



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
1803  
FACULTAD DE INGENIERÍA

CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS DE  
RENDIMIENTOS DE OBRA DEL PROYECTO  
INFRAESTRUCTURA PRIMARIA DE ACUEDUCTO PARA  
LA EXPANCIÓN DEL CIRCUITO YULIMAR – PIPA-

PROGRAMA ACADEMICO  
INGENIERÍA CIVIL

ELABORADO POR:  
CARLOS JULIÁN MORALES

REVISADO POR:  
SEBASTIÁN SEPÚLVEDA CANO

MEDELLÍN  
ABRIL DE 2019

---

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
1	INTRODUCCIÓN ..... 3
2	OBJETIVOS..... 5
2.1	Objetivo General ..... 5
2.2	Objetivos Específicos..... 5
3	ALCANCE ..... 5
4	CONTEXTO GENERAL DEL PROYECTO INFRAESTRUCTURA PRIMARIA DE ACUEDUCTO PARA LA EXPANSIÓN DEL CIRCUITO YULIMAR – PIPA ..... 5
4.1	Localización del Tramo 1 ..... 6
4.2	Localización del Tramo 2 ..... 7
4.3	Localización del Tramo 3 ..... 7
4.4	Localización del Tramo 4 ..... 8
4.5	Localización del Tramo 5 ..... 9
5	MARCO TEÓRICO ..... 10
6	METODOLOGÍA ..... 12
7	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ..... 14
8	RESULTADOS ESPERADOS..... 14
9	ANÁLISIS Y RESULTADOS ..... 14
10	PRESUPUESTO ..... 17
11	CONCLUSIONES ..... 17
12	REFERENCIAS ..... 18

---

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 7.1 Cronograma de actividades – consolidación base de datos de rendimientos.....	14
Tabla 10.1 Presupuesto desarrollo del trabajo de grado- base de datos de rendimientos de obra Proyecto PIPA.....	17

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 4.1 Localización general de Tramo 1 – PTAP Manantiales – Caja Anclaje .....	6
Figura 4.2 Localización general del Tramo 2. Caja Anclaje-Niquía.....	7
Figura 4.3. Localización general del Tramo 3. Niquía-Arranque Yulimar.....	8
Figura 4.4. Localización general del Tramo 4. Arranque Yulimar-Yulimar 2 .....	9
Figura 4.5 Localización del tanque. Yulimar 2.....	10
Figura 9.1 Resumen presupuesto total del Proyecto PIPA.....	15
Figura 9.2 Duración construcción Proyecto PIPA.....	15

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1\_ Presupuesto
- Anexo 2\_ Cornogramas
- Anexo 3\_Base de Datos-

---

# 1 INTRODUCCIÓN

El Proyecto Infraestructura Primaria de Acueducto para la expansión del circuito Yulimar – PIPA-, tiene como fin diseñar una tubería de refuerzo de las conducciones de agua potable que abastecen el municipio de Bello, desde la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) Manantiales y finalizando en un nuevo tanque de almacenamiento denominado Yulimar 2, ubicado al norte del barrio San Martín.

Como parte de este Proyecto, se debe consolidar una base de datos que dé cuenta de los rendimientos de obra, en donde se establecerán los ítems más importantes como son las excavaciones, concretos, aceros, entre otros. Dicha base de datos es el objeto principal de este documento, y permitirá tener un registro completo de las actividades de construcción que requerirá el Proyecto PIPA.

La base de datos consiste en desarticular el consumo unitario de recursos para los insumos correspondientes a las categorías de materiales, equipos y mano de obra, que se contabilizan de manera directa a la ejecución de la actividad (Millan-Polanco, 2014). El análisis de rendimientos de obra juega un papel fundamental en la programación de la misma y en la elaboración de un presupuesto, pues con una debida base de rendimiento se puede calcular el costo y realizar un cronograma más exacto del proyecto.

La base de datos se construirá a partir de información suministrada por las áreas de diseño de la empresa Integral S.A, y bases de datos ya existentes de proyectos similares. Como producto se tendrá una base de datos de rendimientos, que no sólo sea de utilidad en este Proyecto, sino que se tenga como referencia, y se vaya actualizando y completando de acuerdo a las necesidades de los proyectos que se hagan en Integral S.A.

---

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar la base de datos de rendimientos de obra, para el desarrollo del presupuesto y cronograma del Proyecto Infraestructura Primaria de Acueducto para la expansión del circuito Yulimar – PIPA

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Proponer una base de datos para facilitar la ejecución del presupuesto y cronograma del Proyecto PIPA
- Determinar los rendimientos de actividades, equipos y mano de obra de las actividades constructivas más importantes en el Proyecto PIPA.
- Evaluar el costo de la mano de obra, para desarrollar un mejor presupuesto de obra.
- Desarrollar una metodología que permita medir la cantidad de recursos tanto en mano de obra como en maquinaria liviana y pesada al elaborar una cantidad de cualquier actividad de construcción.

## **3 ALCANCE**

A partir de los diseños ejecutados por las diferentes áreas técnicas de la Empresa Integral S.A para el Proyecto Infraestructura Primaria de Acueducto para la expansión del circuito Yulimar – PIPA, consolidar la base de datos de rendimientos de obra, y con la misma establecer los presupuestos y cronogramas del Proyecto.

## **4 CONTEXTO GENERAL DEL PROYECTO INFRAESTRUCTURA PRIMARIA DE ACUEDUCTO PARA LA EXPANSIÓN DEL CIRCUITO YULIMAR – PIPA**

El Proyecto Infraestructura Primaria de Acueducto para la expansión del circuito Yulimar – PIPA- tiene como fin el diseño de una tubería de refuerzo de las conducciones de agua potable que abastecen el municipio de Bello, desde la PTAP Manantiales hasta el lote donde se construirá el nuevo tanque Yulimar 2, para aumentar la capacidad de almacenamiento del circuito.

---

Adicionalmente, incluye el diseño de adecuación del lote y diseños requeridos para la instalación y operación de la infraestructura primaria de acueducto en el lote: incluye instalación de Tanque nuevo Yulimar 2, en Vidrio Fusionado al Acero VFA, así como el diseño de una tubería de distribución de agua potable desde dicho tanque, con Longitud 680 m, DN600 (a ser validado), y presiones nominales PN16.

#### 4.1 LOCALIZACIÓN DEL TRAMO 1

El alcance específico del Tramo 1, que consiste en el diseño de la conducción desde la tercera salida de Manantiales hasta Caja Anclaje. Esta tendrá una longitud aproximada de 1,9 km y diámetro de 1500 mm (60”), presiones nominales, entre PN25 y PN40.

A la salida de la Planta Manantiales, la tubería de conducción se alinea por predios de la Planta y por el canal existente del sifón Niquía – Manantiales, abandona el canal en la vecindad del tanque Machado y se alinea por vías próximas al barrio La Camila, para llegar al punto denominado Caja Anclaje. Allí se plantea un empalme con una de las dos salidas existentes de la Planta y termina en dos derivaciones para conexiones futuras, una con el Tramo 2 del proyecto actual y otra con una tubería que irá hacia Medellín de diámetro 1200 mm.



Figura 4.1 Localización general de Tramo 1 – PTAP Manantiales – Caja Anclaje  
Fuente: Google Earth, 2018

---

## 4.2 LOCALIZACIÓN DEL TRAMO 2

El Tramo 2 consiste en el diseño de la conducción desde la Caja Anclaje ubicada en Machado hasta Niquía en la Av. 42 con Diag. 57. Tendrá una longitud aproximada de 1.8 km, diámetro de 700 mm (28") con presiones entre 300 PSI y 550 PSI.

Este tramo cruza el Río Medellín y la Autopista Regional, luego continua por la vía que rodea la Unidad Deportiva Tulio Ospina, cruza bajo el viaducto del metro de Medellín y bajo la Autopista Norte y finalmente se alinea por la Av. 42 hasta la Diag. 57 donde se tiene un empalme con la red de acueducto existente.

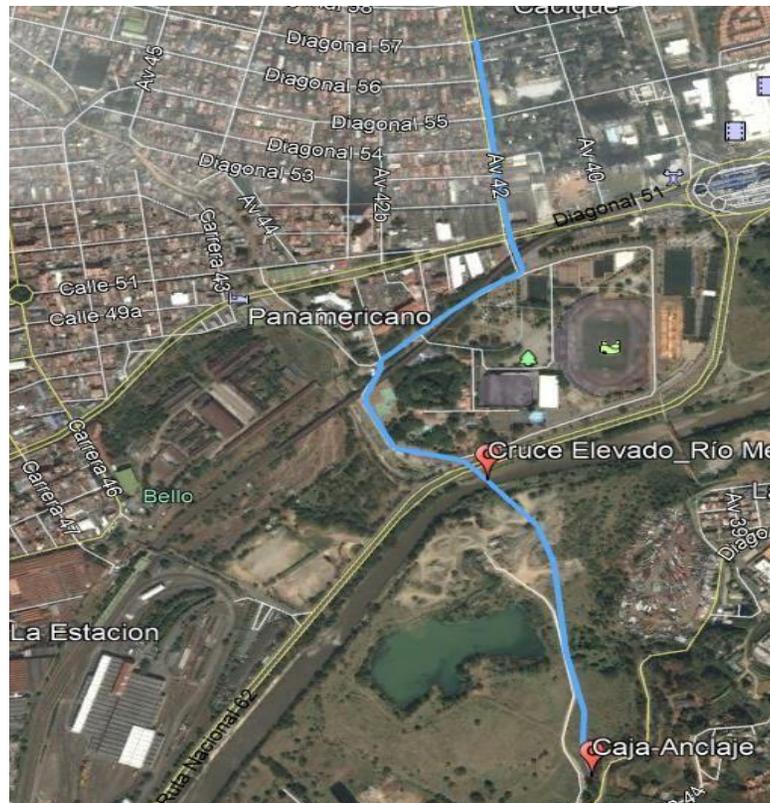


Figura 4.2 Localización general del Tramo 2. Caja Anclaje-Niquía  
Fuente: Google Earth, 2018

## 4.3 LOCALIZACIÓN DEL TRAMO 3

El Tramo 3 es la continuación desde Niquía en la Av. 42 con Diag. 57 hasta Bello en la Cr. 60 con calle 63. Tendrá una longitud aproximada de 2,4 km, diámetro de 600 mm (24") con presiones entre 300 PSI y 550 PSI.

Este tramo arranca desde la reducción de diámetro del final del Tramo 2 y tiene cuatro cruces de afluentes, una cobertura en la Av. 42 con Diag. 58 y las quebradas Los Chagualones, Merizalde y Pachelly. Finalmente hace un empalme con la red existente en la Cr. 60 con la calle 63.

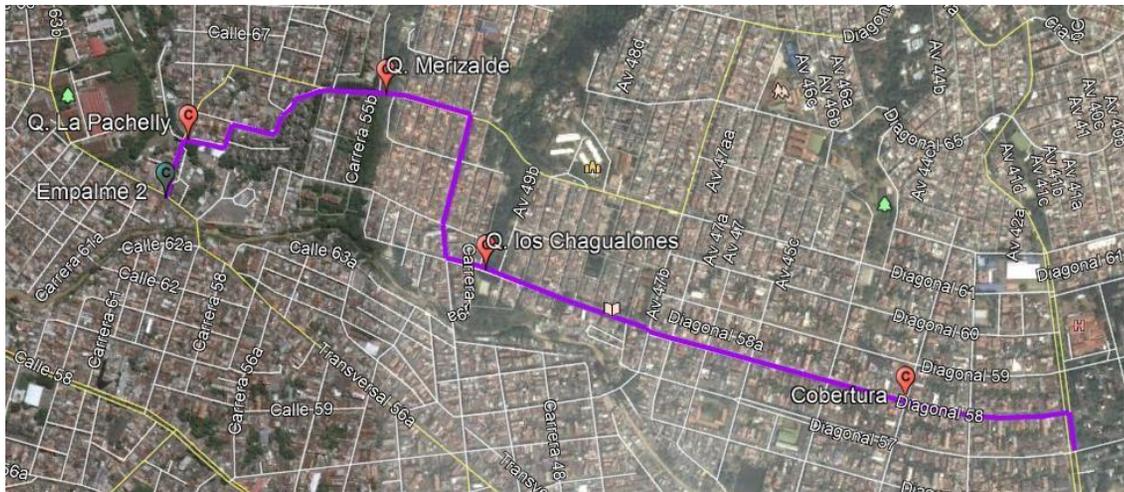


Figura 4.3. Localización general del Tramo 3. Niquía-Arranque Yulimar  
Fuente: Google Earth, 2018

#### 4.4 LOCALIZACIÓN DEL TRAMO 4

Este tramo arranca desde la reducción de diámetro del final del Tramo 3 y tiene un cruce de una posible cobertura en la Cr. 65 entre Cll. 72 y 73. Tendrá una longitud aproximada de 2.8 km. El alineamiento de este tramo se traza evitando en lo posible calles congestionadas de redes existentes, además, al inicio del tramo hay un proyecto de alcantarillado en construcción.

Se continúa el recorrido por la Cll. 63 hasta girar por la Cr. 62, en este sector se encuentra un proyecto de alcantarillado en etapa de construcción por lo cual es necesario conocer sus características para el trazado del alineamiento. Además, por la Cll. 62 se encontraron marcas del trazado del alcantarillado y de unos pozos de 4 m de diámetro por el costado izquierdo de la vía.

Luego se continuó el recorrido por el alineamiento propuesto hasta la Cll. 70. En este sector se tiene una alta congestión de redes existentes, por lo tanto, se hace un desplazamiento por la Cll. 70 y 72 hasta la Cr. 66 para evaluar posibles modificaciones al alineamiento.

Se continuó el recorrido por la Cr. 65A hasta la Cll 81 y se finalizó el recorrido subiendo por la Cr. 65 hasta llegar al lote donde se va a ubicar el tanque nuevo Yulimar 2.

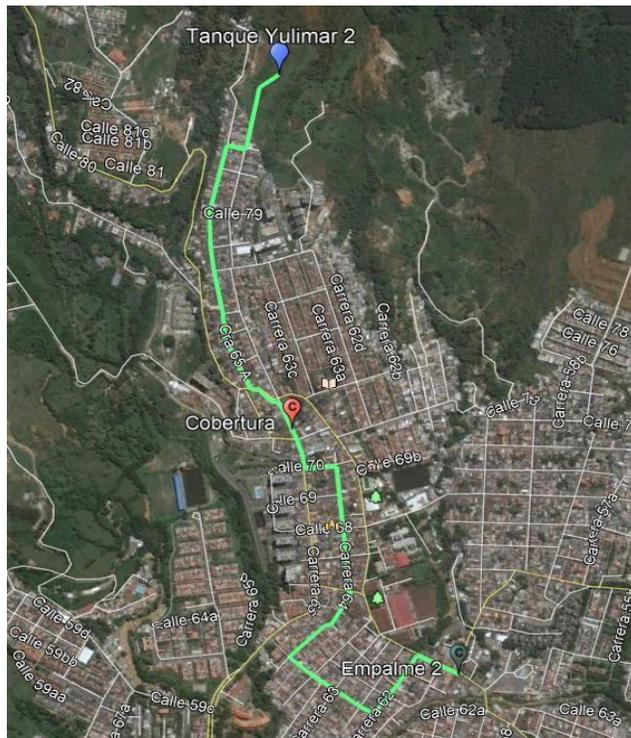


Figura 4.4. Localización general del Tramo 4. Arranque Yulimar-Yulimar 2  
Fuente: Google Earth, 2018

#### 4.5 LOCALIZACIÓN DEL TRAMO 5

El tramo 5 consiste en el diseño de adecuación del lote y diseños requeridos para la instalación y operación de la infraestructura primaria de acueducto en el lote donde se instalará el Tanque nuevo Yulimar 2. El tanque es circular de vidrio fusionado al acero (VFA) con una capacidad de 5000 m<sup>3</sup> (Expansible a 10000 m<sup>3</sup>).

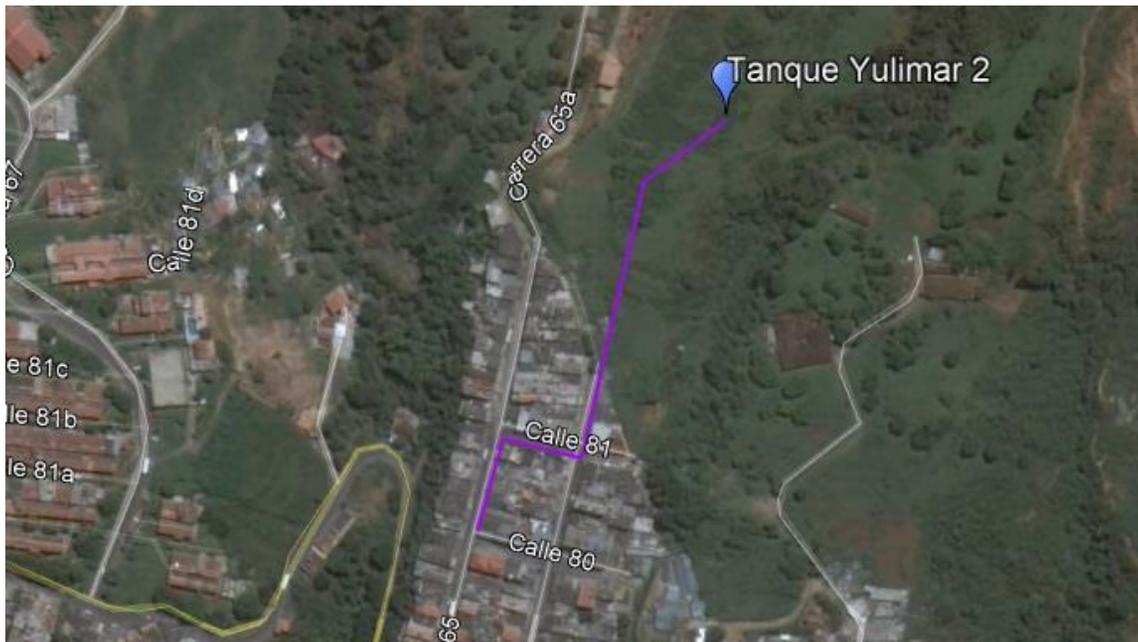


Figura 4.5 Localización del tanque. Yulimar 2  
Fuente: Google Earth, 2018

## 5 MARCO TEÓRICO

Los rendimientos en una obra se deben basar en recopilaciones, estadísticas y en su gran mayoría en la experiencia de los profesionales. Los rendimientos se dividen en tres tipos, rendimientos para los materiales, que están dados por cantidad, los rendimientos de la mano de obra y los rendimientos de los equipos y herramientas, para los dos últimos la unidad de medida es en tiempo. Así, la mano de obra es definida por el tiempo que emplea un obrero o una cuadrilla para ejecutar completamente una determinada cantidad de obra. Se encuentra relacionado directamente con el avance o porcentaje de ejecución de un proyecto, el rendimiento se puede cuantificar por mediciones realizadas en las obras y está sujeto a las condiciones de cada uno de los empleados (Consuegra, 2016).

Hay una cantidad considerable de aspectos que afectan los rendimientos de obra y deben ser consideradas al momento realizar una base de datos, a continuación, se describen algunas de las condiciones más relevantes que deben considerarse:

La situación económica del país está directamente vinculada al volumen de trabajo o construcción global en la región de influencia del proyecto, las posibilidades de empleo, y tendencia de los negocios en general. Los aspectos mencionados afectan negativamente la productividad, puesto que es más difícil conseguir mano de obra de

---

buena calidad; en cambio si la economía es buena la mano de obra tendrá mayor disponibilidad y mejor calidad

Por otro lado, las condiciones laborales afectan el desarrollo de la obra e influyen en la eficiencia del trabajo. Esto debido a la disponibilidad de personal experto y capacitado, ya que los incentivos que se entreguen por labor cumplida, seguridad social, la seguridad industria, entre otras, hacen que se dé un mejor rendimiento en obra. De igual manera, el factor tiempo puede afectar positiva o negativamente la ejecución del trabajo; por ejemplo, en época lluviosa baja el rendimiento y en condiciones extremas de temperatura también tiene a disminuir el rendimiento.

No menos importante es la actividad desempeñada por cada trabajador, esto específicamente afecta los rendimientos. Además, el plazo de ejecución, los medios para realizarla, grado de dificultad y el riesgo que corre. De igual manera, el equipamiento es el factor que se refiere a la herramienta y equipo necesario para ejecutar la labor; dentro de este hay que tener en cuenta el estado, el mantenimiento, disposición y elementos de protección para realizar la actividad. Se hace importante que para cada actividad se cuente con personal capacitado para velar por las diferentes tareas a realizar; este factor influye: instrucciones, gestión de calidad, seguimiento constante en las actividades, entre otras.

En efecto, se debe considerar que para que los trabajadores tengan un buen rendimiento se debe considerar los aspectos personales que son muy importantes para que un trabajador realice las actividades correctamente. Es decir, hay que tener en cuenta su estado de ánimo, su situación personal, habilidades, conocimientos, condiciones físicas, entre otras.

Conociendo estos factores que afectan el rendimiento de los trabajadores que ejecutan cada una de las diferentes actividades, se debe hacer una evaluación de los grupos de trabajo en cada una de las condiciones que se han clasificado. Dicha evaluación puede ser comparando otros rendimientos de obra, ya sea con otra base de datos que se tenga o simplemente con rendimientos de otros proyectos, esto con el fin de evaluar el desempeño de una cuadrilla. De acuerdo con esto, no se puede evaluar solo los rendimientos de una cuadrilla en un solo proyecto o base de datos, se debe tener en cuenta las bases de datos suficientes para sacar un promedio de rendimientos, también tener en cuenta las condiciones en las que ejecutará la obra esto puede variar mucho los procesos constructivos.

Definiendo una actividad como una serie de acciones, desplazamientos y esperas, ejecutadas en forma continua y metódica, por un obrero o una cuadrilla, con el fin de producir, adecuar o ensamblar materiales, con la ayuda de herramientas o equipos, para adelantar un proceso constructivo (Cano y Duque, 2000).

Cano y Duque en su informe de rendimiento y consumo de mano de obra consideran varios tipos de actividades según diferentes criterios que nos faciliten su análisis. Estas deben ser categorizadas según su grado de complejidad y continuidad para el primer

---

caso se clasifican simples, normales o complejas; y según su continuidad en continuas o discontinuas; es decir continuas cuando cierran el ciclo sin interrupciones o esperas, y discontinuas cuando por alguna circunstancia hay esperas indeterminadas. Para medir estas actividades discontinuas es importante descomponerlas en actividades continuas.

Los causantes de la discontinuidad en la ejecución de las actividades son propias del proceso lógico de la construcción en el cual se ve obligado a dividir dicha actividad en sub-actividades para obtener un mejor cálculo del rendimiento. Teniendo en cuenta lo anterior se clasifican en propias del proceso como esperas propias de una actividad, fraguados, curados o externas del proceso como lentitud, lluvia, accidentes, entre otras.

Para hacer un mejor análisis del consumo de mano de obra en una actividad determinada se debe tener en cuenta las características de dicha actividad, como tener definido el proceso y el ámbito de la ejecución, no tener actividades que no sean comunes o no tenga influencia relevante en el proyecto, tener en cuenta el cronograma establecido para no tener en cuenta actividades poco relevantes que no tengan inicio o que su culminación no den con el fin de la obra o con el inicio de otra actividad dentro de la misma obra.

Finalmente, el rendimiento de los materiales esta dado por la relación entre la cantidad de material y la unidad de medida de la actividad. Se debe aclarar que durante la ejecución se debe tener en cuenta también un desperdicio por material instalado. Además, cada material tiene un rendimiento y se debe incluir factores como: transporte, calidad, limpieza, acopio, entre otros. Para determinar el rendimiento de equipo y herramientas se define como el tiempo que se usa el equipo o la herramienta para la elaboración de una actividad. Esto depende de la cantidad de trabajo y el tiempo que lleve el realizarse, por ejemplo, una retroexcavadora depende de la capacidad y del desempeño del operador. De la misma manera, el cálculo del rendimiento de los equipos y herramientas es difícil, dado que este se basa más que todo en el conocimiento y la experiencia.

## **6 METODOLOGÍA**

Con el objeto de analizar el Proyecto sobre el cual se va a realizar la base de datos de rendimientos, inicialmente se identifica las principales actividades para tener en cuenta como son las excavaciones, concretos, instalaciones de tuberías de conducción, entre otras.

Con las actividades identificadas se realiza la primera etapa del proyecto sin base de datos, consultando los precios de los ítems y realizando el cronograma de acuerdo con las cantidades de obra suministradas por las diferentes áreas técnicas.

---

Por otra parte, se empieza a consultar e investigar sobre los rendimientos de las diferentes actividades que se especifican en el Proyecto, rendimiento de equipos y herramienta, mano de obra y materiales a utilizar. Cabe resaltar que los rendimientos se basan en gran medida en la experiencia, por esta circunstancia se debe tabular los datos y obtener promedios representativos para las actividades.

Para la elaboración de dicha base de datos también es importante tener en cuenta los costos de mano de obra, estos cálculos se hacen relacionados a los costos horas-hombre consumidas por la cuadrilla en una ejecución de cualquier actividad.

Para la creación de la base de datos se debe consultar y contar con la mayor cantidad de información posible para dar con mayor exactitud con los rendimientos de obra, tener claridad en la actividad que se va a ejecutar, lugar de la obra, tener claro la ubicación del proyecto, si es de fácil acceso, problemas con la comunidad cercana a este, el tipo de obra y una breve descripción por lo menos. La cuadrilla con la cual se va a hacer el estudio de rendimientos se debe registrar con precisión, definiendo número de operarios de acuerdo con la especialidad y los requerimientos de dicha actividad, verificando la influencia de dicho operario con sus características y condiciones propias.

La captación de datos para el estudio se hace de manera muy empírica, debido a que los registros que se tienen de obras similares a esta son pocos, y en la actualidad no se encontró algún proyecto similar que se este ejecutando para poder tener mayor claridad y veracidad en los rendimientos.

Posteriormente se consolida la información en una hoja de cálculo para permitir de una manera más efectiva ir obteniendo los promedios representativos de los rendimientos para cada actividad. A partir de ahí, se va consolidando la base de datos con la información que se vaya obteniendo de la investigación. Como, por ejemplo, se puede tomar la mano de obra requerida para una actividad; número de trabajadores, categoría del trabajador (oficial, ayudante, maestro, etc.).

De acuerdo con la tabulación de los datos se desea obtener una base de rendimientos de obra del Proyecto lo más detallada posible. En ese orden de ideas se piensan incluir aspectos determinantes como hora y duración de la tarea, personal involucrado, equipo y herramientas y aspectos del entorno que afectan los rendimientos. Por ejemplo, cálculo de rendimientos promedios de excavaciones de horas sobre metro cúbico ( $h/m^3$ ) igual que los procesos correspondientes a la estructura como zapatas, columnas, etc.

## 7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la Tabla 7.1 se detallan las actividades y tiempos establecidos para la consolidación de la base de datos de los rendimientos de obra del Proyecto Infraestructura Primaria de Acueducto para la expansión del circuito Yulimar – PIPA.

Tabla 7.1 Cronograma de actividades – consolidación base de datos de rendimientos

Actividad	Semanas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Estudio del proyecto, para analizar y realizar presupuesto, rendimientos y cronograma.														
Realización del presupuesto y cronograma sin base de datos.														
Investigación.														
Tabulación de datos.														
Realización y entrega de base de rendimientos de obra.														

Fuente: Elaboración propia, 2019

## 8 RESULTADOS ESPERADOS

Al obtener la base de datos de rendimientos de obra para el Proyecto Infraestructura Primaria de Acueducto para la expansión del circuito Yulimar – PIPA.-, se espera tener una mayor exactitud en la elaboración de presupuesto, especificaciones y cronogramas de obra para este Proyecto, y se espera que la misma pueda ser aplicada en los demás proyecto desarrollados por la Empresa Integral S.A

## 9 ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para comenzar con la creación de la base de datos se empezó a recopilar toda la información, la cual fue montada en una hoja de cálculo para la elaboración del presupuesto por cada tramo del Proyecto PIPA (ver Anexo 1\_ Presupuesto).

En la Figura 9.1 se resume el presupuesto por tramo y el costo total del Proyecto, el cual se estimó en \$ 56.345.670 COP. El tramo más costoso es el TRAMO 1, con un valor cercano a los catorce mil millones de pesos (\$ 14.015.239), equivalente al 25% del costo total del Proyecto, cabe resaltar que no es el tramo más largo, pero tiene un cruce sobre

el río Medellín y la Avenida Regional, por lo cual su construcción es compleja y esto repercute en el costo total. De igual forma es bueno aclarar que este valor es el costo total del proyecto con un AU del 40% para todos los tramos.

DESCRIPCIÓN	TOTAL CAPITULO
TRAMO 1	\$ 14,015,239,890
TRAMO 2	\$ 13,248,003,439
TRAMO 3	\$ 12,718,681,953
TRAMO 4	\$ 8,107,922,815
TRAMO 5-TANQUE YULIMAR	\$ 8,255,822,833
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 56,345,670,930</b>

AU

40%

Figura 9.1 Resumen presupuesto total del Proyecto PIPA  
Fuente: Integral S.A, 2019

A partir de los presupuestos elaborados y aprobados por el cliente (EPM), se consolidaron los cronogramas de obra de cada uno de los tramos. Estos fueron construidos sin la base de datos aun consolidada, por lo que se tuvo que analizar los rendimientos en cada cronograma, puesto que aun no se contaba con una prueba piloto de dicha base de datos. Este proceso puede ser optimizado con el tiempo y a medida que la base de datos sea mejorada.

En el Anexo 2\_Cronogramas se encuentra el cronograma del Tramo 1 y del Tramo 5, que fueron los tramos con más dificultad técnica, debido a que contaban con ítems que requerían mayor búsqueda para los rendimientos. Se espera que una vez se tenga con la base de datos consolidada y aprobada la elaboración de los cronogramas de los tramos faltantes tenga un proceso más eficiente, teniendo en cuenta que el Proyecto continua ejecución.

DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)
TRAMO 1	70
TRAMO 2	25.5
TRAMO 3	34
TRAMO 4	23
TRAMO 5-TANQUE YULIMAR	43
<b>TOTAL SEMANAS</b>	<b>196</b>

Figura 9.2 Duración construcción Proyecto PIPA  
Fuente: Integral S.A, 2019

---

Como se aprecia en el Figura 9.2, la duración de los Tramos 1 y 5 es mayor, dado que las actividades constructivas tienen un grado de complejidad mayor, puesto que tienen una actividad diferente a los otros 3 Tramos.

No sobra resaltar que las actividades que llevaban mayor consulta e investigación para hallar los rendimientos son:

- Tramo 1: excavación con tecnología sin zanja, tipo Tunnel Liner de 2,1 m de diámetro para cruce de tubería de 700 mm, incluye todos los aditamentos que tiene un rendimiento de 3,6 metros diarios.
- Tramo 5: Tanque de 1,500 m<sup>3</sup> con posibilidad de expansión a 3000 m<sup>3</sup>, incluye transporte, instalación, asesoría y todos los elementos para su correcto funcionamiento que tiene un rendimiento de 2 meses lo cual nos da 0,016% de ejecución al día.

La base de datos se tiene como un conjunto de datos alfanuméricos organizados tabularmente, y en forma muy minuciosa, conforme a dos criterios principales: registro y campos. De acá se infiere que la base de datos se presenta en una tabla donde los registros son las filas y los campos las columnas.

Para analizar los datos se organizó la base en una hoja de cálculo en Excel (ver Anexo 3\_Base de Datos, esta fue dividida en capítulos para mayor facilidad al encontrar los rendimientos y facilidad en la búsqueda de los ítems y cuando sea necesaria adjuntar más datos sea haga de manera muy eficiente.

Los rendimientos de la base de datos fueron encontrados siguiendo parámetros como maquinaria a utilizar, cuadrilla especializada en cada actividad. Según lo anterior se describen algunos factores que se tuvieron en cuenta para el análisis de estos rendimientos en los frentes más importantes:

- Obras preliminares: el rendimiento está muy sujeto al tipo de maquinaria a utilizar, en este caso como por ejemplo la actividad descapote en la cual se usa una cuadrilla que va ayudando a la máquina, en este caso se calculó con una pajarita.
- Movimiento de tierra: al igual que en las obras preliminares el rendimiento lo da el tipo de equipo a utilizar y se pone una cuadrilla para el apoyo de esta, en este caso varía el rendimiento de las excavaciones por la profundidad y depende del material.
- Concretos: el rendimiento como tal no está dado por el simple vaciado del concreto, es tener en cuenta las actividades previas al vaciado, como el encofrado y la instalación de acero entre otras.
- Tubería: en estas actividades la cuadrilla de instalación es la que se da el rendimiento, debido a que se necesita un personal capacitado para instalación, se tiene en cuenta que para la tubería de acero se requiere un soldador, dos ayudantes y una retroexcavadora que facilite la colocación de esta en la zanja.

Para tener en cuenta el rendimiento está dado con respecto a la cantidad/día, es decir, cuánta cantidad es realizada en un día de cualquier actividad.

---

## 10 PRESUPUESTO

En la Tabla 10.1 se presenta un resumen del presupuesto y los recursos necesarios para la consolidación de la base de datos de rendimientos de obra del Proyecto PIPA (gastos en personal, gastos en equipos o análisis, gastos en materiales o insumos), como trabajo de grado de la práctica profesional, en aras de alcanzar el título de ingeniero civil.

Tabla 10.1 Presupuesto desarrollo del trabajo de grado- base de datos de rendimientos de obra Proyecto PIPA

CONCEPTO	VALOR	TOTAL
Material oficina	500.000	500.000
Equipo de computo	1.500.000	1.500.000
Asesores (externo e interno)	2.000.000	2.000.000
Personal	868.000	3.472.000
<b>SUMINISTRA</b>	<b>GLOBAL</b>	<b>7.472.000</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

## 11 CONCLUSIONES

La base de datos se elaboró con base en las condiciones técnicas, zona donde se construirá el Proyecto PIPA y la mano de obra que este requería, pero esto no quiere decir que la base de datos no se pueda emplear para futuros proyectos de la Empresa Integral S.A.

Con respecto a los resultados, estos se verán reflejados con mayor claridad en los próximos tramos del Proyecto PIPA o en futuros proyectos de la compañía Integra S.A, donde servirá de base para la elaboración de cronogramas y presupuestos.

La base de datos puede tener rendimientos que se pueden mejorar, todo depende de lo que se vaya a ejecutar, la maquinaria a utilizar o los frentes de trabajo que el ejecutor del proyecto requiera y en el tiempo que quiera concluir la obra y/o proyecto.

Para los cronogramas de obra se tuvieron en cuenta más cuadrillas dependiendo de la cantidad a ejecutar, el espacio y el lugar donde sea el tramo correspondiente.

---

## 12 REFERENCIAS

- Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”, (Aldemar Remolina Millán, Lina Maritza Polanco Sánchez), Bucaramanga, Colombia TOMADO DE “<http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v12n2/v12n2a11.pdf> (1 de septiembre 2018)
- Revista CONSTRUADATA-LEGIS, ISSN: 2322-6552. <http://www.construdata.com/> (marzo-mayo 2018), (31 de agosto 2018)
- J. G. Consuegra, Presupuestos de Construcción, Bogotá, Bhandar- Legis SA, 2006.
- (Botero, 2002) Botero, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumo de obra de actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT N° 128
- (Cano y Duque, 2000) Cano R, Antonio, Duque V, Gustavo. Rendimientos y consumos de mano de obra, Regional Antioquia, Sena-Camacol 2000