Niveles de Estudio</i> .....	31
Figura 7 <i>Estructura de pretratamiento y tanques de aireacion proyecto PTAR Mosquera</i> ....	38
Figura 8 <i>Estructura Sedimentador proyecto PTAR Mosquera</i> .....	39
Figura 9 <i>Estructura espesador de lodos proyecto PTAR Mosquera</i> .....	39
Figura 10 <i>proyecto completo PTAR Mosquera</i> .....	40
Figura 11 <i>Cronograma con actividades para construccion de estructuras Proyecto PTAR Mosquera</i> .....	41

Figura 12 *Cronograma con actividades para construcción de estructuras Proyecto PTAR*

*Zipaquira*..... 42

### **Lista de Anexos**

**No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**



## 1. Introducción:

Para la firma CONTELAC S.A.S es de gran relevancia la búsqueda de herramientas que permitan el cumplimiento de objetivos y un análisis que servirá como insumo determinante en la toma de decisiones a tiempo enfocado al manejo de personal y organización de los recursos.

En la actualidad la problemática de retrasos en los proyectos está asociado, en la mayoría de los casos a la mala planificación en el cronograma de actividades y seguimiento de los mismos, los cuales tienen entre sus muchas variables la producción de mano de obra, este factor puede ser controlado con mayor precisión si se cuenta con un análisis adecuado enfocado especialmente al personal que realiza las actividades, es por esto que se realizará este análisis en donde se identificará las variables que producen las adiciones de tiempo en la ejecución del contrato y que tiene como desenlace sobrecostos y mayores tiempos de ejecución.

Dicho análisis se desarrollara con datos reales de ejecución tomados en el proyecto ya en ejecución y confrontados con las estimaciones realizadas en la etapa de planeación.

Se tiene como propósito la dirección del recurso de mano de obra como tal y consolidar las estrategias de mejora hacia la optimización de recursos y tiempo, previniendo los sobrecostos y tiempos adiciones injustificados.

## **2. Identificación del problema**

Para CONTELAC S.A.S la optimización de recursos y tiempos de producción son factores que determinan el crecimiento, motivo por el cual debe darse toda la relevancia del caso y no escatimar esfuerzos para conocer su comportamiento y factores que lo afectan.

Los proyectos de construcción tienen como particularidad que ninguno es igual a otro, aun cuando compartan muchas similitudes, y por tanto su tratamiento debe ser distinto, la producción de mano de obra es un factor crucial para el cumplimiento de los plazos establecidos en el contrato y por lo tanto es una labor que debe contar con supervisión y monitoreo.

Omitir los análisis a la labor de mano de obra representa un riesgo económico para el proyecto dado que la mala planificación implica tiempos adicionales y por lo tanto recursos y costos adicionales, por otro lado, está la obligación contractual de cumplimiento de tiempos en donde es de carácter obligatorio y sancionable.

Las sanciones impuestas por las entidades de control y contratantes en un proyecto van desde lo económico hasta la liquidación legal de la empresa, entendiendo esto se puede magnificar la problemática de una mala planeación en la ejecución del proyecto y aún más desde la concepción misma.

### **2.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR Mosquera cuenta con un plazo para ejecución de sus actividades de 18 meses, donde sus actividades iniciaron el siete (7) de septiembre de 2015 y la terminación estaba proyectada para el treinta (30) de marzo de 2017, dichos plazos fueron insuficientes y se vio la necesidad de prorrogar siete (7) meses más con la consecuencia de que los valores de utilidad esperados se encuentran por debajo de lo estimado en

el proyecto, en el control interno de ejecución se realizan balances de las actividades y la consistencia con el plan de ejecución, en esta revisión se ha evidenciado sobrecostos por uso de equipos, herramientas y lo más importante aún, tiempos adicionales de ejecución o demora en la culminación de actividades como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 1

*Cronograma inicial de ejecución de actividades Proyecto PTAR Mosquera  
Se da a conocer los tiempos inicialmente planteados para la ejecución del proyecto.*

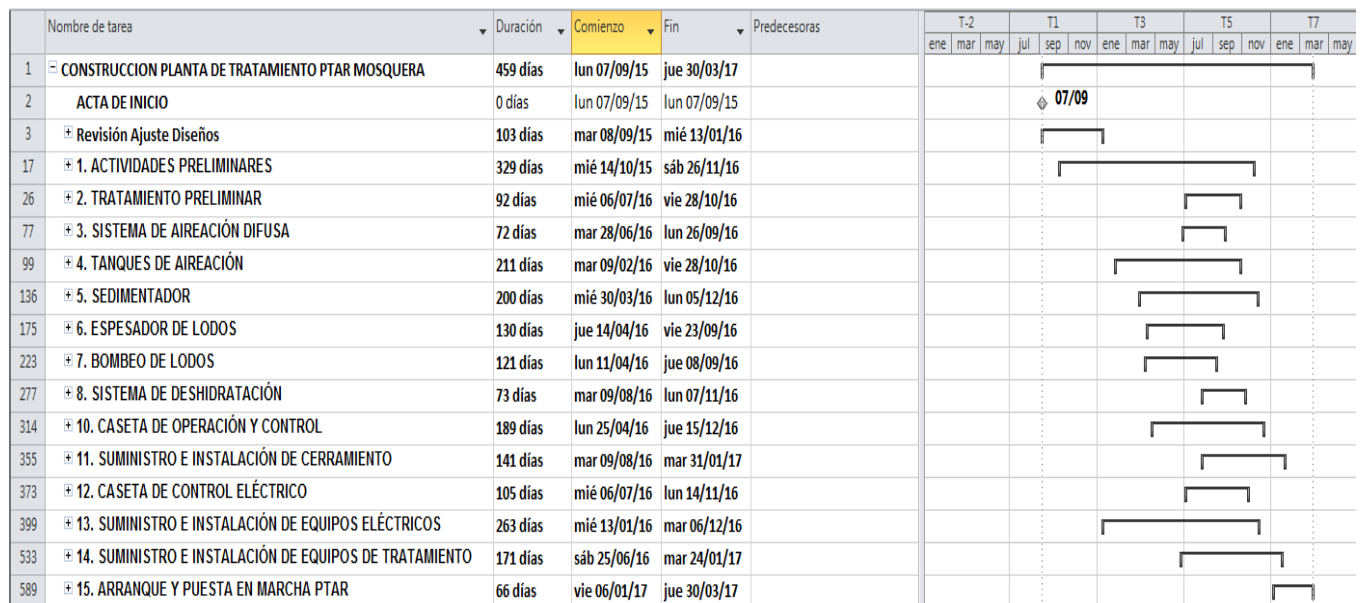


Figura 1. Cronograma inicial de ejecución de obras, discriminado por estructuras y planteado para el periodo 2015 a 2017 con duración de 18 meses.

Figura 2

*Cronograma para la ampliacion de tiempos Proyecto PTAR Mosquera*

*Se da a conocer lo que sucede posteriormente por el incluplimiento de los tiempos durante la ejecucion.*

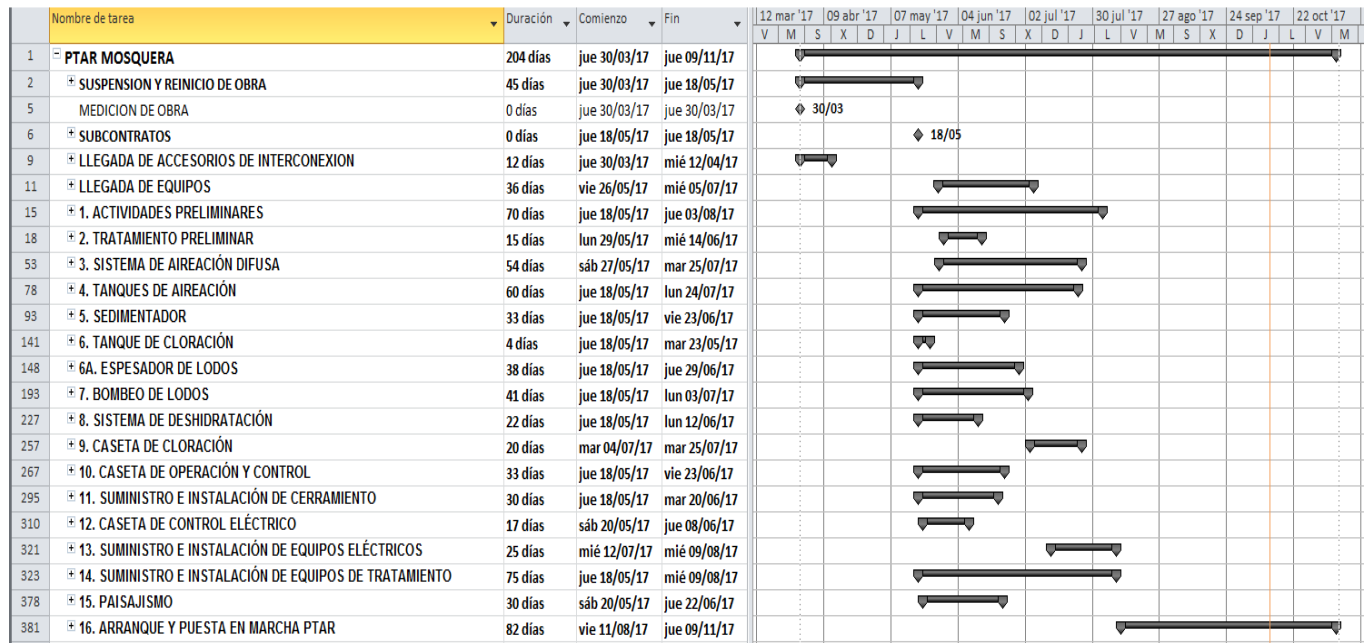


Figura 2. Cronograma propuesto para adición de tiempos en la construcción de estructuras para el “Proyecto PTAR de Mosquera con duración de siete (7) meses más adicionales.

Es de notar que los tiempos en la figura2 son adicionales a los planeados al inicio del proyecto lo cual es motivo de análisis de las causas que lo producen.

Tabla 01

Planteamiento del Problema

SINTOMAS	POSIBLES CAUSAS	PISIBLE PRONÓSTICO	CONTROL AL PRONÓSTICO
Demora en las entregas programadas de elementos.	Calculo inadecuado de los rendimientos de producción.	Tiempos adiciones para entrega de productos.	Cronograma de despacho de insumos.
Insumos o herramientas sub utilizados o sobre utilizados.	Logística de materiales sin control con las actividades programadas.	Sobrecosto en insumos y herramientas por tiempos adicionales de alquiler.	Planeación de herramientas e insumos en armonía entre las actividades y disponibilidad del personal.
Improvisación en la ejecución de actividades.	No hay programación y se presentan grupos de trabajo desintegrados y re organizados con poco criterio.	Actividad con tiempo adicional en actividades a ejecutar y costos adicionales.	Asignación de labores en función de las cualidades de cada trabajador.
Mala aplicación en los procedimientos constructivos Sobrecostos en actividades de mano de obra.	Personal idóneo en una actividad es utilizado en otra en la que tiene menos manejo y personal no calificado.	Subutilización del personal con costos adicionales por asignación de labor no planeada.	Cronograma de actividades a ejecutar.
Mayores tiempos en la ejecución de actividades.	No planeación de actividades, personal y tiempo.	Atraso de ejecución de ejecución del proyecto.	Planeación, control de actividades, financiero y tiempos.

### **3. Justificación**

#### **3.1. Alcance**

El presente análisis tiene como alcance el nivel de planteamiento, dado que los tiempos empleados para desarrollar el presente análisis son insuficientes para realizar su implementación, se establece como propuesta para acciones de mejora dentro del proyecto PTAR Mosquera donde la herramienta de análisis de mano de obra formará parte en el planteamiento y programación de cronogramas de ejecución de obra y también en las decisiones estratégicas implementadas por el proyecto para lograr de forma eficaz el cumplimiento de los compromisos.

#### **3.2. Razón de ser.**

La importancia del análisis está fundamentada en los riesgos mencionados anteriormente, se plantea su implementación como herramienta para diagnosticar y reprogramar el cronograma de ejecución identificando las causas en las demoras y mitigando la incertidumbre para el nuevo programa de trabajo.

El análisis de la mano de obra enfocado a las necesidades del proyecto es una herramienta invaluable en donde se incluyen elementos como la motivación, división del trabajo y organización de actividades, adicionalmente permite un adecuado control y supervisión sin dejar de lado el cumplimiento con los objetivos de calidad establecidos por el proyecto y la firma CONTELAC S.A.S (Armesto, 2015)

Para el proyecto PTAR Mosquera el presupuesto de ejecución de obras se divide en tres partes, la primera es el suministro de insumos necesarios para desarrollar las actividades, el segundo es la mano de obra y el tercero maquinaria y equipos, el primero es el del suministro del material y

está asociado a los proveedores, en segundo lugar y no menos importante encontramos la instalación en la que se encuentra en cabeza la mano de obra seguida por los Equipos y herramientas especiales, los sobrecostos están asociados a una de estas tres actividades y si el objetivo es identificar la causas la herramienta de análisis de mano de obra dará una visión más crítica sobre la problemática.

La utilización de equipos, necesarios para desarrollar los procedimientos constructivos, se ejecutan bajo un plan de trabajo y este a su vez obedece a un cronograma de actividades diseñado en función de la dinámica del proyecto. Si bien es cierto que el alquiler de muchos de estos equipos es elevado (por ejemplo, de un camión grúa) y podría considerarse que tiene prioridad sobre la mano de obra, lo cierto es que si las actividades de mano de obra no están terminadas en el momento de usar los equipos estos tendrán tiempos muertos en los que no se trabajaran, pero si consumirán presupuesto de la obra.

Casos como el anteriormente mencionado se aplica para casi toda la maquinaria y los equipos de costos representativos en el proyecto, por lo que al ser trabajos que dependen de las actividades de un grupo de mano de obra deben estar coordinados y planeados con toda la rigurosidad del caso, una razón más por la cual analizar la mano de obra del proyecto PTAR Mosquera identificará elementos que desvíen el correcto funcionamiento del plan de gastos en la obra.

El análisis de producción de mano de obra permitirá adicionalmente sugerir ajustes al cronograma de ejecución del proyecto, aportando elementos que minimicen la incertidumbre en el tiempo de ejecución y estableciendo causas sustentables para los sobrecostos.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Proponer el análisis como herramienta que establezca de forma sustentable ajustes a la programación de actividades y costos inherentes a la labor de mano de obra en el proyecto PTAR Mosquera.

### 4.2. Objetivos Específicos

1- Identificar los elementos que motivan la producción de mano de obra en el proyecto planta de tratamiento PTAR MOSQUERA.

2- Verificar la planeación y ejecución de la producción de mano de obra en el proyecto planta de tratamiento PTAR MOSQUERA.



## 5. Marco Teórico

### 5.1. Proyecto Planta de tratamiento de Aguas residuales PTAR Mosquera.

#### 5.1.1. Objeto.

Construcción De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Para Mosquera Fase I

#### 5.1.2. Justificación y Alcance.

El Municipio de Mosquera, para dar cumplimiento a las funciones legales y Constitucionales a él atribuidas como entidad territorial y núcleo fundamental de la estructura del Estado que es, debe llevar a cabo actividades tendientes a mejorar la calidad de vida de los habitantes, supliendo necesidades de Infraestructura del Municipio.

Como consecuencia de lo anterior, el Municipio de Mosquera y la CAR con el fin de aunar esfuerzos para llevar a cabo el megaproyecto de saneamiento y descontaminación del río Bogotá suscribieron el convenio interadministrativo de asociación 1191 de 2014, cuyo objeto consiste en la “CONSTRUCCIÓN PRIMERA FASE PTAR MOSQUERA 1, OBRAS SANEAMIENTO EN LA CUENCA DEL RÍO SUBACHOQUE.” (s.a.s, 2015)

Figura 3

*Expectativa virtual de la culminación del proyecto PTAR Mosquera*



Figura 3. El Proyecto PTAR Mosquera en su visión inicial, esta surge del diseño y las condiciones de localización, es una expectativa realista de lo esperado al finalizar el proyecto.

### **5.2. Razón de ser del proyecto de análisis.**

En la actualidad y considerando la importancia de la producción en obra como factor determinante para lograr los objetivos de la organización tanto técnicos como económicos, se han abordado diferentes enfoques de un estado ideal de producción.

Históricamente en la región se han manejado datos producto de análisis y experiencia en obras de similares condiciones, un ejemplo de esto es mostrado por el autor mexicano Welsch Hilton donde los tiempos de producción de mano de obra se estimaban básicamente con un supervisor tomando con cronometro las actividades para después decidir si el tiempo tardado era el adecuado para los análisis o decisiones a tomar. (Welsch Hilton, 2005).

Para el caso el Proyecto PTAR Mosquera se establecieron tiempos para la ejecución de cada actividad teniendo como premisa la experiencia en proyectos de similares condiciones, también se establecieron factores externos como días festivos y restricciones viales para conformar un cronograma de actividades que sería la ruta guía de trabajo.

### **5.3. Aplicación del análisis en el campo de la construcción.**

En la actualidad existen herramientas que ayudan a tomar decisiones respecto al tiempo de actividades (Project, Excel, otros), pero estas deben ser alimentadas con los tiempos estimados por el programador, estos tiempos necesariamente y como mencionamos anteriormente deben ser tomados a partir de la experiencia, la forma de analizar estos datos finalmente aporta en mayor o menor forma al proyecto. (Cardona, 2013).

A nivel de literatura se cuenta en la actualidad con una revista llamada Construplan, esta revista es muy utilizada en el gremio de la construcción porque en ella encontramos los precios

relativamente reales de casi todos los materiales, herramientas y maquinarias para construcción, adicionalmente se encuentra un aparte dedicada a los rendimientos de mano de obra como se muestra a continuación.

“La remuneración del trabajo en cualquier sociedad capitalista depende del grado de especialización de una persona, de la oferta y demanda que exista de esa especialización, de los valores agregados que la persona considere recibirá desempeñando su oficio y del tiempo que le tome ejecutar el trabajo. (Consuegra, 2005)

No existe, entonces, un procedimiento universal para valorizar el costo de la mano de obra, pues cada proyecto tendrá sus propias determinantes que el presupuestado debe ponderar detenidamente si quiere que se reflejen en su estudio presupuestal”. (Consuegra, 2005)

Los valores de mano de obra que aparecen en la revista CONSTRUDATA han tratado siempre de ser un promedio representativo de la actividad de construcción, y se han basado en encuestas periódicas que se hacen a empresas constructoras de diferentes características y en obras de diferentes zonas de las ciudades que intervienen en la revista, tratando de obtener la información más representativa posible. (Consuegra, 2005)

#### **5.4. Uso de los datos a nivel interno de las organizaciones.**

Entendiendo que la información solo puede venir de una fuente y esta es la que nos da el campo de acción, que para este caso es la obra o proyecto, se tiene un cierto nivel de incertidumbre, por lo que tomar o no la información es responsabilidad del director del proyecto el cual con base en su experiencia determinara que tan Confiable puede ser y hasta qué punto determinara el rumbo de la programación.

Como en el caso anterior la revista CONSTRUDATA hace hincapié en la calidad de la información que presentan.

La encuesta no pretende ser una muestra estadística precisa, ya que es muy poco probable que tal cosa exista, sino descubrir valores que podrían denominarse como “generalmente aceptados” por los contratistas de construcción. (Consuegra, 2005)

Los rendimientos en obra son el dato de entrada para actividades como:

- Cronograma de Obra.
- Presupuesto del proyecto, específicamente los análisis de precios unitarios.
- Programación de alquiler de maquinaria y equipos.

Los dos primeros enunciados son de obligatorio cumplimiento y en la mayoría de contrato son producto entregable previo a la ejecución de cualquier actividad.

#### **5.4.1. Impacto de la labor de mano de obra en el costo de las actividades del proyecto.**

Las actividades a ejecutar en un proyecto están enmarcadas en el presupuesto de obra, dichas actividades representan un costo que es producto de un análisis entre el insumo necesario para ejecutar la actividad y lo necesario para que ese insumo funcione o sea instalado adecuadamente, entre los elementos necesarios encontramos la mano de obra y esta tiene un valor en función de la dedicación en tiempo del trabajador.

Este proceso es llamado Análisis de Precios unitarios o APU. La elaboración de los APU está muy bien definida, aun cuando existen diferentes modelos en función de la entidad que los requiere, pero todos con el mismo enfoque.

Este tema de elaboración de APU, así como los costos asociados a la mano de obra son ampliamente analizados por el profesional Hernando Gonzales Forero. (Gonzalez Forero, 2011)

### **5.5.Postura PMI. (PMBOK, 2016)**

Para la perspectiva del PMI se plantea un proceso con una duración determinada y un fin concreto para la realización de nuestro producto, ya sea este material o de servicio, este a su vez está compuesto por tareas y actividades ejecutadas usando el conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas de dirección.

Dentro de los procesos encontramos dos grandes grupos en donde se encuentran todas aquellas actividades necesarias para obtener un producto o prestar un servicio, estos grupos son.

- Procesos de dirección de proyectos.
- Procesos orientados al producto.

Para el análisis específico objeto de nuestra investigación y comprendido desde la perspectiva PMI nos encontramos con que el análisis de la mano de obra como elemento vital de producción hace parte fundamental para llevar a cabo estos procesos ya que es un insumo de entrada a la planeación.

#### **5.5.1. Procesos de dirección de proyectos.**

Entre estos tenemos.

- Proceso de iniciación
- Proceso de planificación
- Proceso de ejecución
- Proceso de supervisión y control

- Proceso de cierre del proyecto.

Definitivamente el análisis ejecutado en el Proyecto PTAR Mosquera será parte integral del proceso de planeación en donde se dará la pauta para diseñar los procesos productivos y la organización de equipos de trabajo, así como los rendimientos esperados que se traducirán en cronogramas de actividades, un buen análisis al personal de mano de obra permitirá una buena planificación y una fácil supervisión y control de las actividades.

### **5.5.2. Procesos orientados al producto.**

Estos procesos son conformados en función del área de conocimiento en donde se encuentra

- Gestión de la Integración
- Gestión del Alcance
- Gestión del Tiempo
- Gestión de Costes
- Gestión de la Calidad
- Gestión de los Recursos Humanos
- Gestión de las Comunicaciones
- Gestión del Riesgos
- Gestión de las Adquisiciones del proyecto

El gran aporte en varias de estas disciplinas, entendiendo que en el proyecto PTAR Mosquera se encuentran todas reunidas, el producto a entregar son estructuras fabricadas a partir de procedimientos e insumos, estas deben cumplir por calidad y funcionalidad en los tiempo y con los parámetros especificados.

Es así como el desconocimiento de la producción de mano de obra imposibilita la estimación de tiempos de producción y a su vez los costos de ejecución, por otro lado identificar las tareas a realizar y comprender el personal adecuado para desarrollarlas permite una incorporación laboral eficaz con una mayor garantía en la calidad producto de la mano de obra. (PMBOK, 2016)

## 6. Metodología

El enfoque tomado para realizar la investigación es de tipo exploratorio por sus particularidades como ubicación y metodología de desarrollo que hacen la distinción de la construcción de otras plantas de tratamiento de aguas residuales con similares condiciones, como segunda razón, el análisis brindara una visión general del desarrollo de las actividades asociadas a la mano de obra y su incidencia en el cumplimiento de objetivos como plazos de ejecución y utilidad del proyecto.

Uno de los puntos clave del análisis es comprender el comportamiento de la actividad de ejecución en el proyecto, que permiten un mayor o menor desempeño de producción, entendiendo que cada individuo es totalmente distinto al otro pero que en función del análisis se debe encontrar la relación para determinar las causas que fomenten un mejor rendimiento y que tendrá como resultado un grupo de trabajo adecuado para la labor.

Para el desarrollo del objetivo 1 <<Identificar las causas y elementos que permiten un óptimo desarrollo laboral, en donde la mano de obra alcanza su mayor productividad y se puede integrar a satisfacción en un ambiente de trabajo en conjunto>>, se aplica el mecanismo de encuestas.

Para el desarrollo del objetivo 2 <<Verificar la planeación y ejecución de la producción de mano de obra en el proyecto planta de tratamiento PTAR MOSQUERA>>, se realiza una comparación al componente de planeación de la ejecución que para este caso es el cronograma de actividades,

la comparación se realiza con un proyecto de iguales condiciones técnicas y constructivas por lo que se permite la comparación teórica.

### **6.1.Desarrollo del Objetivo 1.**

En esta primer etapa se plantea recolectar la información relacionada con el personal que ejecuta las labores, dicha información debe estar encamina a dilucidar los factores que determinan la producción de mano de obra en el proyecto de construcción PTAR Mosquera, este insumo determinará si el personal realizó las actividades de forma natural o si por el contrario existieron factores que entorpecieron su correcto desarrollo.

Como segunda medida se analizará un proyecto de condiciones similares, como tipo de estructuras, tamaño y presupuesto, con el fin de tener un referente de medida que permita especular las causas de los sobrecostos y demora en las ejecuciones, se busca comparar los tiempos de ejecución en las actividades más representativas del otro proyecto para identificar si los tiempos de ejecución planeados fueron los adecuados para las actividades.

#### **6.1.1. Recolección de Información**

##### ***Datos del proyecto a analizar y del proyecto referencia de comparación.***

El Consorcio PTAR Mosquera tiene muy bien documentada la información de procesos constructivos, tiempos de ejecución y costos de las actividades, por lo que se usara como herramienta de recolección el sistema de información del consocio. (Mosquera, 2016)

El proyecto referencia es “Planta de Tratamiento de Aguas residuales PTAR Zipaquirá” ejecutado por el Consorcio La Mina, que en la actualidad se encuentra en su etapa de ejecución y que cuenta con sistema maestro de información donde se obtiene, al igual que en el consorcio



PTAR Mosquera, la información de tiempos de ejecución proyectados para la construcción del proyecto, por lo que se acude a este como elemento de aporte de información y comparación

### *Datos del personal.*

Se considera que la herramienta más idónea para lograr el objetivo de recolección de datos del personal es la encuesta, esta se estructura abarcando los siguientes factores importantes.

- Grupo de edad al que pertenece.

Se analizan cuatro grupos de la siguiente manera. De 18 a 25, de 26 a 35, de 35 a 45 y superior a 45 años.

- Región de procedencia.

Esta pregunta representa un aporte significativo al análisis en general dado que se aclararía la incógnita de si la región o cultura regional influye en el desempeño de las labores, también se plantea por que el objetivo de la investigación es presentar argumentos para tomar decisiones efectivas y entre estas se presenta la de contratación, como uno de los objetivos a desarrollar es necesario identificar si se invierte en reclutar personal con costos adicionales de transporte pero con mayor producción versus la nativa.

- Entorno.

En esta parte se derivan varias preguntas enfocadas a determinar qué condiciones externas motivan el ejecutar las acciones, por ejemplo, la primer pregunta esta orienta a si el trabajador prefiere una hora de almuerzo extensa o dos de mediano plazo pero que le permita hacer una pausa y recobrar energías, se considera este punto de la encuesta el de mayor relevancia para el análisis objeto de estudio.

- Motivación.

Al igual que el entorno este es un grupo de preguntas con la meta de identificar un ambiente ideal de producción, aquí se precisa la forma en que es más fácil direccionar las energías del trabajador e inicia con preguntas como, ¿considera que un incentivo económico o material por metas cumplidas en la obra le permitiría realizar la labor con mayor desempeño?

- Educación.

No se puede dejar de lado el nivel de educación ya que este permite determinar, si el personal desde el punto de vista académico, que labor es asignada por su nivel de complejidad, aunque se ha demostrado que en ocasiones la experiencia es un factor determinante para este tipo de decisiones, precisamente este es uno de los puntos a analizar con la obtención de resultados.

- Población.

Tabla 1

Muestra

ALCANCE	TIEMPO	ELEMENTOS	UNIDADES DE MUESTREO
Proyecto de Construcción de Planta de tratamiento PTAR Mosquera	Enero a septiembre de 2017	15 individuos operativos	El equipo Técnico de las Estructuras de Procesos

- Tamaño de la muestra.

Dado que el proyecto por su dinámica y metodología constructiva cuenta con un número reducido de personal, se decide realizar la encuesta al 50% del personal productivo de mano de obra que en este caso son 15 personas.

### **6.1.2. Producto**

Como producto del análisis al personal que ejecuta la labor de mano de obra, se entrega una encuesta diseñada específicamente para identificar factores que motivan el correcto desarrollo de sus actividades y que es diligenciada por la población directamente involucrada, para este caso 15 encuestas de mano de obra. Dicho producto se presenta como anexo en este análisis y hará parte del diagnóstico de ejecución de la labor.

Para el análisis de la variación entre lo planeado, se desarrolla la comparación en la planeación de tiempos de ejecución entre el consorcio PTAR Mosquera y el consorcio La Mina, se producirá un comparativo específico en las actividades producto de la labor de la mano de obra, dicho análisis tendrá como insumo los cronogramas de ejecución de obra de los dos proyectos.

Finalmente se redactaran las acciones de mejora para la planeación y programación de tiempos en donde se evidenciaran las causas de las demoras en la ejecución y sobrecostos del proyecto asociados a actividades de mano de obra

### **6.1.3. Metodología**

#### ***Información del personal***

Para la encuesta se medirán los rendimientos individuales en actividades específicas, estas son.

- Instalación de encofrados
- Amarre de acero
- Fundición de concreto
- Instalación de mampostería

Esto teniendo en cuenta que son las actividades donde más se ve reflejada la labor de mano de obra y también las más representativas económicamente y en tiempos de ejecución.

## **6.2.Desarrollo del Objetivo 2.**

### **6.2.1. Proyectos a Comparar.**

La comparación se realizará entre los proyectos PTAR Mosquera y PTAR Zipaquirá, la comparación es posible ya que cumple con los siguientes requerimientos.

- Proyectos con metodología constructiva similar.
- Estructuras de igual tamaños y geometrías.
- Equipos y herramientas igualmente empleados para el desarrollo de las actividades.
- Los dos proyectos contemplan la Planeación en la ejecución de actividades que involucran la mano de obra, que para este caso es el cronograma de actividades.

### **6.2.2. Análisis a ejecutar**

Como primera labor se extraerán las actividades en donde más se ejecuta la producción de mano de obra dentro del proyecto, esta labor se realizará en la programación de ejecución de actividades del proyecto PTAR Mosquera y en el proyecto Consorcio la Mina de la PTAR de Zipaquirá.

Se analizarán el resultado y se diagnosticara sobre lo encontrado, se analizará el método constructivo en los dos proyectos para determinar si la cantidad de personal empleado es el adecuado para desarrollar la actividad en los tiempos planeados.

## **7. Resultados y Análisis**

### **7.1.Análisis al personal que ejecuta la labor de mano de obra.**

#### **7.1.1. Datos del personal que ejecuta la mano de obra.**

Los resultados obtenidos para este análisis provienen directamente del personal que ejecuta las labores de mano de obra en el proyecto PTAR Mosquera, entendiendo que el grupo que aporta la

información es el mismo que contestará a los cuestionamientos propuestos por este análisis, se concluye que la información es de primera mano y que cuenta con todo el juicio para sustentar su respuesta.

Como la primera herramienta que aporta información se encuentra en la encuesta, la cual hace parte de los anexos del presente documento, esta es quien por su estructuración aporta la mayor parte de información para análisis.

Seguidamente se cuenta con un aporte personal por parte de algunos de los trabajadores más experimentados quienes por decisión propia deciden comentar en pro de aportar el análisis y en sus lugares de trabajo.

#### **7.1.2. Encuesta.**

La encuesta consta de treinta (30) preguntas y tiene tres grupos, en el primero se extrae información personal, el segundo información sobre el entorno laboral y el tercero la motivación laboral.

#### **7.1.3. Información Personal.**

Del resultado de este grupo de preguntas se obtiene que la mano de obra proviene de diversas regiones, especialmente de las zonas de Cundinamarca esto por lazos familiares o personas allegadas a la familia, también por la cercanía al proyecto, otro dato importante es que el nivel de educación para este tipo de profesión (construcción de obras civiles en general) se centra entre ninguno y el bachillerato, esto es fácil de entender dado que las labores que desarrollan no requieren un gran nivel de conocimiento pero si mucha experiencia y esta es adquirida desde los inicios como obrero raso o ayudante de construcción básico.

Finalmente se encuentra que la edad que más predomina en este gremio es la de entre 35 y 45 años, edad que en el mercado laboral es muy complicada dado que la oferta es mínima y en trabajos con remuneraciones muy bajas, la construcción por otra parte permite la producción de empleos para esta edad dado que lo importante es el conocimiento en la función o labor a desarrollas por sobre la edad.

A continuación, se presenta un gráfico que muestra los resultados obtenidos para este primer grupo de preguntas.

Figura 4  
 Resultado Grupo de Edad

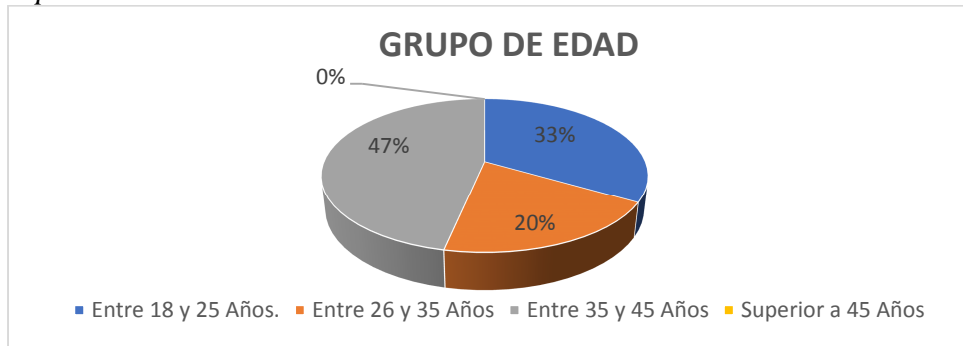


Figura1. Muestra los resultados de la encuesta realizada al personal del proyecto Ptar Mosquera, Fuente: Autor

Figura 5  
 Resultado lugar donde vive

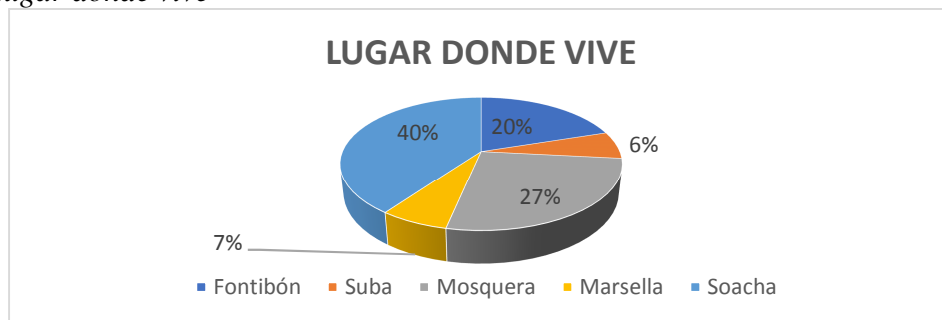
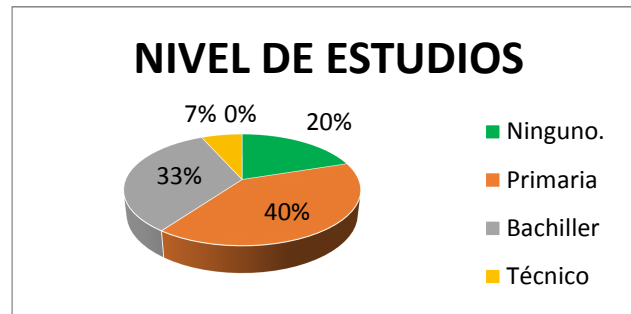


Figura 6  
*Resultado Niveles de Estudio*



#### 7.1.4. Entorno Laboral.

Tal vez el grupo de preguntas con más expectativas en cuanto al aporte para el análisis, estas preguntas cumplían con la función de conocer más al detalle la labor como tal y todo lo que la rodea, herramientas, trabajo en equipo, maquinaria y sobre todo flujo de información entre jefes y empleados.

Como gran aporte al análisis se encuentra que las herramientas son adecuadas dependiendo la persona que las utiliza, es decir que estas existen y están a disposición del personal pero este no las emplea de forma adecuada, un ejemplo claro observado en obra es que se usa un alicate en lugar de unas pinzas, esto puede funcionar en los dos casos pero la rapidez efectuada por las pinzas para una actividad como pelar cable no la da el alicate, caso contrario se puede dar en otra actividad y de la misma forma con todas las herramientas suministradas.

Se encuentra que un grupo de trabajadores considera que la maquinaria pesada no está a su disposición cuando la necesitan mientras que el restante si la tiene, como se encuentran las dos opiniones el problema está en la organización y planeación de las actividades, esto también es producto del desconocimiento de los tiempos de producción de mano de obra y es precisamente lo que este análisis quiere atender, entre otros factores, para permitir una sincronía entre las funciones.

La percepción en general muestra que las órdenes no siempre son claras y por este motivo se producen los reprocesos que extienden los tiempos de ejecución y los costos, también se tiene que no existe mucha conformidad en la asignación de labores dentro del proyecto y esto es muy común ya que el personal es asignado a diferentes actividades durante la ejecución del proyecto por la diversidad de procesos de construcción.

A continuación, se presentan las tablas con los resultado obtenidos.

Tabla 2  
Resultados preguntas entorno laboral

PREGUNTAS	1	2	3	4	5
4. Las herramientas suministradas para ejecutar su trabajo son las adecuadas.	1	3	5	6	0
5. La maquinaria y equipos necesarios para ejecutar su labor están siempre a su disposición.	2	3	7	3	0
6. El grupo con el que trabaja tiene el conocimiento necesario para apoyarlo en las actividades.	0	2	4	7	2
7. Las órdenes que se le dan son siempre claras.	2	4	5	3	1
8. Lo asignan a trabajos en los que usted es más útil y tiene mejor rendimiento.	0	5	5	3	2
9. El clima no le afecta para ejecutar sus trabajos.	2	4	3	5	1
10. Cuando ha necesitado solucionar un problema con su superior o jefe le ha dado respuesta de forma clara y oportuna.	2	2	4	5	2
11. Considera que en la actualidad las condiciones de la obra facilitan que usted trabaje de forma más ágil y productiva.	1	2	7	4	1



Tabla 3  
 Resultados preguntas entorno laboral

PREGUNTAS	SI	NO
12. ¿Su trabajo le permite tomar pausas para recuperar energía y continuar con su actividad?	6	9
13. ¿Debe improvisar en la ejecución de sus labores por falta de recursos?	11	4
14. ¿Es escuchado cuanto tiene dudas o sugerencias?	10	5
15. ¿Cambiaría el horario laboral por otro que le permita mejorar sus rendimientos en el proyecto?	8	7
16. ¿Qué horario le gustaría?	0	0
17. ¿Los tiempos para su hora de almuerzo son suficientes?	4	11
18. ¿Preferiría cambiar su hora (1 h) de almuerzo por dos de media hora (dos de 30min) para ejecutar mejor sus actividades?	6	9
19. ¿Sus compañeros de trabajo le facilitan que ejecute de forma ágil sus tareas?	11	4

### 7.1.5. Motivación

El gran aporte al análisis dado en este grupo de preguntas y esto es evidente dado que es donde mayor coincidencia hay en las respuestas se encuentra, los resultados apuntan a que el personal trabaja con mayor motivación si se presenta un incentivo adicional a su remuneración económica, las preguntas en donde se indaga por el entorno social entre compañeros y con los jefes obtienen respuestas muy neutrales, se considera que si se dan incentivos que motiven al grupo este a su vez mejorara el entorno social entre ellos por lo que la convivencia será de mucha mejor calidad.

No hay que dejar de lado el hecho de que el personal tiene una vida fuera del proyecto, y que en muchos casos afecta el estado de ánimo y la eficiencia del trabajador, por lo que el contacto de estas situaciones y un apoyo por lómenos moral es de mucha ayuda para minimizar los bajos niveles de productividad.

Para el proyecto es evidente que falta motivación y un acercamiento de la organización con el personal de mano de obra, las actividades de integración y remuneraciones como tiempo libre o bonificaciones económicas pueden ser la diferencia que marca la eficiencia.

A continuación, se presentan las tablas con los resultados para las preguntas sobre motivación laboral.

Tabla 4  
Resultados preguntas motivación laboral

PREGUNTAS	1	2	3	4	5
20. Su jefe lo motiva a realizar las actividades con la mejor actitud.	0	2	6	4	3

21. Le presentan incentivos o remuneración por realizar sus actividades con mayor disposición.	3	6	4	2	0
22. Sus compañeros generan un entorno que fomenta el trabajo en todo momento	3	1	5	5	1
23. Siempre que realiza un buen trabajo es reconocido por su jefe o encargado.	2	3	4	5	1
24. Siente agrado cuando llega a la obra a realizar sus actividades.	1	2	2	7	2
25. Piensa que la obra es de todos y por lo tanto hace su mayor esfuerzo por sacarla a delante	0	2	5	4	5

PREGUNTAS	SI	NO
26. ¿Usted trabaja de mejor forma si tiene presencia del encargado para atender sus solicitudes o preguntas?	7	8
27. ¿Entiende mejor las instrucciones de trabajo si su jefe o encargado lo trata como a un amigo?	13	1
28. ¿Si se presentan incentivos en la obra por desempeño y mejora en el rendimiento le gustaría que este fuera económico o material?	15	0
29. ¿El proyecto se interesa por saber su estado de ánimo?	3	12
30. ¿Puede hablar con su jefe o encargado de problemas personales en los que puede ayudar?	7	8

### **7.1.6. Opinión del personal.**

Al terminar la encuesta se pregunta al personal que opinión adicional pueden aportar al tema y los resultados obtenidos son los siguientes.

El gremio de la construcción más específicamente en la mano de obra, se tiene jerarquía y en esta prima la experiencia por sobre el conocimiento aprendido en la academia, para ellos es importante el valor de la experiencia y por tanto el respeto entre colegas se fundamenta en este aspecto, los vacíos o incógnitas que se presentan en la obra son subsanados por los ingenieros encargados del proyecto, pero si estos no se encuentran de forma oportuna se acude al compañero de mayor experiencia, esto nos dice que cuando las soluciones son tomadas por el personal de mano de obra con conocimiento empírico las soluciones son genéricas y no obedecen a otra lógica sino la de “ya fue implementada y no pasó nada” lo que es un gran riesgo para el proyecto.

Para el personal el trato entre jefe y subalterno es un factor que cuesta muy poco para la organización pero que permite grandes avances en el trabajo de equipo.

## **7.2.Verificación entre lo planeado versus lo ejecutado.**

### **7.2.1. Planeación.**

El proyecto se planeó con un tiempo de ejecución de 18 meses para dar cumplimiento al 100% del contrato, en el análisis inicial de programación se establecen tiempos de trabajo sustentados en experiencias con proyectos de similares condiciones, también se establece un mecanismo de control mensual para tomar decisiones sobre la producción en obra que se basa en un cuadro dinámico en el que se reportan los avances de cantidades en el tiempo como se muestra en el anexo2 “Modelo de control mensual”.

Se establece que en la zona de trabajo de dispondrá del número de trabajadores en función de los requerimientos así como sus herramientas y equipos.

Los costos asociados a las actividades se establecen con grupos de trabajo teóricos producto de la experiencia en proyectos de similares condiciones, de este análisis económico surge la utilidad esperada.

### **7.2.2. Ejecución.**

El proyecto se desarrolla con un ritmo más lento del planeado, el “Modelo de Control Mensual” evidencia la demora en producción y se toman medidas para aumentar los rendimientos como:

- Aumento en el número de trabajadores.
- Incentivos económicos por cumplimiento de metas.
- Uso de herramientas y equipos modernos

Las medidas no son suficientes para cumplir con los tiempos y se hace necesaria la ampliación de tiempos para ejecución, en el Anexo 3 se muestra el Modelo de control mensual elaborado un mes antes de la fecha de terminación inicial donde se evidencia una producción aproximada del 70%.

### **7.2.3. Comparación con proyecto PTAR Zipaquirá.**

Se toma la decisión de realizar la comparación de tiempos de ejecución con el proyecto PTAR Zipaquirá ya que este cumple con las siguientes condiciones:

- El proyecto contempla la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales PTAR con un sistema de tratamiento de lodos activados al igual que la PTAR de Mosquera.
- El proyecto cuenta con un cronograma de actividades donde se evidencia la duración de tiempos de construcción de estructuras.
- El proyecto se encuentra en su etapa de ejecución y realiza monitoreo de los tiempos programados versus los ejecutados.

### ***7.2.3.1. Referencia de comparación.***

Analizando el cronograma de ejecución se obtiene que las actividades donde se concentra de mayor forma la producción de la mano de obra sea la construcción de estructuras de procesos, estas estructuras son.

Figura 7

*Estructura de pretratamiento y tanques de aireación proyecto PTAR Mosquera*



Figura 7. Estructuras en concreto reforzado, su construcción tiene un método comparable entre los dos proyectos referencia.

Figura 8

*Estructura Sedimentador proyecto PTAR Mosquera*



Figura 8. Estructuras en concreto reforzado, su construcción tiene un método comparable entre los dos proyectos referencia.

Figura 9

*Estructura espesador de lodos proyecto PTAR Mosquera*



Figura 9. Estructuras en concreto reforzado, su construcción tiene un método comparable entre los dos proyectos referencia.

Figura 10

*proyecto completo PTAR Mosquera*



Figura 10. Proyecto en su estado actual, con un porcentaje de ejecución del 90%

Todas estructuras son en concreto reforzado y con un sistema constructivo similar, adicionalmente emplean las mismas herramientas y elementos para cumplir con sus objetivos.

Como el concreto y el acero son las actividades constantes en la construcción de cada una de las estructuras y también las que más tiempo de ejecución requieren y en donde más se emplea la actividad de mano de obra serán la referencia de comparación con el proyecto PTAR Zipaquirá para determinar si los tiempos proyectados de ejecución son adecuados para lograr los objetivos.

#### **7.2.4. Análisis comparativo en la planeación de tiempos de ejecución.**

El proyecto PTAR Zipaquirá se encuentra en ejecución y actualmente cumple con los tiempos proyectados en su cronograma de actividades, las estructuras son de similar tamaño a las construidas en el proyecto PTAR Mosquera pero en mayor número, para el análisis se confrontará la información de unidad a unidad y se analizará las diferencias encontradas.





Figura 12

## Cronograma con actividades para construcción de estructuras Proyecto PTAR Zipaquirá

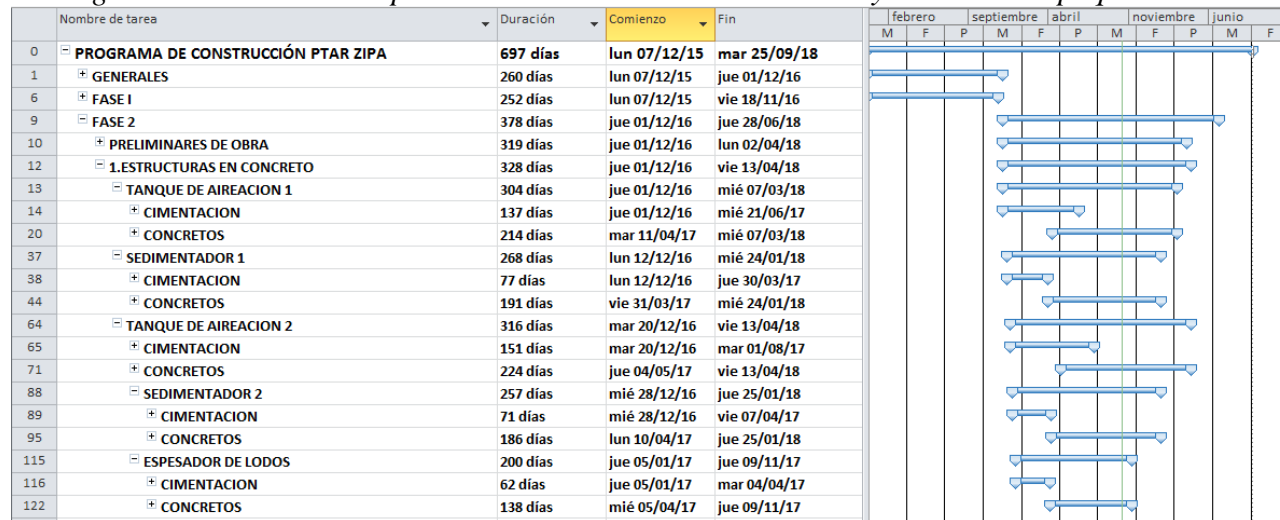


Figura 12. Cronograma de ejecución de obras, desglose de actividades para construcción de estructuras en concreto reforzado.

Como primer hallazgo se tiene que los tiempos de ejecución en el proyecto PTAR Zipaquirá son más amplios desde su planeación, como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 5

## Comparativo en tiempos de ejecución entre el Proyecto PTAR Mosqueta y PTAR Zipaquirá

No	PROYECTO	ESTRUCTURA A COMPARAR	TIEMPO PROGRAMADO	DIFERENCIA %
1	Proyecto PTAR Mosquera	TANQUE DE AIREACION	211	31%
	Proyecto PTAR Zipaquirá	TANQUE DE AIREACION	304	
2	Proyecto PTAR Mosquera	SEDIMENTADOR	200	25%
	Proyecto PTAR Zipaquirá	SEDIMENTADOR	268	
3	Proyecto PTAR Mosquera	ESPESADOR	130	35%
	Proyecto PTAR Zipaquirá	ESPESADOR	200	

Es de resaltar la diferencia en tiempos de programación, lo que sumado al hecho de solicitar una ampliación de plazo de ejecución evidencia un error en la planeación inicial del proyecto PTAR

Mosquera, dicho error puede ser analizado en dos posturas, la primera en donde los tiempos fueron muy escasos y la segunda donde el personal empleado fue insuficiente.

## **8. Conclusiones.**

### **8.1.Elementos que motivan la producción de mano de obra en el proyecto planta de tratamiento PTAR MOSQUERA.**

El uso eficiente y adecuado de las herramientas permite la eficiencia en tiempo de ejecución, es indispensable la capacitación en uso adecuado de herramientas y procesos constructivos.

Las órdenes deben ser tan claras para el personal profesional como para el técnico y productivo, solo si todo el personal entiendo la problemática y la solución se puede hacer una solución eficiente y concertada por todo el grupo de trabajo.

El uso de maquinaria para realizar actividades puede coincidir entre los grupos por lo que uno de ellos tendrá tiempos de espera, puede que estos momentos sean inevitables, pero se puede mitigar el alto en actividades adelantando trabajos complementarios incluidos en el cronograma de actividades.

La motivación del personal no solo garantiza un mejor ambiente laboral y mejores tiempos de producción también crea un compromiso entre los trabajadores y el proyecto que desarrollan, cuando existe compromiso es mucho más fácil dirigir el grupo.

El rango de edades predominantes se debe a que el personal encuentra pocas ofertas laborales, esta es una edad crítica para postularse a un trabajo y de ser posible la remuneración es la mínima legal, la construcción permite ingresos superiores al salario y mayores oportunidades.

## **8.2.Planeación y ejecución de la producción de mano de obra en el proyecto planta de tratamiento PTAR MOSQUERA.**

El cronograma de actividades es un elemento fundamental e innegable para la ejecución del proyecto y por tanto se debe dedicar todos los esfuerzos para garantizar la mayor confianza en su elaboración, el proyecto PTAR Mosquera estableció tiempos iniciales para ser ejecutados con un alto número de personal pero sin considerar la simultaneidad en la ejecución, por lo que un mayor número de trabajadores no es fue la solución para este caso puntual.

Estimar los tiempos de ejecución en función de la experiencia es una práctica que puede ser acertada, no obstante se debe garantizar aspectos de relación como personal que ejecuta la mano de obra, condiciones de la zona de trabajo (topografía, localización y clima) y secuencia desarrollo de actividades.

El cronograma desarrollado por el proyecto PTAR Mosquera fue muy general en la identificación de actividades por lo que las subtareas necesarios para llevar a buen término cada actividad no fueron tomadas en cuenta al igual que los tiempos, lo que tiene como efecto tiempos adicionales en las tareas programadas.

La herramienta de control de tiempos empleada por el proyecto es muy útil y cumple con la función para la que fue desarrollada pero con la premisa de que es de control y no de planeación.

## 9. Recomendaciones.

Finalmente después de realizado el presente estudio y observado los diversos comportamientos y factores que permiten un adecuado control de la mano de obra nos queda el pensamiento de que cada trabajador es un universo único y por tanto no se puede generalizar en el control y manejo de personal, la capacidad del director del proyecto de moldearse a cada situación y a cada reto profesional es la clave para hacer un uso eficiente del recurso de mano de obra, solo comprendiendo las fortalezas y debilidades de nuestro personal podemos crear un grupo integral que cumpla con las metas establecidas con los mejores resultados y tiempos de ejecución.

No solo es importante obtener la información, más importante aún es la forma de utilizarla, los resultados son los datos de entrada para la planeación de las actividades a ejecutar y por tanto su relevancia e importancia.

## 10. Bibliografía

Armesto, A. M. (2015). Precio y costo de las construcciones. En A. M. por Armesto, *Precio y costo de las construcciones* (pág. 247). cordoba: Editorial Brujas.

Cardona, J. S. (junio de 2013). *MicroSoft Proyect*. Obtenido de <http://www.ucc.edu.co/administrativos/Documents/Manual%20Microsoft%20Project%20Professional.pdf>

Consuegra, J. G. (2005). *Revista Construdata*. Obtenido de <http://www.construdata.com/BancoMedios/Archivos/cdata135/Ya/r135.htm>

Gonzalez Forero, H. (2011). *Libros Google*. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=Yds3DgAAQBAJ&pg=PA89&dq=elaboraci%C3%B3n+de+apu&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjTiMfhvY7UAhXLRCYKHTdwCrcQ6AEIJTAB#v=onepage&q=elaboraci%C3%B3n%20de%20apu&f=false>

Mosquera, C. P. (Abril de 2016). Informe de Revision, Actualizacion y Ajustes de Diseño. *Informe de Revision, Actualizacion y Ajustes de Diseño*. Bogota, Colombia.

PMBOK. (2016). *OBS Business School*. Obtenido de OBS Business School: <http://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/herramientas-esenciales-de-un-project-manager/conoces-la-metodologia-pmi>

s.a.s, C. (2015). *Volumen de Procesos* . Bogota : Contelac s.a.s.

Welsch Hilton. (2005). *libros google*. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=mbobGfzJ5->

YC&pg=PA205&dq=costos+mano+de+obra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjr3b7ApI7U

AhWGPIYKHVyaCMEQ6AEINzAE#v=onepage&q=costos%20mano%20de%20obra&f

=false

## **11. Anexos**

ANEXO 1 ENCUESTAS A PERSONAL

ANEXO 2 MODELO DE CONTROL MENSUAL

ANEXO 3 MODELO DE CONTROL MENSUAL 70%