



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
DE POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS PLANES DE SECUENCIA CONSTRUCTIVA
DEFINIDOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN DE METRO DE
BELLO MONTE.**

Presentado por

Aiquel Sunko, Renate Isabel

Para optar al título de

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Estrella Bascarán Castanedo

Caracas, 25 de Marzo de 2010.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
DE POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS PLANES DE SECUENCIA CONSTRUCTIVA
DEFINIDOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN DE METRO DE
BELLO MONTE.**

Presentado por

Aiquel Sunko, Renate Isabel

Para optar al título de

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Estrella Bascarán Castanedo

Caracas, 25 de Marzo de 2010.

ACEPTACIÓN DEL ASESOR

Hago Constar que he leído el Trabajo Especial de Grado, presentado por la ciudadana Renate Isabel Aiquel Sunko, a fin de optar al grado de Especialista en Gerencia de Proyectos, con el trabajo titulado "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS PLANES DE SECUENCIA CONSTRUCTIVA DEFINIDOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN DE METRO DE BELLO MONTE", y manifiesto que cumple con los requisitos exigidos por la Dirección de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello, y por lo tanto es considerado para ser evaluados por los jurados que se decida designar para tal fin.

En la Ciudad de Caracas, a los 25 días del mes de Marzo de 2010.

Estrella Bascarán Castanedo

C.I.:5.968.206

Sr.

Edwin E. Medrano V.

Caracas

Nos dirigimos a Usted con el propósito de solicitarle la autorización a RENATE ISABEL AIQUEL SUNKO, INGENIERO CIVIL, portadora de la Cédula de Identidad E- 82.104.948, alumna del Postgrado en Gerencia de Proyectos, en fase de desarrollo del Trabajo Especial de Grado, para que pueda hacer uso de la información de la organización, a fin de documentar y soportar los elementos de análisis estrictamente académicos que se requieren para su realización.

En espera de su pronta respuesta, se despide atentamente de usted, en la ciudad de Caracas, a los 05 días del mes de Enero de 2010.

Alberto Santana

Sres.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Postgrado de Gerencia de Proyectos

Caracas

Nos dirigimos a ustedes con el fin de informarles que autorizamos a la INGENIERO CIVIL, RENATE ISABEL AIQUEL SUNKO, C.I.: E-82.104.948, quien actualmente ejerce en la empresa, el uso de la información proveniente de la organización, para documentar y soportar los elementos de análisis estrictamente académicos que conllevaron a la realización del Trabajo Especial de Grado con el título de EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS PLANES DE SECUENCIA CONSTRUCTIVA DEFINIDOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN DE METRO DE BELLO MONTE, como requisito para optar al título de **Especialista en Gerencia de Proyectos**, exigidos por la Dirección de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello.

Atentamente,

Edwin E. Medrano V.

Dedicatoria

Dedicado a mi familia, especialmente a mis padres, por la orientación y el apoyo incondicional que me dieron para culminar este capítulo de la vida.

Reconocimientos

A mis amigos y compañeros de trabajo que hicieron posible la realización de este trabajo y a la Constructora Norberto Odebrecht por el apoyo recibido.

A mi tutora, Estrella Bascarán Castanedo por su orientación y tiempo dedicado para que este trabajo se hiciera posible.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1 | 3 |
| Propuesta de Investigación | 3 |
| 1.1 Justificación | 3 |
| 1.2 Descripción del Proyecto denominado Línea 5 del Metro de Caracas. | 5 |
| 1.3 Delimitaciones del Proyecto | 9 |
| 1.4 Objetivos de la Investigación..... | 10 |
| 1.4.1 Objetivo General..... | 10 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos..... | 10 |
| CAPÍTULO 2 | 12 |
| Marco Teórico - Conceptual | 12 |
| 2.1 Marco Teórico | 12 |
| 2.1.1 Definición del Marco Teórico. | 12 |
| 2.1.2 Basamentos del Trabajo Especial de Grado | 12 |
| 2.1.3 Gestión del Tiempo | 13 |
| 2.1.4 Definición de Metro..... | 14 |
| 2.1.5 Definición de Túnel | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.6 Metodologías Constructivas..... | 16 |
| 2.1.6.1 Túneles con Topa (método mecanizado) | 17 |
| 2.1.6.2 Túneles y Fosos en Túnel Minero..... | 21 |
| 2.1.6.3 Trincheras | 24 |
| CAPÍTULO 3..... | 26 |
| Marco Organizacional..... | 26 |
| 3.1 Constructora Norberto Odebrecht | 26 |
| 3.1.1 Reseña Histórica de Odebrecht | 26 |
| 3.1.2 Visión | 27 |
| 3.1.3 Misión..... | 28 |
| 3.1.4 Estructura Organizacional | 29 |
| CAPÍTULO 4..... | 32 |
| Marco Metodológico..... | 32 |
| CAPÍTULO 5..... | 34 |
| Propósito, Planificación y Aplicación de la Evaluación..... | 34 |
| 5.1 Fases de la investigación..... | 34 |
| 5.1.1 Identificación de las premisas y cuantificación de frentes | 34 |
| 5.1.2 Definición de los módulos constructivos | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 5.1.3 Determinación de las actividades | 42 |
| 5.1.4 Desarrollo de las secuencias constructivas | 44 |
| 5.1.4.1 Secuencias Constructivas | 44 |
| 5.1.4.2 Rendimientos..... | 48 |
| 5.1.4.3 Cálculo de Tiempos | 49 |
| 5.1.4.4 Programas de Trabajo | 50 |
| 5.1.5 Determinación de los tiempos de cierre de vía..... | 50 |
| CAPÍTULO 6..... | 52 |
| Análisis de Resultados | 52 |
| CAPÍTULO 7..... | 58 |
| Evaluación del Proyecto | 58 |
| 7.1 Evaluación del Proyecto | 58 |
| CAPÍTULO 8..... | 59 |
| Conclusiones y Recomendaciones..... | 59 |
| 8.1 Conclusiones y Recomendaciones | 59 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 60 |
| ANEXOS..... | 62 |
| Anexo I. Secuencia 1. Foso Principal Completo | 63 |

| | |
|---|------------|
| Anexo II. Secuencia 2. Foso Principal hasta la cota de Topa | 70 |
| Anexo III. Secuencia 3. Mantenimiento desde Foso VSE Este | 77 |
| Anexo IV. Secuencia 4. Fosos de Mantenimiento en Foso Principal..... | 85 |
| Anexo V. Secuencia 5. Foso de 20 metros de diámetro..... | 93 |
| Anexo VI. Secuencia 6. Instalación de elevador o tablero para paso vehicular | 100 |

ÍNDICE DE TABLAS, CUADROS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Esquema General de la Línea 5 del Metro de Caracas. | 5 |
| Figura 2. Planta de Ubicación. | 6 |
| Figura 3. Esquema Estación Bello Monte. | 7 |
| Figura 4. Esquema de TBM utilizada en el Metro de Caracas. | 19 |
| Figura 5. Esquema de Dovelas utilizado en el Metro de Caracas. | 20 |
| Figura 6. Imagen de Dovelas. | 21 |
| Figura 7. Esquema de Parcializaciones de Túneles. | 22 |
| Figura 8. Esquema de excavación de Fosos. | 24 |
| Figura 9. Esquema de construcción de Trinchera. | 25 |
| Figura 10. Estructura Organizacional. | 29 |
| Figura 11. Estructura Organizacional Línea 5. | 31 |
| Figura 12. Mapa Mental de las Premisas. | 34 |
| Figura 13. Ubicación y área de expropiación. | 37 |
| Figura 14. Ubicación de los módulos constructivos. | 39 |
| | |
| Tabla 1. Actividades de los módulos constructivos para la ventilación y salida de emergencia. | 42 |
| Tabla 2. Actividades de los módulos constructivos para el cuerpo central. | 43 |

| | |
|--|----|
| Tabla 3. Actividades de las TBM 1 y 2. | 43 |
| Tabla 4. Tabla de Rendimientos. | 48 |
| Tabla 5. Tabla de Duraciones de los Módulos Constructivos. | 49 |
| Tabla 6. Tiempo de Cierre de Vía por Secuencia Constructiva..... | 51 |
| Tabla 7. Tabla Resumen de los Resultados. | 53 |
| Tabla 8. Matriz de Puntuación. | 56 |
| Tabla 9. Tabla de Valoración. | 57 |



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICE RECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS PLANES DE SECUENCIA CONSTRUCTIVA DEFINIDOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN DE METRO DE BELLO MONTE.

Autor: Renate Isabel Aiquel Sunko

Asesor: Estrella Bascarán Castanedo

Año: 2010

RESUMEN

Durante la construcción de sistemas de transportes, la empresa constructora se enfrenta a un sin número de eventualidades de muy distinta índole que pueden afectar seriamente los alcances establecidos. La resolución de tales contingencias deberá ejecutarse de manera que afecte lo menos posible los planes del proyecto, sus correspondientes presupuestos de costo y tiempo, a las comunidades afectadas de las zonas en donde se implementará la construcción y a los futuros usuarios del servicio.

En este caso se trata de la construcción de una estación de metro en la Urbanización Bello Monte en la ciudad de Caracas, sector de alta densidad poblacional y limitados accesos viales, por lo que se requiere decidir la secuencia constructiva que afecte durante el menor tiempo posible a los habitantes de la zona, usuarios de la vialidad y futuros usuarios de la obra resultante. Durante el desarrollo de la investigación se cumplieron varios pasos preparatorios básicos para lograr el resultado final. En primer lugar se definieron las secuencias constructivas susceptibles de ser aplicadas en cada caso tratado. Posteriormente se asignaron los valores de rendimiento y tiempo, a cada actividad dentro de las secuencias constructivas. Los datos así conseguidos, fueron cargados en el programa de control de proyectos, asegurando así la obtención de resultados a partir de secuencias constructivas completas y con diferencias de cálculo mínimas. Posteriormente se evaluó las alternativas presentadas para seleccionar la óptima, decisión final a cargo de la C.A. Metro de Caracas como contratante de la obra y responsable ante la comunidad.

Palabras Claves: Secuencias constructivas, programas de trabajos, afectación a la comunidad, cierre de vía, Línea 5 del Metro de Caracas, Estación Bello Monte.

INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Especial de Grado titulado **Evaluación Técnica de los Planes de Secuencia Constructiva Definidos para la construcción de la Nueva Estación de Metro de Bello Monte**, presenta de manera detallada los pasos que se siguieron para evaluar las opciones técnicas factibles, para decidir sobre la mejor forma de resolver la construcción de la estación de Bello Monte.

El trabajo muestra en el primer capítulo, la justificación del proyecto, delimitación del problema a resolver y los objetivos de la investigación, enmarcados dentro de la definición del entorno de la investigación, como son el Cliente y el marco de la Línea 5 del Metro de Caracas.

El capítulo segundo trata el marco conceptual y teórico en el que se desarrollará la investigación y define y explica los conceptos técnicos utilizados.

En el capítulo tercero se hace una amplia descripción del entorno organizacional en el que se desenvuelve el proyecto y el cual se tiene responsabilidad en el desarrollo del trabajo.

En el Marco Metodológico se desarrollan los conceptos básicos referidos a la investigación con la cual se estructuro este trabajo de grado.

El capítulo cinco presenta una visión detallada de las fases de la investigación, resultado de la estructuración del tipo de investigación a desarrollar, alineadas con los objetivos específicos que se derivan del alcance del proyecto, haciendo una descripción amplia y detallada del mapa mental del proyecto.

El capítulo seis resume el análisis de los resultados conseguidos para la evaluación de cada secuencia constructiva y el logro de sus objetivos.

En el capítulo 7, hago una evaluación personal del proyecto, guiada por los resultados obtenidos con el desarrollo el trabajo como centro de un proceso de convergencia de herramientas de diferentes áreas profesionales.

Por último, en el capítulo 8, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados del proyecto y del conocimiento derivado posterior a su aplicación.

CAPÍTULO 1.

Propuesta de Investigación

1.1 Justificación

Tomado de la reseña histórica que aparece en el sitio oficial de la C.A. Metro de Caracas.

Como consecuencia de las problemáticas viales detectadas en Caracas, a finales de 1964 se crea la Oficina Ministerial del Transporte, que dependía del Ministerio de Obras Públicas, la cual se debería de encargar de los estudios de transporte. Para ello se determinaron tres objetivos fundamentales: primero, el desarrollo de un plan integral de transporte para el área Metropolitana de Caracas; segundo, el estudio de un sistema de tránsito rápido como parte fundamental del primero y, finalmente, el desarrollo de un programa de vialidad urbana.

Esta oficina, años más tarde, determinó que “el problema no podía ser resuelto sin la incorporación de un nuevo sistema de transporte masivo, el Metro de Caracas.”

Para los primeros años de la década de los 70 los anteproyectos de la primera línea de Metro propuesta se habían adelantado permitiendo las licitaciones para su construcción en dos de sus tramos.

Para 1976, el Ministerio de Obras Públicas decide eliminar la Oficina Ministerial de Transporte, por la complejidad técnica y constructiva de los proyectos involucrados, creando la Oficina de Proyectos y Obras del Metro de Caracas. Un

año más tarde, esta oficina pasa a depender del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

El 8 Agosto de 1977, se funda la Compañía Anónima Metro de Caracas (CAMETRO), cuyo objetivo es “la construcción e instalación de las obras y equipos, tanto de infraestructura como de superestructura del Metro de Caracas, el mantenimiento de sus equipos, instalaciones y la operación, administración y explotación de dicho sistema de transporte, así como la construcción, dotación, operación y explotación de otras instalaciones y sistemas complementarios y auxiliares del subterráneo, tales como estacionamientos, sistemas superficiales, elevados, subterráneos de transporte urbano y suburbano”.

“...En 1985 se crea la Gerencia Ejecutiva de Transporte Superficial con la función principal de asegurar la prestación del transporte público en la superficie en forma segura, eficiente y confortable mediante la planificación, organización, dirección y control de la operación del sistema denominado Metrobús”, el cual inicia sus operaciones en 1987.

“...Actualmente la red del subterráneo cuenta con 53,9 kilómetros de extensión y 44 estaciones, que movilizan diariamente más de un millón ochocientos mil beneficiarios.” Hoy en día existen cuatro líneas de Metro en Caracas y su demanda es de aproximadamente de 1.700.000 personas por día. Día a día la población de Caracas crece haciendo que las líneas existentes se saturen, obligando al desarrollo de diversos planes de expansión, como es el caso de la Línea 5 y el sistema Caracas – Guarenas – Guatire.

1.2 Descripción del Proyecto denominado Línea 5 del Metro de Caracas.

Este proyecto se crea para satisfacer la demanda de los servicios de transporte en la ciudad de Caracas, sector Sureste, cuyo volumen aproximada de usuarios se estima en 340.000 pasajeros al día.

Tiene una extensión de 7,5 Km. de longitud y seis estaciones: Bello Monte, Las Mercedes, Tamanaco, Chuao, Bello Campo y Miranda II y un foso de extracción llamado Unefa (a construirse por razones de logística para la excavación de los túneles de línea).

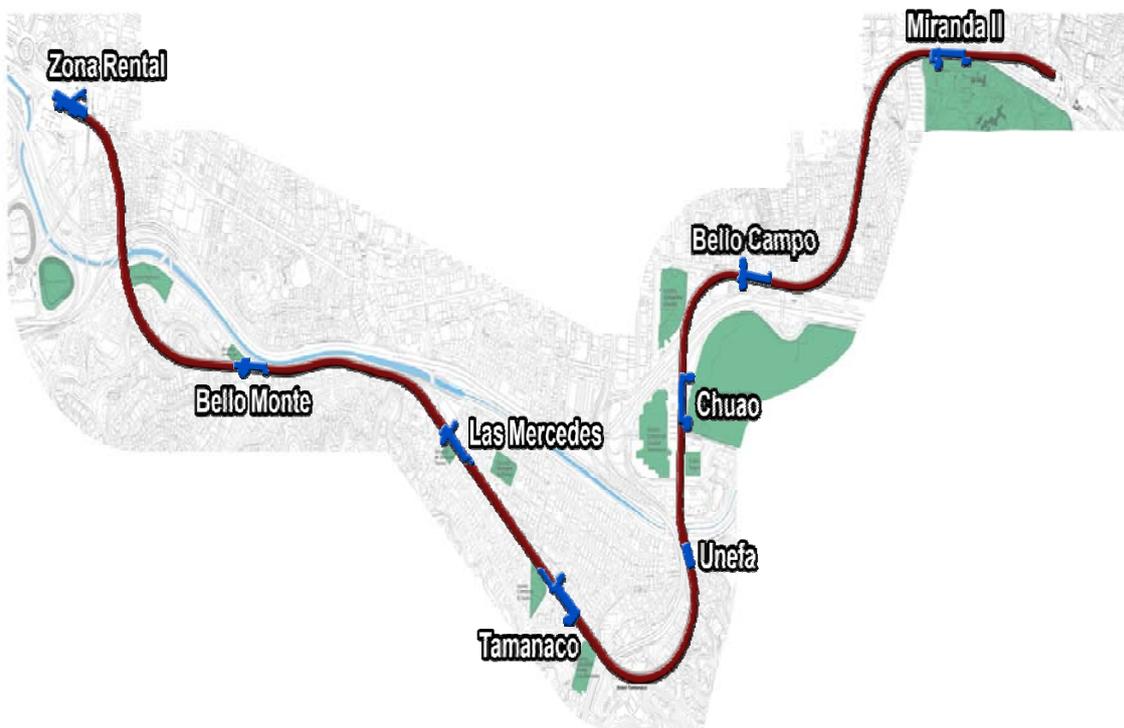


Figura 1. Esquema General de la Línea 5 del Metro de Caracas.

Fuente: Presentación de la Línea 5 de Odebrecht, realizado por Getsy García. (2009)

Para los objetivos de este trabajo de grado se evaluarán técnicamente los planes de secuencias constructivas correspondientes a la ejecución de la Estación Bello Monte.

La estación Bello Monte de la Línea 5 del Metro de Caracas, está ubicada en la Urbanización del mismo nombre entre la avenida Beethoven y la Avenida Principal, la vía más importante hacia el Oeste en el sector, ubicada a la orilla sur del Río Guaire, entre la Plaza Ibarra y la antigua Estación de Servicio La Colina, a un lado del Edificio Polo, se estima que la movilización de usuarios de esta estación será aproximadamente de 5.000 personas en la hora de más tráfico.



Figura 2. Planta de Ubicación.

Fuente: Imagen de Google Earth. (2010)

Esta estación constará de:

- Un foso principal de 40 metros de diámetro interno, que contiene todas las áreas operativas para el buen funcionamiento de la estación.
- Dos trincheras adosadas al foso que generan la entrada principal y secundaria.
- El tabaco o cuerpo central de la estación que constituye el área pública de mezzanina y el área de andén.
- Dos fosos y cuatro túneles vinculados a las salidas de emergencias y destinados a la ventilación de línea como se muestra en la Figura 3.

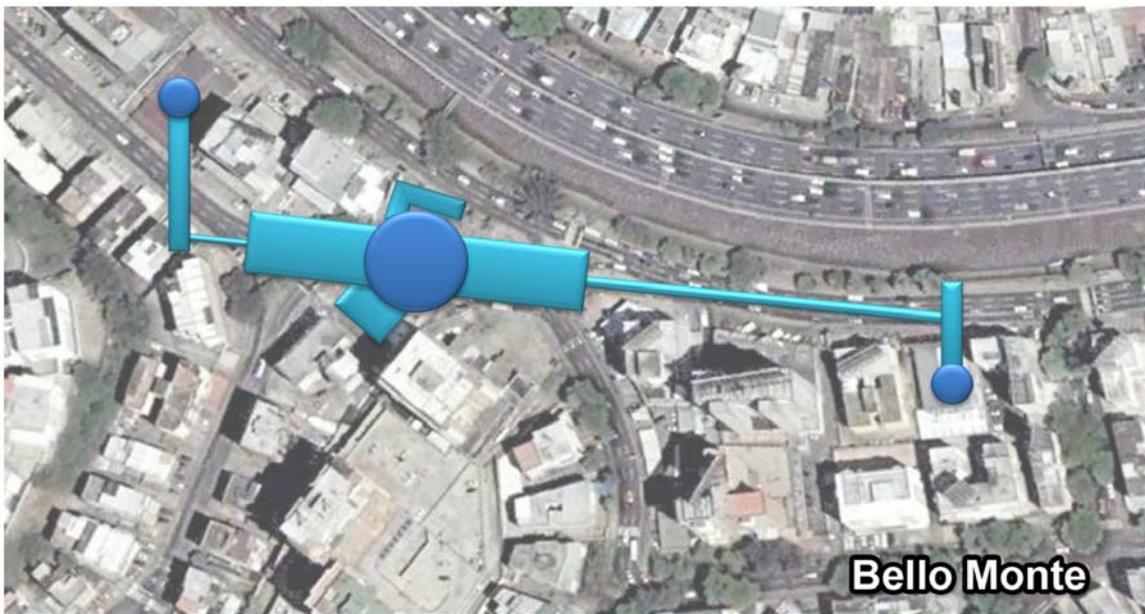


Figura 3. Esquema Estación Bello Monte.

Fuente: Imagen de Google Earth. (2010)

Tanto para CAMETRO y la C.N.O. que tienen como principio de organización impactar lo menos posible a la sociedad que rodea la construcción de la Línea 5 del Metro de Caracas, es un reto a cumplir.

En el caso de la estación Bello Monte en particular, evitar la afectación de la zona es una condición necesaria, plenamente justificada por la particular limitación de espacios físicos de la zona, de manera que se afecte lo menos posible el tránsito por la Av. Beethoven, vía altamente utilizada por vehículos de transporte público y particulares, devenida en corredor trascendental para la vida urbana de esta zona de Caracas.

1.3 Delimitaciones del Proyecto

La zona en la que se propone, la proyectada estación Bello Monte es muy particular debido a su reducido espacio de implementación y el alto tránsito de las vías y arterias principales de la zona, especialmente la avenida Beethoven.

El centro del foso está ubicado aproximadamente en el centro de la calzada de la calle Beethoven entre la Plaza Ibarra y El Centro Polo, por lo que su construcción obliga al cierre de esta vía de importancia crítica para el tránsito de vehículos en la zona.

C.N.O., empresa encargada de la Ingeniería y Construcción de la Línea 5 realizó una propuesta de estación que se adapta arquitectónicamente a la situación de falta de espacio en Bello Monte.

Esta situación hace necesario estudiar las diferentes secuencias constructivas que nos permitan tener un trabajo continuo de la construcción de la estación y determinar el tiempo mínimo posible del cierre de la Av. Beethoven contando con una propuesta de desvío de tránsito apropiada para la zona, de tal manera que la comunidad se vea afectada lo menos posible por la construcción de la Estación.

Para esta investigación se plantea la posibilidad de encontrar un equilibrio entre las secuencias constructivas, la continuidad de los trabajos y el tiempo del cierre de la vía, evaluado frente a la filosofía empresarial (cumplimiento de los programas de obra, seguridad, alcance y costos) y el bienestar de la comunidad.

De manera que la problemática se concentra en la determinación de la alternativa técnica de los planes de secuencia constructiva definidas para la ejecución de la estación del metro de Bello Monte de la Línea 5 del Metro de Caracas.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Evaluar técnicamente los planes de secuencia constructiva definidos para la ejecución de la estación del metro de Bello Monte.

1.4.2 Objetivos Específicos

- 1.** Identificar las premisas que permitirán cuantificar los frentes de trabajo posibles de acuerdo con las características del sector.
- 2.** Definir los módulos constructivos requeridos para completar la estación hasta ponerla en operación.
- 3.** Determinar las actividades requeridas para la construcción de los módulos de las alternativas a desarrollar.
- 4.** Identificar las secuencias constructivas para cada frente de trabajo, desarrollando los programas de trabajo y los tiempos estimados para cada alternativa tomando en cuenta los rendimientos típicos para la ejecución de las actividades.
- 5.** Determinar los tiempos de cierre de vía, para evaluar la mejor combinación secuencia constructiva – tiempo de cierre de vía.

Las limitaciones que se tienen para el desarrollo de estos objetivos son:

- A solicitud de la empresa se hace restringida la publicación de la información.
- El proyecto se encuentra en el desarrollo de la fase conceptual, así también el estudio de esta planificación, por lo tanto la calidad de la información no se encuentran en detalle.

CAPÍTULO 2.

Marco Teórico - Conceptual

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Definición del Marco Teórico.

El Marco Teórico - Conceptual es el conjunto coordinado y coherente de conceptos, teorías, proposiciones y definiciones sobre los que se basa o construye la investigación desarrollada en este trabajo.

2.1.2 Basamentos del Trabajo Especial de Grado

En términos generales, el presente Trabajo Especial de Grado se basará en:

- 1.** Las buenas prácticas aceptadas por el Project Management Institute (PMBok 2008).
- 2.** Los procesos de ingeniería y control definidos por C.N.O. para el seguimiento diario de sus proyectos de construcción especialmente, los conceptos, los componentes estructurales, y la metodología constructiva propuestos en el proyecto de la estación Bello Monte, descritos en los manuales de procedimientos internos de la empresa.
- 3.** Normas de Diseño aplicables: Normas COVENIN 1756-2001, COVENIN – MINDUR 2002-88- Acciones mínimas para el proyecto de edificaciones, Norma Venezolana 1753:2006 – Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural. ACI – *American Concrete Institute*.

4. Normas del Contrato suscrito con Metro para la línea 5: Especificaciones Generales y Específicas para la Línea 5. Normas de Proyecto – C.A. Metro de Caracas (Revisión 2006).

2.1.3 Gestión del Tiempo

Primeramente debemos comenzar definiendo qué es un proyecto. Un proyecto “es un esfuerzo temporal cuyo resultado es un producto o servicio único”, (Project Management Institute, 2008). Los proyectos pueden verse como un conjunto de procesos, que se superponen para darle vida. Según el *Project Management Institute* los procesos están definidos como un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas, para alcanzar una serie de resultados, productos o servicios. Los procesos principales que integran un proyecto, según este renombrado instituto, son: iniciación, planificación, ejecución, control y cierre.

En la Gestión del Tiempo se pueden identificar seis sub-procesos: definición de actividades, secuenciación de actividades, estimación de los recursos, estimación de las duraciones, el desarrollo del cronograma y el control de cronograma. (Project Management Institute, 2008)

Como este trabajo, es una investigación para evaluar la mejor opción, algunos de los procesos anteriores no se desarrollarán, ya que no inciden sustancialmente con sus resultados al objetivo del trabajo. Por lo tanto se describirán únicamente los procesos a ejecutarse.

El proceso de definición de actividades es entendido por el Instituto como el paso donde se identifican las acciones específicas que se ejecutarán para producir los entregables del proyecto. A partir de la identificación de las actividades se

desarrolla la Estructura Desagregada de Trabajo (EDT), en la cual se identifican los entregables al más bajo nivel.

Una vez finalizado el proceso de definición de las actividades, se realizará el proceso de la secuenciación, donde en un diagrama de red se muestran las distintas relaciones lógicas entre las actividades.

El proceso donde se determinan las duraciones de las actividades es la etapa de aproximación al número de períodos necesarios para completar cada una de las actividades con los recursos estimados.

En este caso las fuentes para calcular dichos tiempos de ejecución son el registro histórico de la empresa, el conocimiento de expertos en dicha materia, de donde se obtienen los rendimientos obtenidos en actividades similares y los volúmenes de ejecución de los trabajos plasmados en el proyecto.

El siguiente paso es el desarrollo del programa, donde se analizan las secuencias de las actividades y los tiempos, además de los recursos que se requieren para cada actividad. Este programa arroja las fechas de comienzo y fin de cada actividad para el desarrollo del proyecto.

2.1.4 Definición de Metro

El metro, apócope de *Metropolitano*, llamado en otros países subterráneo se define en *El Diccionario de la Lengua Española* como "tren subterráneo o al aire libre que circula por las grandes ciudades", es un sistema de transporte masivo de personas.

Según esta misma fuente se conoce como tren al "medio de transporte que circula sobre rieles, compuesto por uno o más vagones arrastrados por una locomotora.

Luego del estudio de la historia de las redes de transporte de las grandes ciudades del mundo, como: Londres, Nueva York, París Berlín, Tokio, Los ángeles, Madrid, Barcelona, Milán, Ciudad de México y Singapur, que realizó Jordi Julià Sort en su libro *Redes Metropolitanas*, se pueden identificar dos modelos de redes de metro.

El primer modelo surge por la necesidad que existía en Londres de comunicar las redes ferroviarias con el centro de la ciudad, de la cual se derivan las primeras líneas superficiales, las cuales terminaron convirtiéndose en ferrocarriles urbanos con un alto número de conexiones entre estas líneas. Éste modelo se puede encontrar también al principio de las líneas de la ciudad de Nueva York y Berlín. Dichas redes fueron la fuente del crecimiento de nuevas ciudades en el caso de Londres y Nueva York. (Julià Sort, 2006)

La mayoría de las redes metropolitanas incluyendo el sistema del Metro de Caracas, siguen el segundo modelo, el cual es construido en subterráneo, haciendo un manejo de las líneas independientemente de la otra, bajando el tiempo de espera de los usuarios por los intervalos del paso de los trenes. Este modelo generalmente se ubica en las partes más densas de la ciudad, lo que hace que se deban construir ramales periféricos. En París se construyó todo el sistema metropolitano de transporte bajo este modelo, y la siguen las ciudades de Barcelona, Madrid y Ciudad de México. (Julià Sort, 2006)

2.1.5 Definición de Túnel

El *Diccionario de la Lengua Española* define túnel como un paso subterráneo abierto artificialmente para establecer una comunicación.

2.1.6 Metodologías Constructivas

Entre los métodos constructivos más utilizados para la construcción de túneles, podemos encontrar 2 tipos:

- Método Minero:
 - Método Clásico de Madrid (Método Belga).
 - Método Alemán
 - Método Austriaco (NATM del inglés: *New Austrian Tunnelling Method*)
- Método Mecanizado.

Las metodologías para la construcción de túneles para metro aplicables al sector de la estación Bello Monte y la Línea 5 del Metro de Caracas son básicamente el método mecanizado para los túneles de línea y el método minero basado en el método austriaco.

2.1.6.1 Túneles con Topa (método mecanizado)

En el caso del alineamiento, se construirán túneles que conectan las estaciones y son el elemento que abarca la circulación del tren, uno para cada sentido de las vías y son llamados gemelos, debido a que son paralelos en toda su longitud.

Dichos túneles son excavados con una maquinaria especial llamada de diversas maneras: topa, tuneladoras o TBM (del inglés *Tunnel Boring Machine*).

Este método constructivo mecanizado se está haciendo cada vez más popular en diversos campos de la construcción como por ejemplo: sistemas de transporte (metros, conectores viales), acueductos, colectores cloacales y de drenaje, y muchos otros. Esto se debe a las ventajas nombradas a continuación (Guglielmetti, Grasso, Mahtab, & Xu, 2008):

- Los altos niveles de confort y seguridad para los trabajadores.
- La rapidez y la industrialización de los ciclos constructivos, junto con la automatización de los procesos del trabajo y las actividades.
- La posibilidad de instrumentar y controlar los principales parámetros de la construcción
- La disminución del ruido, la limitación de la dispersión del polvo en el ambiente y la disminución de la perturbación del nivel freático.
- El uso de segmentos prefabricados para el alineamiento del túnel, para facilitar el control de las fases constructivas y optimizar la calidad de la terminación de los trabajos.

- A menudo, los costos generales son más bajos que los requeridos en los métodos convencionales.
- No presenta perturbación superficial, si se realizan los controles pertinentes, únicamente se presenta en el lugar donde iniciará la excavación y se retirará la máquina.
- Se puede usar este método para excavar túneles en casi todas las tipologías del suelo y en una amplia variedad de condiciones físicas. (Bickel, Kuesel, & King, 1996)

Unas de las limitaciones que podemos nombrar para la TBM son:

- El área de sección del túnel.
- Los radios de curvatura del alineamiento. (Guglielmetti, Grasso, Mahtab, & Xu, 2008)

La TBM excava la sección completa del túnel, algo que difiere de los métodos tradicionales y según su configuración escogida para el tipo de suelo y sus condiciones particulares, hace fácil la colocación del sostenimiento final del túnel.

Se compone, en general, de una cabeza de corte, la cual gira para realizar la excavación, de un escudo donde se encuentran todos los controladores mecánicos y eléctricos de la máquina. En donde termina el escudo se ubican radialmente los pistones hidráulicos, los cuales a través del empuje desde un pórtico de arranque (en el caso del inicio de la excavación) o de los mismos anillos (ya adelantada la excavación) hacen que la máquina se mueva en la dirección de avance.

Después del escudo encontramos el *Back Up*, donde se encuentran la cinta transportadora del material excavado, los transformadores, entre otros equipos necesarios para construir el túnel.

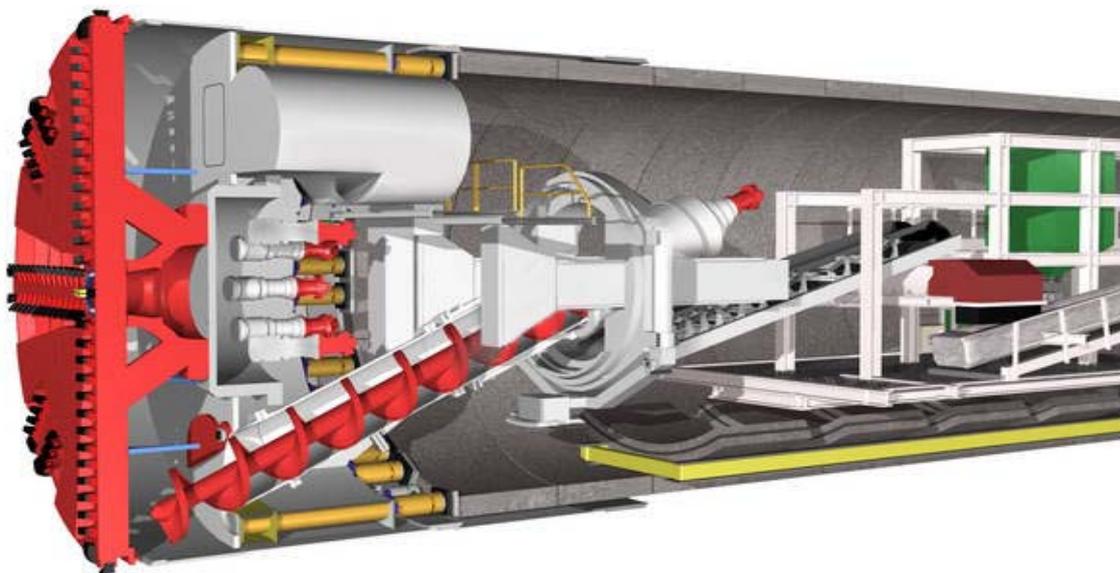


Figura 4. Esquema de TBM utilizada en el Metro de Caracas.

Fuente: Imagen tomada de Presentación de la Línea 5 de Odebrecht, realizado por Getsy Garcia. (2009)

El sostenimiento final de los túneles gemelos son anillos prefabricados de concreto reforzado compuestos por dovelas o segmentos. Dichos segmentos varían según el diámetro del túnel y tienen una clave, que es el elemento constructivo para el

cierre del anillo. Estas dovelas están provistas de orificios para colocar los pernos para completar el sostenimiento radial y sujeciones para el longitudinal.

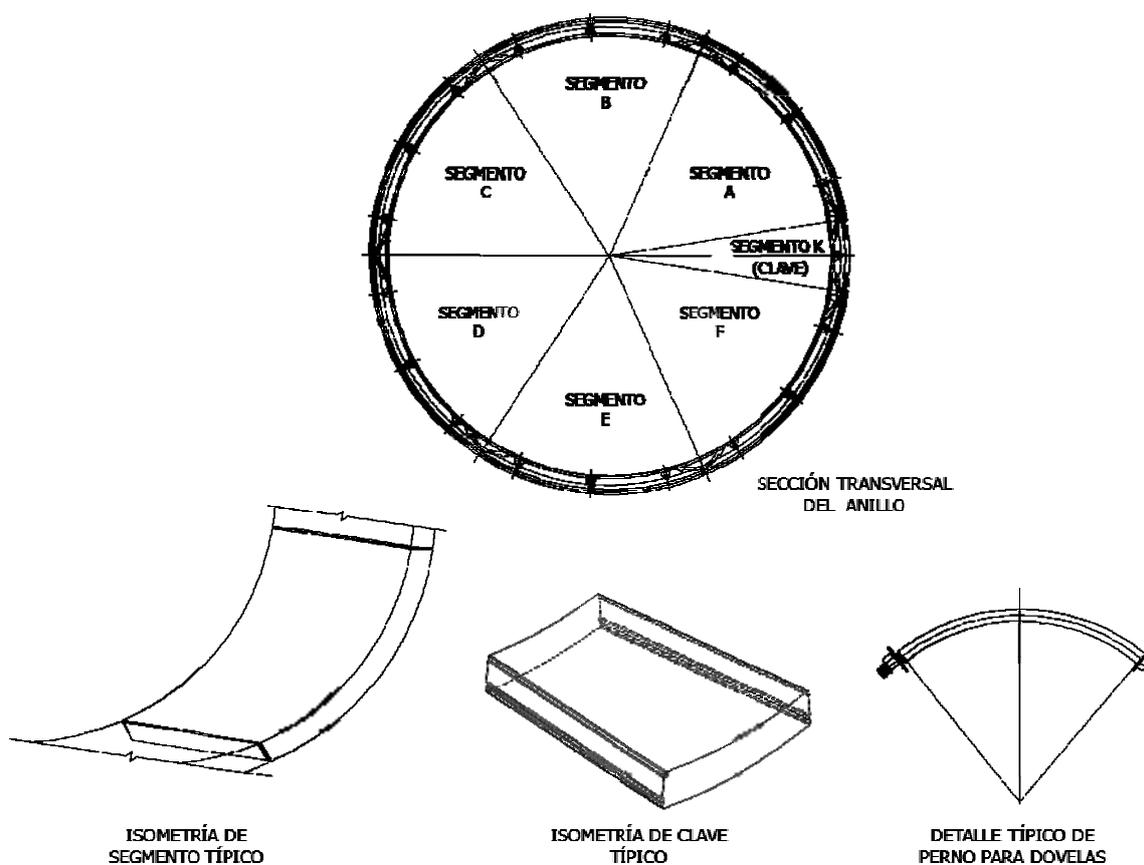


Figura 5. Esquema de Dovelas utilizado en el Metro de Caracas.

Fuente: Proyecto de Dovelas de la Línea 5 del Metro de Caracas (2008)



Figura 6. Imagen de Dovelas.

Fuente: Imagen tomada de Presentación de la Línea 5 de Odebrecht, realizado por Getsy Garcia. (2009)

2.1.6.2 Túneles y Fosos en Túnel Minero

Para el caso de las estaciones en los elementos de túnel o foso, las metodologías constructivas a utilizar son de túnel minero, que significa excavar y recubrir basado en el método NATM (*New Austrian Tunneling Method*).

El objetivo principal del método NATM es aprovechar las tensiones geológicas del suelo para que el túnel se pueda estabilizar por sí mismo. Esta técnica es mejorada y puede variar durante la construcción según las condiciones encontradas en el

macizo por ello se requiere, para la secuencia de excavación, que tenga control y monitoreo de las deformaciones. (Bickel, Kuesel, & King, 1996)

Para el caso de los túneles dependiendo de la sección se pueden excavar según la parcialización adoptada para tal fin, se entiende por parcialización a cómo se divide la sección del túnel para excavarlo. En la Figura 7. se muestran las parcializaciones que encontraremos en los túneles a excavar en la Línea 5.

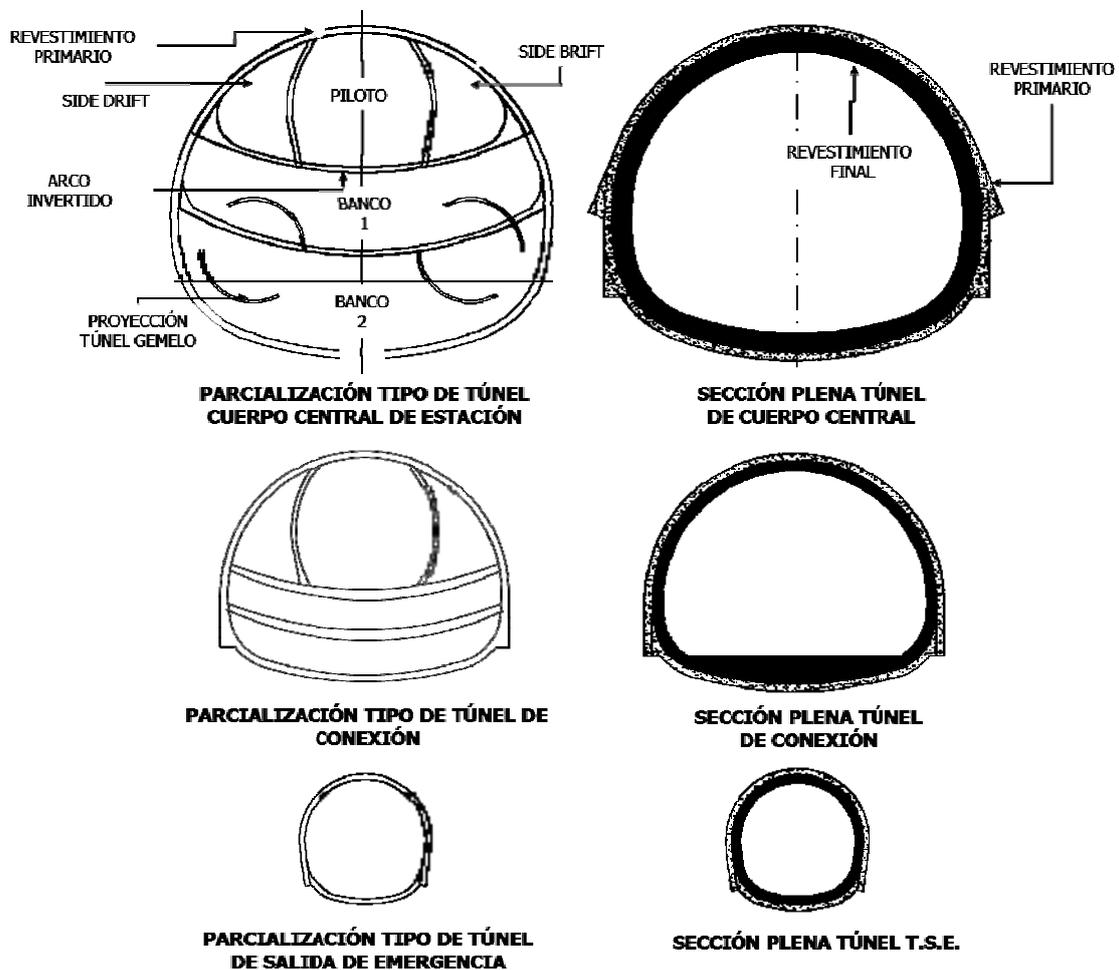


Figura 7. Esquema de Parcializaciones de Túneles.

Fuente: Proyecto de Línea 5. CAMETRO. (2009)

Al momento de excavar cada parte, es necesario recubrirlo con un concreto proyectado con fibra o con malla de acero para crear un anillo de soporte y minimizar las deformaciones del macizo (Bickel, Kuesel, & King, 1996). En algunos casos además del concreto proyectado se propone el sostenimiento con costillas o arcos metálicas. Cuando la excavación del túnel ocurre en suelos blandos es necesario realizar el arco invertido para que la sección excavada no quede abierta y no pueda sufrir deformaciones provocadas por las presiones ejercidas por el suelo.

Luego de haber excavado la sección plena del túnel con sostenimiento con concreto proyectado o revestimiento primario se realiza si es necesario una impermeabilización y un revestimiento final.

Los fosos son excavaciones profundas, que proveen acceso vertical a los túneles, según Bickel, Kuesel, & King en su libro *Tunneling Engineering Handbook* (1996). En este sistema de transporte contendrán la edificación subterránea necesaria para los cuartos operativos de la estación.

Los fosos excavados con método NATM al igual que los túneles se excavan por partes, pero en estos casos su partición es en forma de torta o pizza. Primero se prevé una viga cabezal. Esta viga se encarga primordialmente de mantener la forma (circular u oval) de la boca de la excavación. Luego se procede a excavar un núcleo central, dejando una berma de aproximadamente 2 metros desde el perímetro del revestimiento primario y después se excavan las bermas de forma alternadasde forma alternada los paños, haciendo un revestimiento primario, hasta

completar un anillo de aproximadamente 1 metro de profundidad, dependiendo de la tipología del suelo. Esta secuencia de excavación se repite hasta llegar a la cota requerida como se muestra en la figura 8.

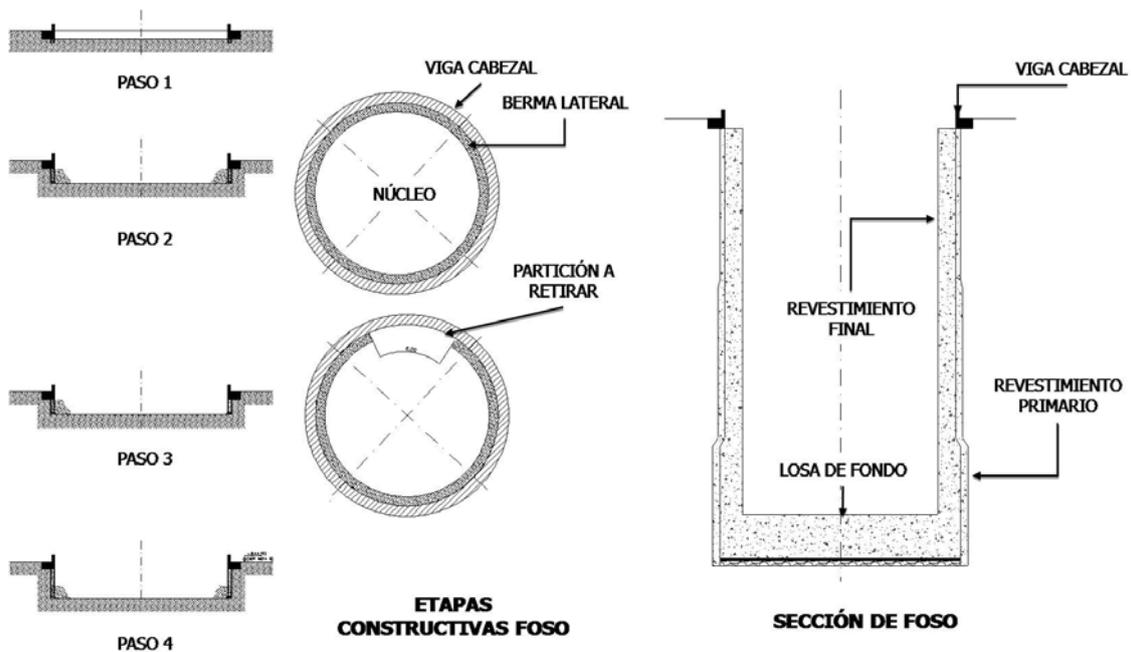


Figura 8. Esquema de excavación de Fosos.

Fuente: Proyecto de Línea 5. CAMETRO. (2009)

2.1.6.3 Trincheras

Las trincheras al igual que los fosos son excavaciones profundas, pero que se realizan con diferente metodología constructiva. Pudiendo ser de trinchera abierta, trinchera cubierta o método invertido.

Para los elementos de entrada para este caso de estación se utilizará el método de Trinchera abierta.

Este método realiza una contención del suelo desde superficie con pilotes o muros colados, los cuales permiten excavar dentro de un perímetro. Estos elementos generalmente y según sea la profundidad de excavación requieren de anclajes o puntales para mantener la geometría y ayudar con la esbeltez del elemento.

En la siguiente figura se hace una representación gráfica de la metodología de excavación de Trinchera abierta.

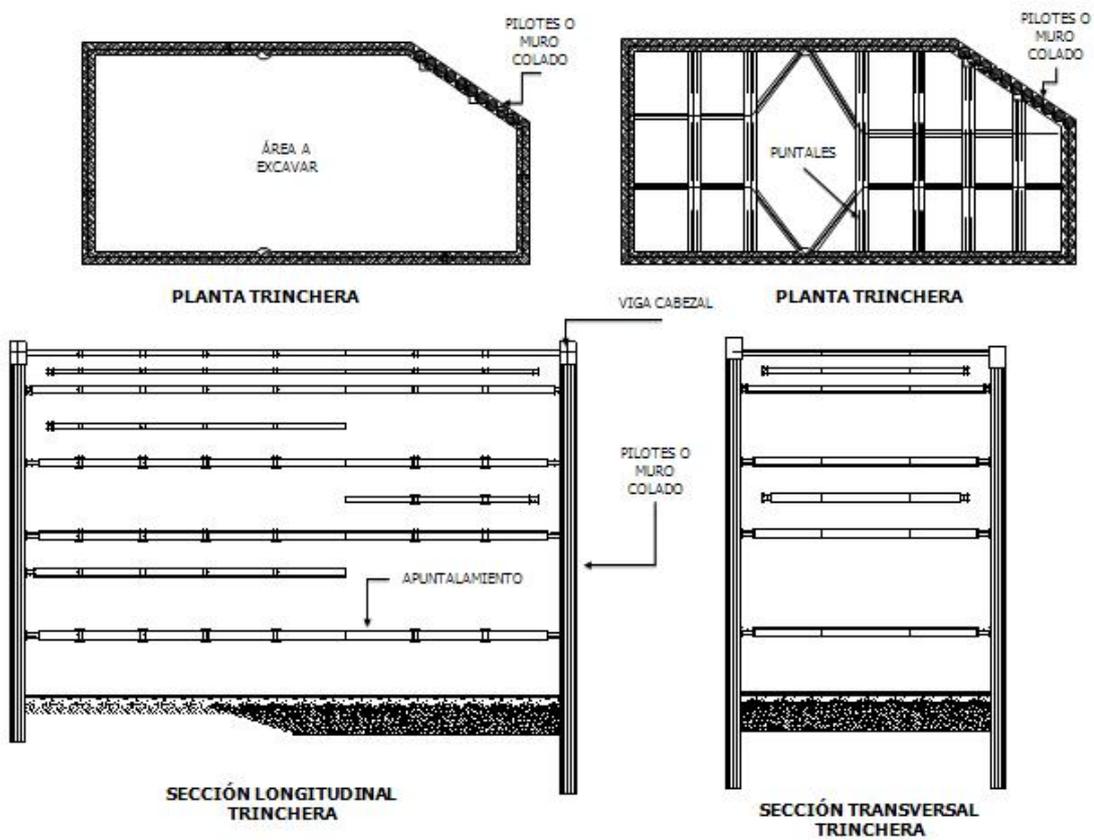


Figura 9. Esquema de construcción de Trinchera.

Fuente: Proyecto de Línea 5. CAMETRO. (2009)

CAPÍTULO 3.

Marco Organizacional

3.1 Constructora Norberto Odebrecht

3.1.1 Reseña Histórica de Odebrecht

Odebrecht es una empresa contratista que abarca diversos sectores como Ingeniería y Construcción, Inversiones en Infraestructura, Petróleo y Gas, Ingeniería Ambiental, Realizaciones Inmobiliarias, Etanol y Azúcar, Química y Petroquímica, Instituciones Auxiliares. (Odebrecht, 2007)

La Constructora Norberto Odebrecht (C.N.O.) nace en Bahía en 1941 y a través de los años conquista la credibilidad orientándose hacia el Cliente, obteniendo actuaciones y patrones con calidad global, llegando a posicionarse y liderarse en el negocio de la Ingeniería y la Construcción. Ha participado en más de 35 países actuando en represas, hidroeléctricas, siderúrgicas, metros, carreteras, ferrocarriles, puentes, aeropuertos, edificaciones inmobiliarias, entre otros. (Odebrecht, 2007)

C.N.O. llega a Venezuela en 1992, con la construcción del Centro Lago Mall en Maracaibo. A partir de allí obtiene el contrato de la construcción de la Línea 4 del Metro de Caracas. Focalizado en la satisfacción del Cliente, construye su confianza, obteniendo diversos proyectos a nivel nacional como las Línea 3 y 5 del Metro de Caracas, Línea Caracas – Guarenas –Guatira, Líneas I y II del Metro Los Teques, Sistema Metrocable San Agustín del Sur, Sistema de Riego Diluvio – Palmar, Sistema Vial II y III Puente sobre el Río Orinoco, Central Hidroeléctrica Manuel Piar en Tocomá entre otros. (Odebrecht Venezuela, 2010)

3.1.2 Visión

Visión 2010

“ODEBRECHT se convertiría en uno de los cinco mayores grupos empresariales privados del hemisferio sur y líder en los segmentos en que actúa, con relevante presencia internacional.

Ser reconocida por ser la elección de los clientes por su capacidad de empresaria, por atraer talentos y formar nuevos empresarios.

Presentar una sólida estructura de capital y ser referencia en la creación de valor.

Alcanzar una facturación anual de US\$ 15 mil millones y un valor de mercado de US\$ 20 mil millones en los negocios en que participe.

Tener una imagen diferenciada en los lugares donde opera y ser reconocida como motivo de orgullo nacional en Brasil.” (Odebrecht, 2007)

Visión 2020

“Construyendo la VISIÓN 2020: Versa en 5 pilares:

La construcción de la visión 2020, necesariamente mucho más audaz que la Visión anterior; la creación de sistemas de comunicación eficientes dentro de la complejidad de la actual macro estructura; Eliminación de distorsiones en la imagen proyectada por la Organización; el crecimiento calificado; El desarrollo de personas.” (Odebrecht, 2007)

3.1.3 Misión

“Misión de servir; satisfacer al cliente, a base de sólidos principios éticos.

El empresario, al contribuir para que el Cliente defina sus reales necesidades, conquistará su confianza y se volverá significativo o inclusive único para él.

Si el negocio es servir mejor al Cliente, dicho negocio será siempre un servicio.

Por medio de su trabajo intelectual, creativo e innovador, el empresario amplía la confianza recíproca que lo une al Cliente y se capacita para ofrecer bienes y servicios de mejor calidad, en menos tiempo y a menores costos y precios.

Más allá que tercerizar, es necesario asociarse. “ (Odebrecht, 2007)

3.1.4 Estructura Organizacional

La estructura organizacional de C.N.O. se divide en seis departamentos, tal como se muestra en la Figura 10.

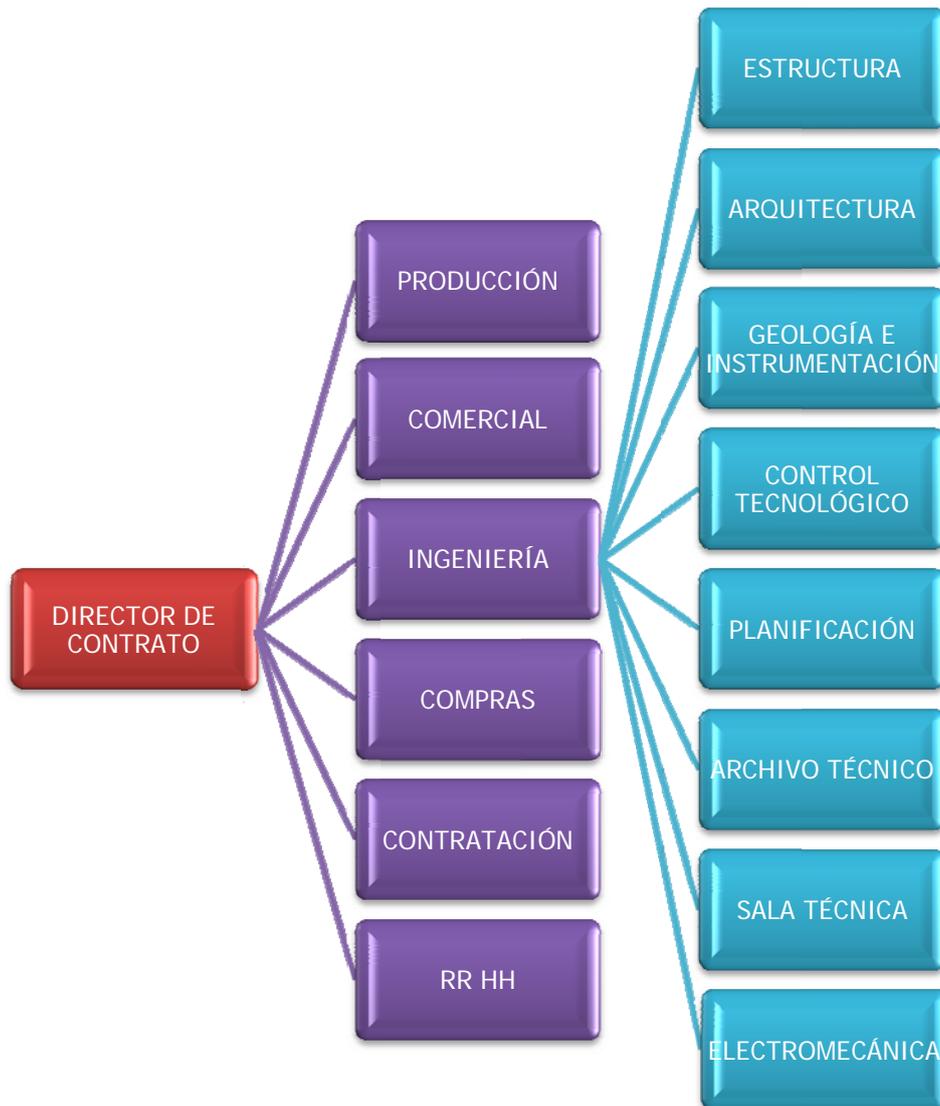


Figura 10. Estructura Organizacional.

Fuente: C.N.O. (2010)

Las áreas trabajan en conjunto y se complementan para terminar con éxito el alcance de proyecto, logrando la satisfacción del cliente y la perpetuidad como líder en el área de Ingeniería y Construcción.

El área de Ingeniería está compuesta por los distintos departamentos identificados por las diversas funciones que ejerce.

El Archivo Técnico se encarga de todo lo relacionado con el control de documentos. Recibe los proyectos de los distintos subcontratistas de diseño, emite la información al cliente, a los responsables de Ingeniería y a Producción.

La Sala Técnica trabaja con los proyectos de servicios públicos, desvíos de tránsito, edificaciones linderas, expropiaciones y el apoyo general a Ingeniería.

Control Tecnológico es el encargado de la calidad de los materiales.

Geología e Instrumentación coordinan los proyectos geotécnicos, geológicos, abatimiento del nivel freático y la instrumentación de las estructuras a construir.

Arquitectura coordinan el proyecto de arquitectura de las estaciones.

Electromecánica coordina los proyectos de las instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas (ventilación mayor y menor).

Planificación es el encargado de realizar los programas de obra, el programa de ejecución y el programa de proyectos.

Estructura coordina todo el proyecto de las estaciones, incluyendo el proyecto estructura. Son los encargados de tener el conjunto de la información, interfaces para el buen funcionamiento de la estación, el enlace de Ingeniería y producción, soluciones en obra, el enlace con el cliente. Igualmente coordina que las

metodologías constructivas tengan coherencia y se alineen con el programa de ejecución y que sea posible su realización.

Para el proyecto de Línea 5 en particular podemos encontrar la siguiente estructura organizacional de Ingeniería.

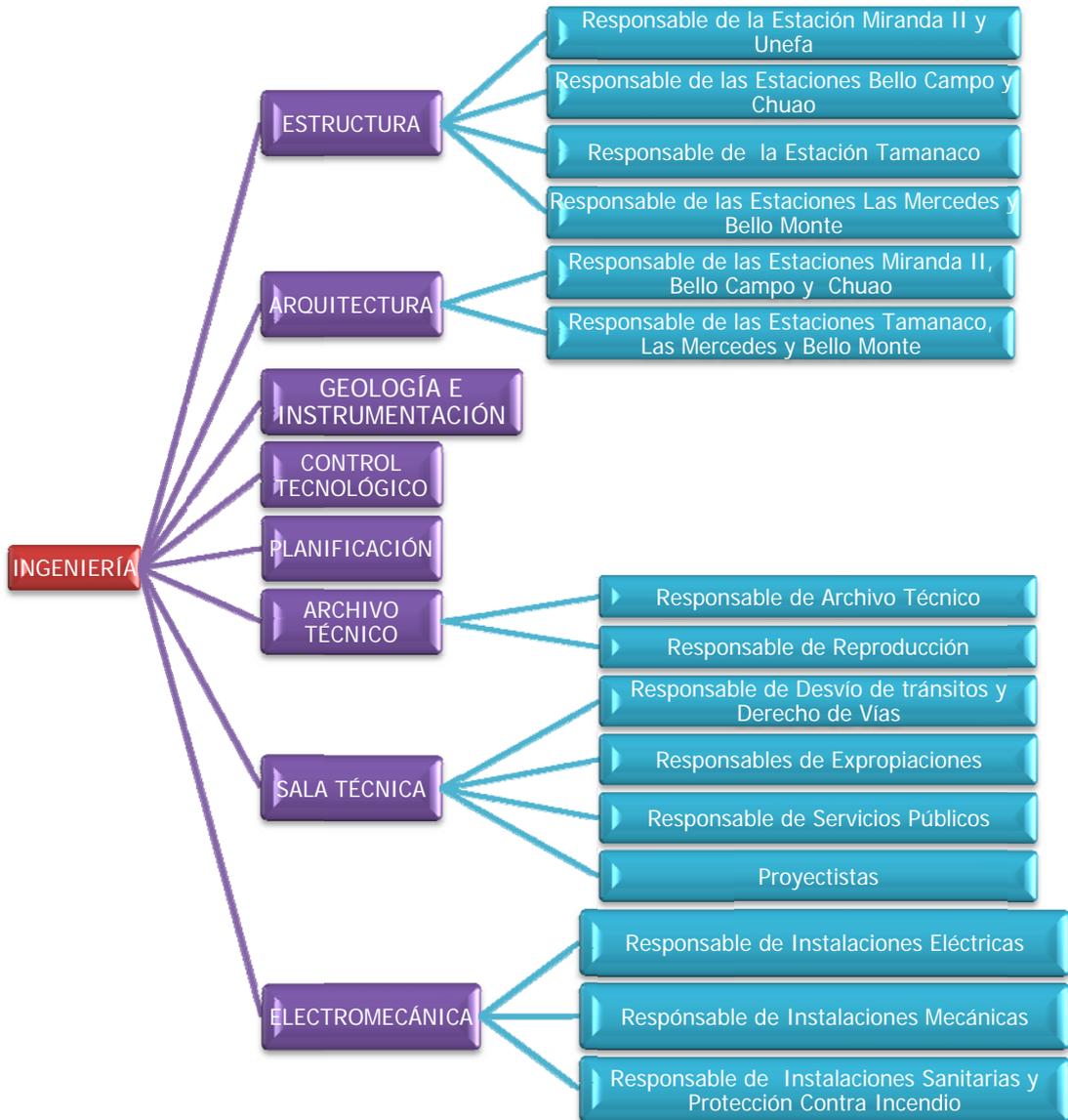


Figura 11. Estructura Organizacional Línea 5.

Fuente: C.N.O. (2010)

CAPÍTULO 4.

Marco Metodológico

El sentido de la investigación en el contexto de esta tesis, lo define la Real Academia de la Lengua en una de sus acepciones para investigar, como: "Realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia". Más aun, la misma fuente, agrega la definición de "investigación básica" como "La que tiene por fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir, en principio, ninguna aplicación práctica".

La metodología a utilizar en este Trabajo Especial de Grado es de Investigación Evaluativa, orientada al estudio para identificar la mejor opción de continuidad de trabajo – tiempo de cierre de una de las vías principales (Av. Beethoven) donde se ubica la Estación Bello Monte de la Línea 5 del Metro de Caracas.

"La investigación evaluativa es un tipo especial de investigación aplicada, cuya meta, a diferencia de la investigación básica, no es el descubrimiento del conocimiento. Poniendo principalmente el énfasis en la utilidad, la investigación evaluativa debe proporcionar información para la planificación del programa, su realización y su desarrollo. La investigación evaluativa asume también las particulares características de la investigación aplicada, que permite que las predicciones se conviertan en un resultado de la investigación." (E.S. Suchmann,

Evaluative Research; 1967:119. Citado por Santiago Correa y otros en Investigación Evaluativa, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES 1996.

Teóricos de las ciencias sociales acuñaron el término “investigación evaluativa” con el objeto de desarrollar los fundamentos de otro tipo de investigación aplicada, en principio a las ciencias sociales, pero que ha sido usada en otras áreas científicas.

CAPÍTULO 5.

Propósito, Planificación y Aplicación de la Evaluación

5.1 Fases de la investigación

Esta investigación se divide en cinco fases alineadas con los cinco objetivos específicos que se generan a partir del alcance del proyecto.

5.1.1 Identificación de las premisas y cuantificación de frentes

En el desarrollo del proyecto y el programa de la obra de la Estación Bello Monte hay una serie de condiciones que deben tomarse en cuenta para su construcción, que se comentan a continuación, las cuales fueron propuestas de C.N.O. a CAMetro.



Figura 12. Mapa Mental de las Premisas

Fuente: Autor (2010)

Paso de las Topas: El trabajo de excavación de las topas comienza en Agosto de 2010. Saldrán dos TBM desde los fosos de extracción llamado Unefa, que se encuentra aproximadamente a la mitad del alineamiento de la Línea 5, con diferencia de un mes. Esto significa que las TBM pasarán por las estaciones Tamanaco, Las Mercedes y Bello Monte cuando se estén construyendo. La fecha en la que las topas lleguen a la estación en estudio también se determinará en el programa de trabajo.

Mantenimiento de la Topa: Se prevé un solo mantenimiento del disco de corte de la topa y este se realizará en la Estación Bello Monte. Esto requiere que se tenga acceso a la cabeza de la topa, por medio de fosos.

Excavación del foso principal: esta estación es la única de toda la línea que intervendrá una vía principal, por las condiciones limitadas de espacio en la zona, esto requiere que para el comienzo de los trabajos del foso principal se cierre la vía principal, Av. Beethoven, y se aplique un desvío de tránsito, para permitir la continuidad de la comunicación de los recorridos cortados por este cierre. Este Foso Principal solo se podrá realizar después que todos los servicios públicos sean reubicados.

Servicios Públicos: Todos los trabajos de servicios públicos deberán estar culminados antes de empezar los trabajos de construcción de la estación Bello Monte, debido a que se requiere la reubicación y corte de los servicios que se encuentran en la arteria principal tales como: electricidad, gas, acueductos, cloacas y drenajes, teléfonos y televisión por cable.

Para este ejercicio no se esperan ni consideran atrasos y se asume que se cumplirán los programas de obra ya establecidos por C.N.O.

Continuidad de trabajos: La paralización de trabajos de construcción conlleva a la paralización de maquinaria y de mano de obra situación que genera elevación de

los costos presupuestados. Por conveniencia de C.N.O y los contratantes del proyecto se requiere que los trabajos no se paralicen y si es necesaria una parada que sea del mínimo tiempo posible. Este aspecto es uno de los de mayor relevancia y sobre el cual habrá una determinación en este Trabajo Especial de Grado.

Tiempo de Cierre de Vía: Ya que el cierre de la vía afecta directamente a la comunidad de Bello Monte se requiere que el cierre de vía sea el menor tiempo posible para la menor perturbación del tránsito en esta zona. Punto a determinarse en este Trabajo Especial de Grado.

Excavación de Túneles: Se asume que los túneles no pueden excavarse antes de que los túneles gemelos construidos con TBM se hayan ejecutado para ese tramo.

Excavación del Túnel del Cuerpo de la Estación: La excavación del tabaco de la estación se realiza por partes siguiendo el esquema de parcialización de la sección del túnel, y se podrá excavar la bóveda del túnel del tabaco una vez que las topas hayan excavado dicho tramo.

Expropiación y designación del lugar de trabajo: En este estudio se asume que para la opción elegida las expropiaciones y entrega de los lugares a afectar sean efectuadas en las fechas que se estipularan en el programa de trabajo según las secuencias constructivas.

Desvío de Tránsito: El desvío de tránsito se supone ser el más apropiado a las condiciones de la zona y analizado con los estudios de tránsito.

Maquinaria y mano de obra: Se asume que al momento de ejecutar las actividades estarán disponibles, contratadas y en sitio toda la maquinaria y mano de obra necesaria para cumplir los rendimientos.

Metodología Constructiva: Según la metodología constructiva la contracimentación de la trinchera se deberá realizar antes de la excavación del foso principal y las trincheras adosadas al foso se deberán excavar una vez terminado el revestimiento final y estructura interna del foso principal.

Los frentes de trabajo son las áreas a partir de las cuales se comenzarán las actividades de construcción de la estación y corresponden con los terrenos a expropiar definidos por el departamento de expropiaciones del Metro de Caracas.

Los sitios definidos sujetos a expropiación son los terrenos de Soloaire, Plaza Ibarra, Estación de Servicio La Colina y las instalaciones de Alfombras Iberia.



Figura 13. Ubicación y área de expropiación.

Fuente: Imagen de Google Earht. (2010)

En Soloaire y Alfombras Iberia se construirá un foso de 12 metros de diámetro interno.

En la Estación de Servicio se realizará una trinchera donde estará ubicada la entrada principal y el edificio de la mayoría de los cuartos técnicos de la estación.

En la Plaza Ibarra se contempla otra trinchera pero de menor tamaño para la entrada secundaria.

Por las condiciones de espacios limitados que se presentan en esta zona se realizará un foso de 40 metros de diámetro interno entre las dos trincheras previstas en el proyecto, lo que produce el cierre de la avenida que se encuentra entre ellas. (Av. Beethoven)

Con todo esto, definimos 3 frentes de Trabajo, los cuales se llamarán como se presenta a continuación:

- Soloaire (Foso de 12 metros)
- Alfombras Iberia (Foso de 12 metros)
- Área comprendida por y entre la Plaza Ibarra y la Estación de Servicio La Colina (Foso Principal y Entrada Principal y Secundaria)

Nota: cada frente de trabajo tiene un programa de trabajo independiente.

5.1.2 Definición de los módulos constructivos

Los módulos constructivos representan los elementos individuales que componen la estación. Como se describió en el Marco Conceptual, la estación tiene como elementos los que se muestran a continuación:

- Tres fosos, dos de 12 metros y uno de 40 metros de diámetro interno.
- Dos trincheras.
- Dos edificios.
- Cinco túneles.

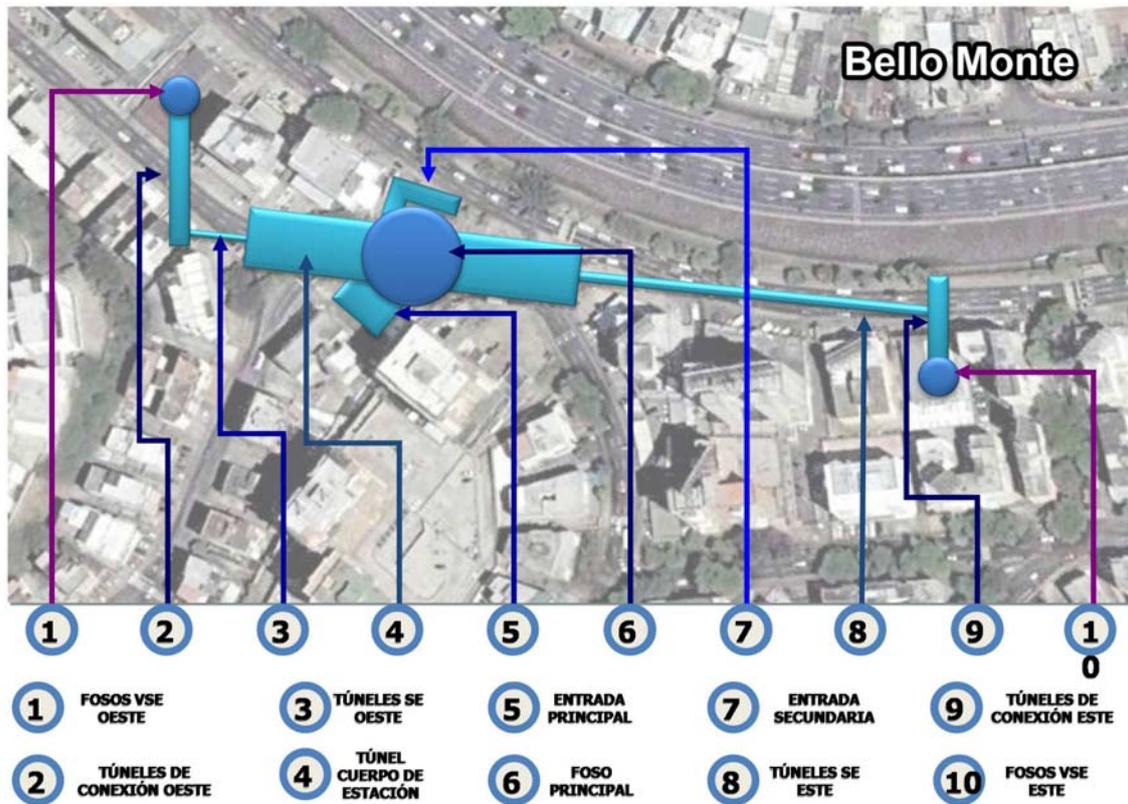


Figura 14. Ubicación de los módulos constructivos.

Fuente: Imagen de Google Earth. (2010)

Cada uno de los elementos tiene una funcionalidad particular, lo cual ayudará a definir los módulos constructivos. Entre ellos podemos nombrar:

- **Foso Ventilación y Salida de Emergencia Este (Foso VSE Este):** su función principal es el de conducir la ventilación (extracción e inyección) de los túneles gemelos y guiar la circulación de la salida de emergencia a la superficie.
- **Túnel de Conexión Este (Foso VSE – Túneles Gemelos):** es el que permite conectar los túneles gemelos y el Foso VSE horizontalmente y se conecta con el túnel de la Salida de Emergencia.
- **Túnel de salida de emergencia Este (Túnel SE Este):** Permite el escape de la estación sin pasar por las entradas.
- **Entrada Principal (Trinchera Sur):** en esta entrada está contenida la estructura superficial del edificio de los ambientes técnicos de la estación.
- **Entrada Secundaria (Trinchera Norte).**

- **Foso Principal:** este foso es parte del cuerpo central de la estación y es el que conecta las entradas con el túnel de cuerpo de la estación, y además contiene los ambientes operativos.
- **Túnel Cuerpo Central de la Estación:** Contiene la mezzanina (zona pública de acceso pagado de la estación), el andén, las vías. Según la configuración de la estación este túnel será dividido en dos túnel este y túnel oeste respectivamente.
- **Túnel de salida de emergencia Oeste (Túnel SE Oeste):** Permite el escape de la estación sin pasar por las entradas.
- **Túnel de Conexión Oeste (Foso VSE – Túneles Gemelos):** es el que permite conectar los túneles gemelos y el Foso VSE horizontalmente y se conecta con el túnel de la Salida de Emergencia. Adicionalmente en superficie, este foso se conecta al edificio de una sub estación de tracción.
- **Foso Ventilación y Salida de Emergencia Oeste (Foso VSE Oeste):** su función principal es el de conducir la ventilación (extracción e inyección) de los túneles gemelos y guiar la circulación de la salida de emergencia a la superficie.

5.1.3 Determinación de las actividades

Se crearon las actividades para cada módulo constructivo según los elementos estructurales del proyecto de ingeniería.

La Tabla N°1 representan las actividades de los módulos constructivos relacionados con la ventilación y salida de emergencia del lado Este y Oeste de la Estación descritos en la definición de los módulos constructivos.

Tabla 1. Actividades de los módulos constructivos para la ventilación y salida de emergencia.

| Módulos Constructivos | Fosos VSE | Túneles de Conexión | Túneles SE |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Actividades | Entrega del sitio | Excavación de media sección o bóveda | Excavación del túnel |
| | Cerramiento y reparación del sitio | Excavación de banco 1 | Impermeabilización |
| | Viga Cabezal | Excavación del banco 2 | Revestimiento final |
| | Excavación y revestimiento primario | Impermeabilización | |
| | Impermeabilización | Revestimiento final | |
| | Losa de Fondo | Estructura interna | |
| | Revestimiento Final | | |
| | Relleno para excavación de túnel | | |
| | Excavación de relleno | | |
| | Estructura interna | | |
| | Estructura superficial | | |

Fuente: Proyecto Línea 5. (2010)

En la Tabla N°2 se señalan las actividades afines al cuerpo central de la estación, las entradas principal y secundaria y el foso principal.

Tabla 2. Actividades de los módulos constructivos para el cuerpo central.

| Módulos Constructivos | Entrada Principal: | Entrada Secundaria: | Foso Principal: | Túnel Cuerpo Central de la Estación: |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Actividades | Cerramiento y preparación del sitio | Cerramiento y preparación del sitio | Cerramiento y preparación el sitio | Excavación media sección o bóveda del túnel |
| | Contracimentación | Pilotes | Viga cabezal | Excavación de banco 1 |
| | Pilotes | Viga cabezal | Excavación y revestimiento primario | Excavación del banco 2 |
| | Viga cabezal | Excavación | Impermeabilización | Impermeabilización |
| | Excavación | Impermeabilización | Losa de fondo | Revestimiento final |
| | Impermeabilización | Estructura interna | Revestimiento final | Estructura interna mezzanina |
| | Estructura interna | Estructura superficial | Estructura interna | Estructura interna andén |
| | Estructura superficial | | | |

Fuente: Proyecto Línea 5. (2010)

La Tabla N°3 contiene las actividades relacionadas con los trabajos y mantenimiento de las topas. El paso de las TBM y su mantenimiento pueden llegar a afectar directamente los trabajos de ejecución de la estación, como se declaró en las premisas del proyecto.

Tabla 3. Actividades de las TBM 1 y 2.

| TBM 1 y 2 | Túneles gemelos o de escudo: |
|--------------------|-----------------------------------|
| Actividades | Tramo Unefa - Bello Monte. |
| | Tramo Bello Monte - Zona Rental. |
| | Tramo Estación Bello Monte. |
| Hitos | Llegada Estación Bello Monte TBM. |
| | Losa Provisional TBM . |
| | Mantenimiento TBM. |
| | Salida de TBM. |
| | Llegada a Zona Rental TBM. |

Fuente: Proyecto Línea 5. (2010)

5.1.4 Desarrollo de las secuencias constructivas

5.1.4.1 Secuencias Constructivas

Las secuencias constructivas son el orden para determinar las series de las actividades para la construcción de cada uno de los módulos constructivos y la estación.

A partir de estas series se determinaron los frentes de trabajo a atacar primero y desde que punto comenzarán las excavaciones de los túneles. Los diferentes ordenamientos de ataque serán los que permitirán crear las diferencias entre cada una de las secuencias.

A continuación se exponen las 6 secuencias constructivas identificadas. Cada una de ellas será representada por su descripción y diagrama de red.

Secuencia 1. Foso Principal Completo: Se prevé la construcción el Foso Principal hasta el revestimiento final, para luego recibir las topas y realizar su mantenimiento. Luego se procederá a la construcción del Cuerpo Central de la Estación.

Paralelamente se realizará la construcción de los Fosos VSE, Este y Oeste, luego los Túneles de Conexión y después los túneles SE.

Una vez culminados todos los trabajos del Foso principal se realizará la Construcción de las Entradas.

El Diagrama de Red se puede visualizar en el Anexo I, junto con el detalle de la secuencia.

Secuencia 2. Foso Principal hasta la cota inferior de Topa: Se propone construir el foso con revestimiento primario hasta la cota inferior de las topas, para que sean recibidas y se les realice su mantenimiento. Luego se realizará el Túnel del Cuerpo Central de la Estación.

Al mismo tiempo, se construirán los Fosos VSE, Este y Oeste, luego los Túneles de Conexión y después los Túneles SE.

Una vez finalizados los trabajos del Cuerpo Central, se procederá la conclusión del Foso Principal, para luego proceder con la construcción de las Entradas.

Estas secuencias se muestran en Diagrama de Red y en detalle en el Anexo II.

Secuencia 3. Mantenimiento desde Foso VSE Este: La propuesta de esta secuencia prevé que se realizará el Foso VSE Este en su totalidad, luego se procederá a realizar el Túnel de Conexión. A partir de este túnel se ejecutarán dos Fosos para recibir las topas. Estos fosos se rellenarán una vez se haya realizado el mantenimiento. Luego se construirá el Túnel SE.

Luego que hayan avanzado las todas se procederá a realizar el Foso VSE Oeste, el Túnel de Conexión y el Túnel SE.

El Foso Principal se empezará a construir un poco antes de finalizados los trabajos de construcción de los Túneles Gemelos, para alcanzar la cota de excavación donde se encuentran ubicados, una vez que esa actividad haya finalizado, y

conseguir la continuidad de las actividades de la excavación y construcción del revestimiento final de este Foso.

Luego se construirá el Túnel del Cuerpo Central de estación. En seguida se realizará la culminación del Foso Principal, para así completar la realización de las Entradas.

Este Diagrama de Red y el detalle de la secuencia se muestran en el Anexo III.

Secuencia 4. Fosos de Mantenimiento en Foso Principal: Se excava el Foso Principal con revestimiento primario hasta la cota de la media sección del Túnel Cuerpo Central de la Estación y luego se procederá a la construcción de los Túneles SE. A partir de allí se empiezan los trabajos de excavación de la media sección de dicho túnel y se construirán dos fosos pequeños para el Mantenimiento de la Topa.

Paralelamente se realizará la construcción de los Fosos VSE, Este y Oeste. Luego los Túneles de Conexión y después los túneles SE para que los dos frentes de excavación se consigan. Cabe destacar que los túneles Oeste se deberán iniciar una vez que la topa haya avanzado hasta después de la ubicación de estos.

Una vez finalizados los trabajos de la Topa, se procede a terminar el túnel del Cuerpo Central de la Estación, para proseguir con la construcción total del Foso Principal.

Las Entradas se construirán una vez completados los trabajos del Foso Principal.

Este Diagrama de Red y el detalle de la secuencia se muestran en el Anexo IV.

Secuencia 5. Foso de 20 metros de diámetro: Se realizará un foso de 20 metros concéntrico al Foso Principal hasta llegar a la cota de las topas para realizarles su mantenimiento, al mismo tiempo se implementará un desvío de

tránsito por la Plaza Ibarra, que permitirá evitar el cierre de la vía. Este foso se rellenará una vez se haya realizado el mantenimiento de las topas.

Paralelamente se realizará la construcción de los Fosos VSE, Este y Oeste, luego los Túneles de Conexión y después los túneles SE.

El Foso Principal se empezará a construir un poco antes de finalizados los trabajos de construcción de los Túneles Gemelos, para alcanzar la cota de excavación donde se encuentran ubicados, una vez que esa actividad haya finalizado, y conseguir la continuidad de las actividades de la excavación y construcción del revestimiento final de este Foso.

Luego se construirá el Túnel del Cuerpo Central de estación. En seguida se realizará la culminación del Foso Principal, para así completar la realización de las Entradas.

Este Diagrama de Red y el detalle de la secuencia se muestran en el Anexo V.

Secuencia 6. Instalación de elevado o tablero para paso vehicular: Esta secuencia constructiva es similar a la secuencia 2. En lo que difieren es en el montaje del elevado antes de comenzar los trabajos del Foso Principal y su desmontaje finalizados los trabajos de ese Foso.

Estas secuencias se muestran en Diagrama de Red y en detalle en el Anexo VI.

5.1.4.2 Rendimientos

A continuación se muestra la tabla de rendimientos obtenida por experiencias en otros proyectos similares y los presentados en la oferta del Contrato de Línea 5.

Tabla 4. Tabla de Rendimientos.

| Actividades | Rendimientos | Unidad Diaria | Módulos Constructivos |
|--------------------------------------|--------------|---------------|--|
| Excavación y revestimiento primario | 400 | m3/día | Fosos |
| Losa de Fondo | 450 | m3/día | Fosos |
| Estructura Superficial | 8 | m2/día | Fosos y Trincheras |
| Viga Cabezal | 9 | m3/día | Fosos y Trincheras |
| Excavación de relleno | 250 | m3/día | Fosos y Túneles |
| Relleno para excavación de túnel | 500 | m3/día | Fosos y Túneles |
| Revestimiento Final | 150 | m3/día | Fosos, Túneles y Trincheras |
| Estructura interna | 150 | m3/día | Fosos, Túneles y Trincheras |
| Impermeabilización | 25 | m2/día | Fosos, Túneles y Trincheras |
| Contracimentación | 10 | und/día | Trincheras |
| Excavación | 250 | m3/día | Trincheras |
| Pilotes | 5 | und/día | Trincheras |
| Estructura interna andén | 200 | m3/día | Túnel Cuerpo de Estación |
| Estructura interna mezzanina | 150 | m2/día | Túnel Cuerpo de Estación |
| Excavación de túnel escudo | 10 | anillos /día | Túnel Escudo |
| Excavación de banco 1 | 180 | m3/día | Túneles de Conexión y Cuerpo de Estación |
| Excavación de media sección o bóveda | 180 | m3/día | Túneles de Conexión y Cuerpo de Estación |
| Excavación del banco 2 | 180 | m3/día | Túneles de Conexión y Cuerpo de Estación |
| Excavación del túnel | 300 | m3/día | Túneles de Salida de Emergencia |

Fuente: Datos de expertos y Memoria Cálculo de Línea 5. (2010).

Es de hacer notar que se tomaron en cuenta sólo las actividades principales para cada módulo sin llegar a la segregación de detalle, ya que no era necesario para el objetivo de esta etapa de selección. Es posible que cuando se definan las secuencias constructivas se creen actividades adicionales en ciertos módulos o se dividan estas actividades para mejorar la interpretación de las secuencias.

5.1.4.3 Cálculo de Tiempos

En la siguiente tabla se presentan los tiempos de las actividades, los cuales se derivaron del rendimiento y los volúmenes, áreas o cantidad de trabajos.

Tabla 5. Tabla de Duraciones de los Módulos Constructivos.

| MÓDULOS CONSTRUCTIVOS | TIEMPO MÍNIMO EN DÍAS | TIEMPO MÁXIMO EN DÍAS | TIEMPO PROBABLE (DISTRIBUCIÓN TRIANGULAR) |
|--|-----------------------|-----------------------|---|
| Fosos VSE Este | 277 | 871 | 597 |
| Fosos VSE Oeste | 377 | 494 | 436 |
| Túneles de Conexión Este y Oeste | 105 | 135 | 120 |
| Túneles SE Este | 150 | 150 | 150 |
| Túneles SE oeste | 18 | 18 | 18 |
| Entrada Principal | 647 | 1884 | 1266 |
| Entrada Secundaria | 315 | 1195 | 755 |
| Foso Principal | 620 | 1655 | 989 |
| Túnel Cuerpo Central de la Estación Este y Oeste | 735 | 1265 | 1000 |
| TBM | 412 | 412 | 412 |

Fuente: Autor (2010)

Los tiempos máximos para los módulos descritos en la Tabla N°5, se definieron luego de haber realizado los programas de trabajo, y dependieron de cada secuencia constructiva. Para mayores detalles ver los anexos de cada secuencia.

5.1.4.4 Programas de Trabajo

Los programas de trabajo fueron montados en el programa Microsoft Project ® tomando en consideración el horario laboral de 44 horas semanales definido en el **Capítulo 5 Jornada de Trabajo** de la *Convención Colectiva de Trabajo de la Industria de la Construcción 2010*.

Para la visualización de los cronogramas de obras generados ir a Anexos de Programa para cada secuencia constructiva.

5.1.5 Determinación de los tiempos de cierre de vía.

Para cada una de las secuencias constructivas se determinaron los tiempos de cierre de vía estipulados en el programa dentro de la actividad señalada cómo desvío de tránsito.

Dicha actividad viene dada por dos hitos, Cierre y Apertura, los cuales están vinculados por la fecha de inicio de la implementación del cierre de vía (actividad para comenzar el Foso Principal) y la culminación de la estructura interna del Foso.

En el caso de la Secuencia Constructiva 6 los hitos de Cierre y Apertura vienen dados por la fecha de inicio y fin de la actividad de implementación de elevado y comienzo y fin de la actividad de desinstalación.

En la siguiente Tabla se representa la fecha de Cierre y Apertura para cada una de las secuencias y su tiempo total.

Tabla 6. Tiempo de Cierre de Vía por Secuencia Constructiva.

| Secuencias Constructivas | Fecha de Cierre | Fecha de Apertura | Tiempo Total de Cierre de Vía (años) |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------|---|
| Secuencia 1 | 07/07/2010 | 28/11/2014 | 4,3 |
| Secuencia 2 | 07/07/2010 | 18/05/2016 | 5,8 |
| Secuencia 3 | 08/08/2011 | 28/05/2015 | 3,8 |
| Secuencia 4 | 07/07/2010 | 18/12/2015 | 5,4 |
| Secuencia 5 | 14/11/2011 | 08/11/2016 | 4,9 |
| Secuencia 6 | 06/04/2010 | 07/07/2010 | 0,3 |
| | 04/01/2016 | 04/04/2016 | 0,3 |

Fuente: Autor (2010)

CAPÍTULO 6.

Análisis de Resultados

En este capítulo serán analizados los programas de cada Secuencia Constructiva prevista para el desarrollo de este trabajo. Dicho análisis viene dado por las variables que se nombran a continuación y que nos ayudarán a escoger la mejor combinación secuencia constructiva – cierre de vía:

- Tiempo Total de Proyecto.
- Tiempos de Cierre de Vía.
- Continuidad de Trabajos.
- Deberán estar ejecutados todos los trabajos que se necesiten para el mantenimiento de las TBM, como las losas y fosos para el mantenimiento, que dependen de la Secuencia Constructiva, para que la construcción de la estación pueda realizarse.
- Fechas de Entrega de frentes de trabajo en Fosos VSE.
- Costos adicionales, por actividades extras reflejadas en los programas de trabajo.
- Seguridad y Riesgos.

A continuación se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos de los parámetros que se generaron de cada una de las secuencias. Para mayores detalles ver en Anexos la Tabla de Resultados para cada secuencia.

Tabla 7. Tabla Resumen de los Resultados.

| SECUENCIAS | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 5 | S 6 |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| PARÁMETROS | | | | | | |
| Tiempo Total de Proyecto | 6,5 años | 7,9 años | 8,2 años | 8,7 años | 8,4 años | 8,1 años |
| Tiempos de Cierre de Vía | 4,3 años | 5,8 años | 3,8 años | 5,4 años | 4,9 años | 0,5 años |
| Continuidad de Trabajos | SI | SI | SI | SI | NO | SI |
| Fecha de Llegada de TBM | 08/07/2011 | 08/07/2011 | 14/08/2012 | 08/07/2011 | 08/07/2011 | 08/07/2011 |
| Fecha de culminación de Losa o Fosos de Mantenimiento | 14/12/2011 | 03/02/2011 | 27/07/2011 | 27/01/2011 | 10/12/2010 | 03/02/2011 |
| Entrega Foso VSE Este | 08/12/2010 | 08/12/2010 | 31/05/2010 | 08/12/2010 | 31/12/2010 | 08/12/2010 |
| Entrega Foso VSE Oeste | 03/03/2011 | 03/03/2011 | 05/03/2012 | 03/03/2011 | 09/03/2011 | 03/03/2011 |
| Costos adicionales | NO | NO | SI | SI | SI | SI |
| Seguridad y Riesgos. | NO | NO | NO | SI | SI | SI |

Fuente: Autor (2010)

De esta tabla se puede analizar cualitativamente lo siguiente:

- **Secuencia 1:**

Se puede notar que esta secuencia no cumple con la fecha que se requiere para el mantenimiento de las Topa, debido a que las actividades relacionadas con la construcción de los elementos para su mantenimiento culminarán 5 meses después de su llegada a la Estación. Por lo tanto esta propuesta no es posible realizarla.

- **Secuencia 2:**

A pesar de que esta secuencia cumple con los parámetros de mantenimiento para las Topas se puede notar que es la que genera mayor tiempo de desvío de tránsito con 5,8 años.

- **Secuencia 3:**

Dicha secuencia a pesar de que genera un tiempo estimado para la culminación del proyecto de 8,2 años, el desvío de tránsito generado es el segundo menor con 3,8 años. Cumple con los tiempos de la ejecución de los trabajos para la llegada de las Topas.

Uno de los inconvenientes que genera esta propuesta de secuencia son las fechas de entrega de sitio a expropiarse y el costo adicional por los fosos provisionales para el mantenimiento de las Topas.

- **Secuencia 4:**

Esta secuencia genera el mayor tiempo estimado para la obra de 8,7 años, igualmente presenta un tiempo elevado con respecto a algunas otras secuencias de 5,4 años. Cumple con las fechas para el mantenimiento de las Topas.

Posee costos adicionales debido a los fosos provisionales de mantenimiento.

Se puede notar que la propuesta conlleva un riesgo que es el presentado a la hora de realización de los trabajos de media sección del Túnel de Cuerpo de Estación y las excavaciones de los fosos adicionales de mantenimiento.

- **Secuencia 5:**

Esta propuesta se puede decir que es similar a la secuencia 3, pero se genera un riesgo en la seguridad de las personas que circularán con vehículos muy cercanos a la obra y encontramos que por un período corto de tiempo no se ejecutará trabajo alguno en la estación.

- **Secuencia 6:**

Esta es la mejor alternativa en cuanto a tiempo de desvío de tránsito se refiere con un tiempo estimado de medio año, duración que se deriva de la implementación y desinstalación del elevado.

Se producen costos adicionales elevados por la construcción del Tablero vehicular.

Adicionalmente se originan riesgos de seguridad para todas las partes, debido que dicho elevado atravesaría los terrenos utilizados en la obra, poniendo en riesgo a los que circularán, por la intervención de maquinarias. A su vez algún accidente que se pudiese ocasionar desde el tablero vehicular hacia la obra.

Para realizar un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos, se muestra a continuación una matriz de puntuación, la cual nos permitirá medir la mejor opción a escoger.

Tabla 8. Matriz de Puntuación.

| PUNTUACIÓN | 1 | 2 | 3 |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------|
| PARÁMETROS | | | |
| Tiempo Total de Proyecto | Menor de 7,5 años | Entre 7,5 y 8,5 años | Mayor de 8,5 Años |
| Tiempos de Cierre de Vía | Menos de 2 años | Entre 2 años y 4 años | Mayor a 4 años |
| Continuidad de Trabajos | SI | NO | - |
| Cumplimiento de los trabajos para el mantenimiento de Topa | Entre 11,1 y 13 meses | Entre 8,1 y 10 meses | Entre 5 y 8 meses |
| Entrega Foso VSE Este (Tiempo medido desde 01 de Enero de 2010) | Mayor a 8 meses | Entre 4 meses y 8 meses | Menor a 4 Meses |
| Costos adicionales | NO | SI | - |
| Seguridad y Riesgos. | NO | SI | - |

Fuente: Autor (2010)

La alternativa que obtenga la menor puntuación será la que, para este trabajo, adoptaremos como la mejor opción a elegir. Al mismo tiempo, se utilizará como criterio de desempate la que tenga menor tiempo de cierre de vía.

Aplicando la matriz de puntuación establecida, se presenta a continuación una tabla de valoración con la correspondiente puntuación para cada secuencia constructiva y siguiendo las variables principales creadas para la evaluación de la mejor opción Secuencia Constructiva – cierre de vía para la estación en estudio.

Tabla 9. Tabla de Valoración.

| PARÁMETROS | S 2 | S 3 | S 4 | S 5 | S 6 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|
| Tiempo Total de Proyecto | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| Tiempos de Cierre de Vía | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| Continuidad de Trabajos | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Cumplimiento de los trabajos para el mantenimiento de Topa | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| Entrega Foso VSE Este | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Costos adicionales | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Seguridad y Riesgos. | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| PUNTUACIÓN TOTAL | 12 | 11 | 15 | 16 | 12 |

Fuente: Autor (2010)

Para dicha tabla, la Secuencia constructiva 1 no fue valorizada, ya que no cumple con los requerimientos de mantenimiento de Topa, por lo cual no es posible su aplicación.

Se puede observar en la Tabla de Valoración que la Secuencia 3 es la más conveniente.

CAPÍTULO 7.

Evaluación del Proyecto

7.1 Evaluación del Proyecto

El trabajo especial de grado denominado **Evaluación Técnica de los Planes de Secuencia Constructiva Definidos para la construcción de la Nueva Estación de Metro de Bello Monte**, permite obtener varios aprendizajes adicionales a las conclusiones técnicas que el proyecto busca.

En primer lugar un agregado humano a las labores netamente ingenieriles y económicas que plena una obra de construcción de la magnitud de la línea 5 del Metro de Caracas. Esto es el resultado de un verdadero interés por resolver de la manera más objetiva posible, una situación que afectará negativamente a los vecinos del sector y los usuarios de las arterias viales a cerrar. Este es un aspecto destacable que además, fundamenta la realización del proyecto.

Otro aspecto relevante es la confluencia de conceptos y herramientas de diferentes disciplinas que debieron investigarse y utilizarse en el planteamiento del marco metodológico y en la construcción del modelo para obtener resultados cuantificables objetivos. La investigación evaluativa, por ejemplo, de uso amplio en el ámbito de las ciencias sociales, pasa a ser en este caso el elemento directriz de información resultante de modelos o programas de absoluta aplicación técnica y de ingeniería, como son las Secuencias Constructivas, los programas de construcción con asignación de recursos y tiempo y el uso de la herramienta de Project Manager para obtener los resultados cuantificables.

En resumen, el objetivo planteado por el trabajo, fue logrado a plenitud tanto por los resultados obtenidos con el proyecto, como desde un aspecto individual por el cumplimiento de una etapa personal.

CAPÍTULO 8.

Conclusiones y Recomendaciones

8.1 Conclusiones y Recomendaciones

A partir del análisis de resultados obtenidos por las variables estudiadas y el objeto de este trabajo, podemos concluir que el mejor plan de secuencia constructiva para a la ejecución de la estación de Bello Monte es la Secuencia 3.

A pesar de que se presenta un costo adicional al presupuestado por la ejecución de dos fosos para el mantenimiento de las Topas y las fechas necesarias para comenzar los trabajos en las áreas a expropiar son muy cercanas, no muestra riesgos adicionales a los propios de la construcción con las metodologías planteadas para esta línea de metro, aunado a que el tiempo de cierre de vía generado del programa de trabajo es uno de los menores y que la duración del está en los tiempos estipulados para la ejecución de la estación.

Entre las recomendaciones que se pueden señalar para la aplicación de la Secuencia Constructiva más favorable es concentrarse en la petición de las áreas, para los frentes de trabajo que se requerirán en un futuro cercano.

Asimismo, manejar los costos no reflejados en la oferta, como necesarios para el desarrollo de las actividades y por la calidad en los trabajos de las máquinas excavadoras de los túneles gemelos.

BIBLIOGRAFÍA

Bickel, J. O., Kuesel, T. R., & King, E. H. (1996). *Tunneling Engineering Handbook*. Estados Unidos: Chapman & Hall.

Cámara Venezolana de la Construcción. (2010). *Convención Colectiva de Trabajo de la Industria de la Construcción*. Venezuela.

Caracas, C. M. (2006). *Normas de Proyecto. Especificaciones Generales y Específicas para la Línea 5*.

COVENIN. (2006). *1753-2006. Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural*. Fondonorma.

COVENIN. (2001). *1756-2001. Edificaciones Sismo Resistentes*. Fondonorma.

COVENIN. (2002). *2002-88. Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*. Fondonorma.

Diccionario de la Lengua Española. (s.f.). Recuperado el 08 de Marzo de 2010, de <http://www.rae.es/rae.html>

Guglielmetti, V., Grasso, P., Mahtab, A., & Xu, S. (2008). *Mechanized Tunneling in Urban Areas. Design Methodology and Construction Control*. London: Taylor & Francis Group.

Julià Sort, J. (2006). *Redes Metropolitanas*. Barcelona: Gustavo Gili, SA.

Metro de Caracas. (s.f.). *Página del Metro de Caracas*. Recuperado el 05 de Marzo de 2010, de <http://www.metrodecaracas.com.ve/>

Odebrecht. (2007). *Página de Odebrecht*. Recuperado el 05 de Marzo de 2010, de *Página de Odebrecht*: <http://www.odebrecht.com>

Odebrecht Venezuela. (2010). *Página de Odebrecht Venezuela*. Recuperado el 04 de Marzo de 2010, de <http://www.ve.odebrecht.com/web/index.php>

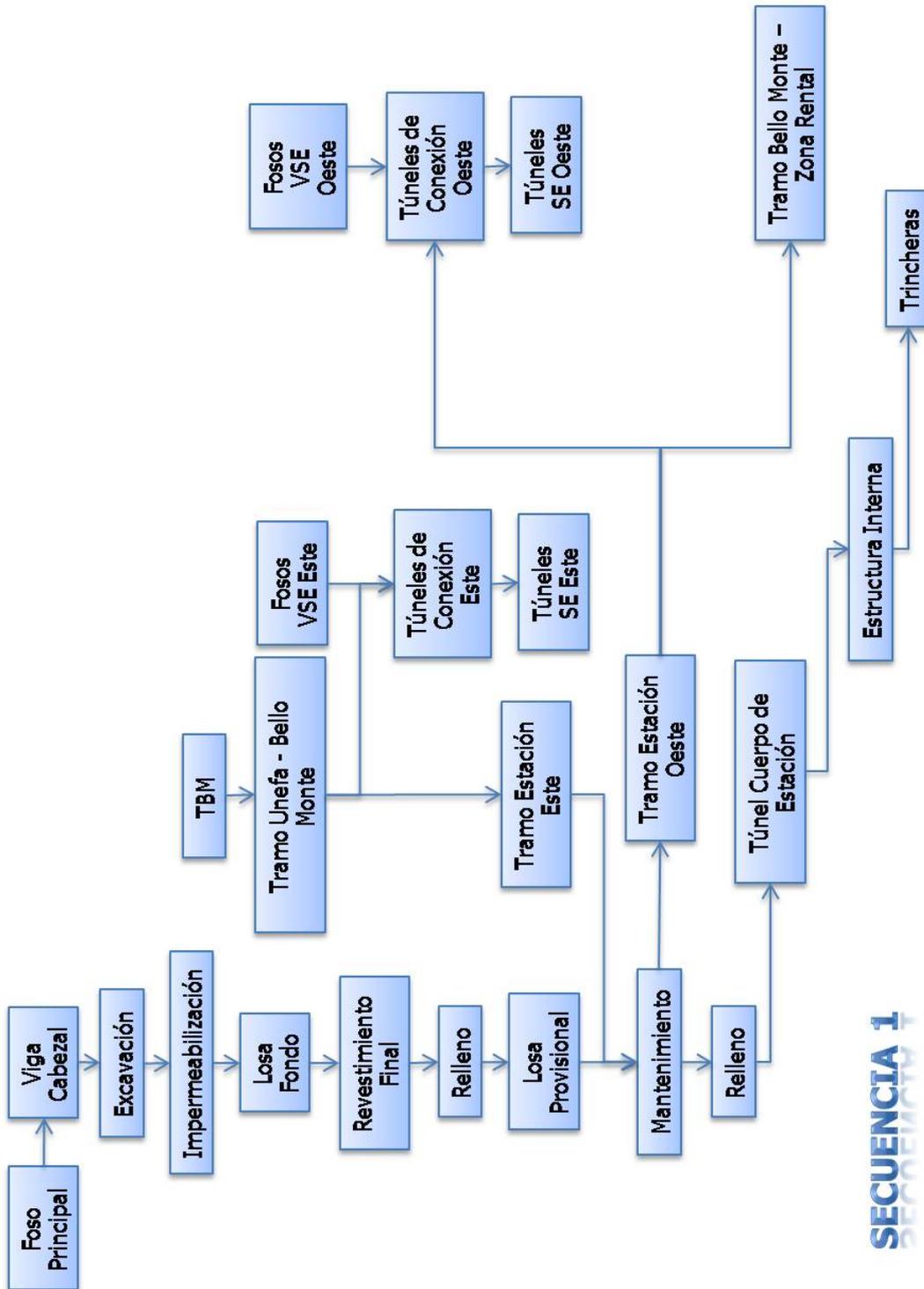
Project Management Institute. (2008). *A Guide to the Project Management of Knowledge (PMBok Guide)*. Estados Unidos: Project Management Intitute.

Suchmann, E. (1967:119). *Evaluative Research*. Citado por Santiago Correa y otros en *Investigación Evaluativa*, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES 1996.

ANEXOS

Anexo I. Secuencia 1. Foso Principal Completo

Diagrama de Red



Detalle de la Secuencia.

Secuencia 1

- 1.** Preparación del sitio de la Entrada Principal y Secundaria.
 - 1.1. Ejecución de la contracementación.
- 2.** Preparación del sitio del Foso Principal.
 - 2.1. Realizar Viga Cabezal del Foso Principal.
 - 2.2. Excavación del Foso Principal con el revestimiento primario hasta la cota inferior de la losa de fondo.
 - 2.3. Impermeabilizar el foso principal.
 - 2.4. Hacer la losa de fondo.
 - 2.5. Hacer el revestimiento final.
 - 2.6. Rellenar para llegar a la cota de entrada de la topa al foso.
 - 2.7. Hacer la losa provisional para el mantenimiento de la topa.
 - 2.8. Hacer el mantenimiento de la topa.
 - 2.9. Arrastrar la topa dejando anillos.
 - 2.10. Rellenar hasta la cota de la bóveda de túnel del Cuerpo Central de la estación.
 - 2.10.1. Excavar media sección del túnel.
 - 2.10.2. Retirar el relleno hasta la cota inferior del banco 1.
 - 2.10.3. Excavar el banco 1.
 - 2.10.4. Retirar el relleno hasta la cota inferior del banco 2.
 - 2.10.5. Retirar los anillos de los túneles gemelos.
 - 2.10.6. Excavar el banco 2.
 - 2.10.7. Impermeabilización.
 - 2.10.8. Realizar el revestimiento final.
 - 2.10.9. Construcción de la estructura interna andén.
 - 2.10.10. Construcción de la estructura interna de mezzanina.
 - 2.11. Retirar el relleno que queda en el foso principal.
 - 2.12. Construcción de la estructura interna

- 3.** Paralelamente al paso 2 preparar el sitio en el Foso VSE Este y Oeste.
 - 3.1. Retirar la viga cabezal de los fosos VSE.
 - 3.2. Excavar los fosos hasta el fondo con revestimiento primario.
 - 3.3. Impermeabilización.
 - 3.4. Construir las losas de fondo.
 - 3.5. Hacer los revestimientos finales.
 - 3.6. Rellenar hasta llegar a la cota de la media sección de los Túneles de Conexión Este y Oeste.
 - 3.6.1. Excavar la bóveda de los túneles de conexión.
 - 3.6.2. Excavar los bancos 1.
 - 3.6.3. Excavar los bancos 2.
 - 3.6.4. Impermeabilización.
 - 3.6.5. Hacer el revestimiento final de los túneles de Conexión.
 - 3.6.6. Rellenar hasta la cota del emboque de los Túneles SE Este y Oeste.
 - 3.6.6.1. Excavar los túneles.
 - 3.6.6.2. Impermeabilizar.
 - 3.6.6.3. Hacer el revestimiento final.
 - 3.6.7. Retirar el relleno.
 - 3.6.8. Realizar la Estructura Interna.
 - 3.7. Retiro del relleno de los Fosos VSE.
 - 3.8. Hacer la estructura interna.
 - 3.9. Ejecutar la estructura superficial.
- 4.** Realizar los pilotes de las Entradas.
 - 4.1. Hacer la viga cabezal.
 - 4.2. Excavar las trincheras. (Esta actividad sólo se puede realizar una vez concluido el foso principal).
 - 4.3. Impermeabilización.
 - 4.4. Realizar la estructura interna.
 - 4.5. Realizar la estructura superficial.

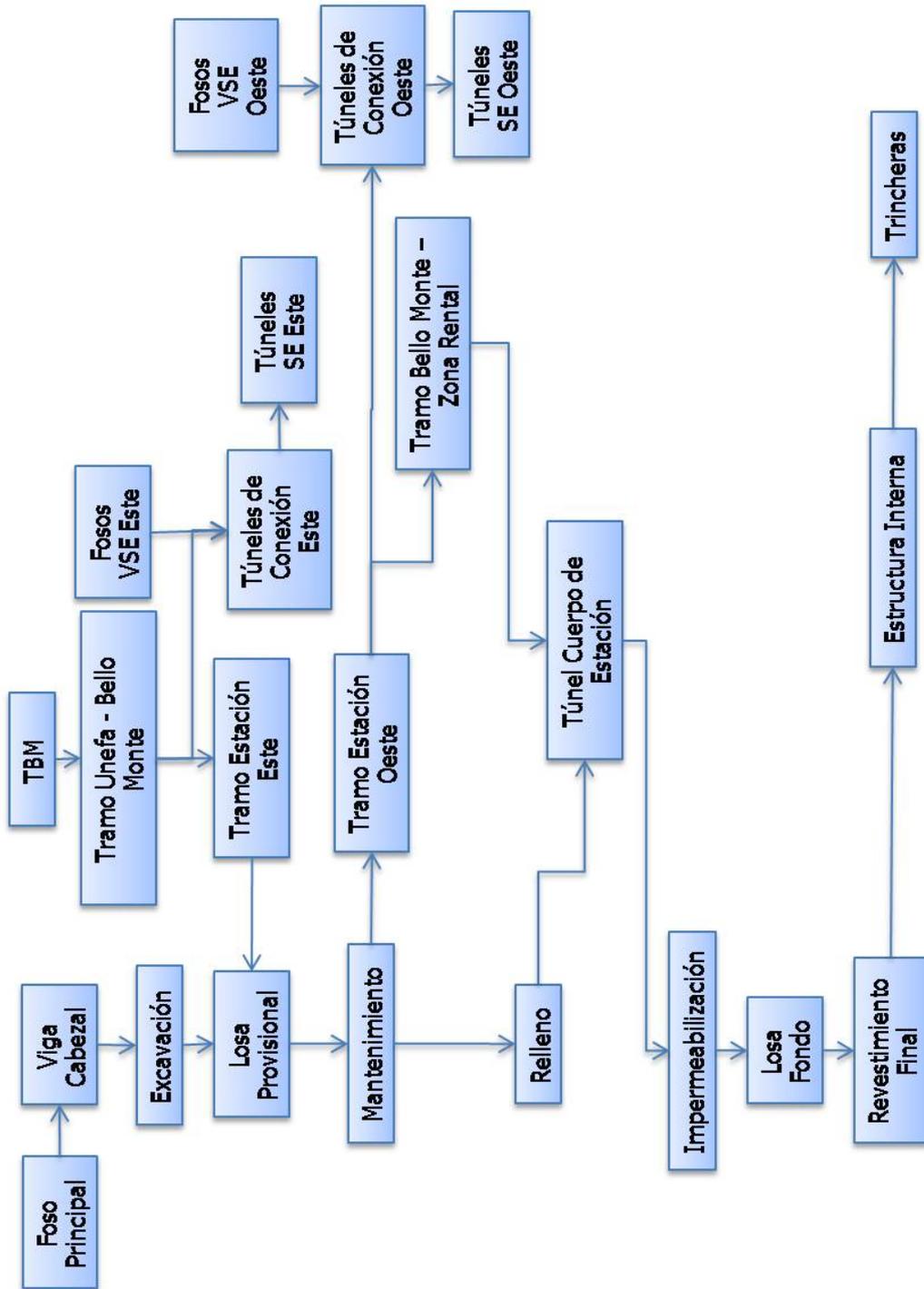
| LÍNEA | Kilómetro | Código | P.M. | Años | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------------------------|----------|--------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| 14 | 14010 - 14114-9 | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| 73 | REVESTIMIENTO FINAL | 6 d de | | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 | 11/04/12 |
| 74 | ENTRADA PRINCIPAL | 1100 cbs | JUN 12/01/17 | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | CONTRAMENTACION | 25 d de | | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 | 20/05/10 |
| 76 | PLACES | 15 d de | | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 | 01/08/13 |
| 77 | VIGA CABEZAL | 15 d de | | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 | 05/05/12 |
| 78 | EXCAVACION | 11 d de | | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 |
| 79 | IMPERMEABILIZACION | 11 d de | | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 | 25/07/14 |
| 80 | LOCAL DE FONDO | 44 d de | | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 |
| 81 | REVESTIMIENTO FINAL | 41 d de | | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 | 20/10/14 |
| 82 | ESTRUCTURA INTERNA | 210 d de | | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 | 14/12/14 |
| 83 | ESTRUCTURA SUPERFICIAL | 210 d de | | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 | 01/07/16 |
| 84 | ENTRADA SECUNDARIA | 580 cbs | JUN 04/03/13 | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | PLACES | 21 d de | | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 | 01/08/12 |
| 86 | VIGA CABEZAL | 15 d de | | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 | 05/05/13 |
| 87 | EXCAVACION | 8 d de | | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 | 02/07/14 |
| 88 | IMPERMEABILIZACION | 8 d de | | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 |
| 89 | LOCAL DE FONDO | 35 d de | | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 | 20/07/14 |
| 90 | REVESTIMIENTO FINAL | 35 d de | | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 | 14/05/14 |
| 91 | ESTRUCTURA INTERNA | 200 d de | | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 | 30/11/14 |
| 92 | ESTRUCTURA SUPERFICIAL | 25 d de | | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 | 17/05/15 |
| 101 | ESTACION | 781 cbs | WP 23/05/11 | WP 11/07/14 | | | | | | | | | | | | |
| 102 | TUNEL DE ESTACION ESTE | 281 cbs | WP 23/05/11 | WP 15/05/12 | | | | | | | | | | | | |
| 103 | RELLENO PARA TUNEL | 11 d de | | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 | 25/05/11 |
| 104 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 40 d de | | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 |
| 105 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 40 d de | | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 | 12/08/12 |
| 106 | EXCAVACION BANCO 1 | 40 d de | | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 |
| 107 | EXCAVACION BANCO 2 | 40 d de | | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 | 07/07/11 |
| 108 | IMPERMEABILIZACION | 40 d de | | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 |
| 109 | REVESTIMIENTO FINAL | 40 d de | | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 |
| 110 | TUNEL DE ESTACION OESTE | 264 cbs | WP 18/10/11 | WP 15/05/12 | | | | | | | | | | | | |
| 111 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 40 d de | | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 | 18/10/11 |
| 112 | EXCAVACION BANCO 1 | 40 d de | | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 | 17/05/11 |
| 113 | EXCAVACION BANCO 2 | 40 d de | | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 | 07/05/12 |
| 114 | IMPERMEABILIZACION | 40 d de | | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 | 02/07/12 |
| 115 | REVESTIMIENTO FINAL | 40 d de | | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 | 27/05/12 |
| 116 | ESTRUCTURA INTERNA | 150 d de | | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 | 20/10/12 |
| 117 | REVESTIMIENTO FINAL | 150 d de | | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 | 11/07/14 |
| 118 | NIVEL ANDEN | 350 d de | | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 |
| 119 | NIVEL MEZANINA | 350 d de | | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 | 11/03/13 |
| 120 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 121 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 122 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 123 | BN | 412 cbs | JUN 12/08/10 | WP 08/05/12 | | | | | | | | | | | | |
| 124 | TBM1 - LINEA 2 BELLO MONTE | 200 d de | | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 | 12/05/10 |
| 125 | TBM2 - LINEA 2 BELLO MONTE | 200 d de | | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 | 13/05/10 |
| 126 | TBM1 - ESTACION ESTE (60m) | 7 d de | | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 | 30/05/11 |
| 127 | TBM2 - ESTACION ESTE (90m) | 7 d de | | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 | 01/05/11 |
| 128 | LLEGADA DE TBM A BELLO MONTE | 0 d de | | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 | 05/07/11 |
| 129 | TBM1 - MANTENIMIENTO | 22 d de | | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 |
| 130 | TBM2 - MANTENIMIENTO | 22 d de | | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 | 10/05/11 |
| 131 | TBM1 - ARRASTRE (40m) | 10 d de | | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 | 11/05/11 |
| 132 | TBM2 - ARRASTRE (40m) | 10 d de | | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 | 04/05/11 |
| 133 | TBM1 - ESTACION OESTE (60m) | 11 d de | | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 |
| 134 | TBM2 - ESTACION OESTE (60m) | 11 d de | | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 | 24/05/11 |
| 135 | TBM1 - BELLO MONTE A ZONA RENTAL | 110 d de | | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 | 05/05/11 |
| 136 | TBM2 - BELLO MONTE A ZONA RENTAL | 110 d de | | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 | 10/12/11 |
| 137 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 138 | DESVIOS DE TRANSITO | 1148 cbs | WP 07/07/10 | WP 25/11/14 | | | | | | | | | | | | |
| 139 | CLERJE | 0 d de | | 07/07/10 | 07/07/10 | 07/07/10 | 07/07/10 | | | | | | | | | |

Tabla de Resultados

| Secuencia 1 | |
|---|---|
| Tiempo Total de Proyecto | 6,5 años |
| Tiempos de Cierre de Vía | 4,3 años |
| Continuidad de Trabajos | Se presenta Continuidad en los trabajos. |
| Fecha de Llegada de TBM | 08/07/2011 |
| Fecha de culminación de Losa o Fosos de Mantenimiento | 14/12/2011 |
| Entrega Foso VSE Este | 08/12/2010 |
| Entrega Foso VSE Oeste | 03/03/2011 |
| Costos adicionales | No se presentan costos adicionales de los estipulados. Todas las actividades de ejecución de la Estación son las previstas en la Oferta realizada por C.N.O. para el CAMetro. |
| Seguridad y Riesgos. | Los riesgos presentados son los propios de las Metodologías Constructivas planteadas para la construcción de la Línea 5. |

**Anexo II. Secuencia 2. Foso Principal hasta la cota de
Topa**

Diagrama de Red



SECUENCIA 2

Detalle de la Secuencia.

Secuencia 2

1. Preparación del sitio de la Entrada Principal y Secundaria.
 - 1.1. Ejecución de la contracimentación.
2. Preparación del sitio del Foso Principal.
 - 2.1. Realizar Viga Cabezal del Foso Principal.
 - 2.2. Excavación del Foso Principal con el revestimiento primario hasta la cota de entrada de la topa.
 - 2.3. Hacer la losa provisional para el mantenimiento de la topa.
 - 2.4. Hacer el mantenimiento de la topa.
 - 2.5. Arrastrar la topa dejando anillos.
 - 2.6. Rellenar hasta la cota de la bóveda de túnel del Cuerpo Central de la estación.
 - 2.6.1. Se excava media sección del túnel.
 - 2.6.2. Retirar el relleno hasta la cota inferior del banco 1.
 - 2.6.3. excavación el banco 1.
 - 2.6.4. Retiro el relleno hasta la cota inferior del banco 2.
 - 2.6.5. Se retiran los anillos de los túneles gemelos.
 - 2.6.6. Excavar el banco 2.
 - 2.6.7. Impermeabilización.
 - 2.6.8. Realizar el revestimiento final.
 - 2.6.9. Hacer la estructura interna andén.
 - 2.6.10. Hacer la estructura interna de mezzanina.
 - 2.7. Retirar el relleno que queda en el foso principal.
 - 2.8. Impermeabilizar el foso principal.
 - 2.9. Hacer la losa de fondo.
 - 2.10. Hacer el revestimiento final.
 - 2.11. Construir la estructura interna

3. Paralelamente al paso 2 preparar el sitio en el Foso VSE Este y Oeste.
 - 3.1. Realizar la viga cabezal de los fosos VSE.
 - 3.2. Excavación de los fosos hasta el fondo con revestimiento primario.
 - 3.3. Impermeabilizar.
 - 3.4. Realizar las losas de fondo.
 - 3.5. Hacer los revestimientos finales.
 - 3.6. Rellenar para llegar a la cota de la media sección de los Túneles de Conexión Este y Oeste.
 - 3.6.1. Excavar la bóveda de los túneles de conexión.
 - 3.6.2. Excavar los bancos 1.
 - 3.6.3. Excavar los bancos 2.
 - 3.6.4. Impermeabilización.
 - 3.6.5. Hacer el revestimiento final de los túneles de Conexión.
 - 3.6.6. Rellenar hasta la cota del emboque de los Túneles SE Este y Oeste.
 - 3.6.6.1. Excavar los túneles.
 - 3.6.6.2. Impermeabilización.
 - 3.6.6.3. Hacer el revestimiento final.
 - 3.6.7. Retirar el relleno.
 - 3.6.8. Realizar la Estructura Interna.
 - 3.7. Retiro del relleno de los Fosos VSE.
 - 3.8. Hacer la estructura interna.
 - 3.9. Ejecutar la estructura superficial.
4. Realizar los pilotes de las Entradas.
 - 4.1. Hacer la viga cabezal.
 - 4.2. Excavación de las trincheras. (Esta actividad sólo se puede realizar una vez concluido el foso principal).
 - 4.3. Impermeabilización.
 - 4.4. Realizar la estructura interna.
 - 4.5. Realizar la estructura superficial.

Programa

| M | Nombre de obra | Cantidad | Cuadro | Fin | 30.0 | 30.1 | 30.2 | 30.3 | 30.4 | 30.5 | 30.6 | 30.7 | 30.8 | 30.9 | 31.0 |
|----|---|-----------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | OBRAS CIVILES | 2896 días | JUN 01/0710 | may 20/0715 | | | | | | | | | | | |
| 2 | FILA DE RESERVA OMBE SERVIDOS PUBLICOS | 0 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 3 | SECUCENCIA 2 | 2896 días | JUN 01/0710 | may 20/0715 | | | | | | | | | | | |
| 4 | FOSO PRINCIPAL | 1838 días | JUN 01/0710 | may 18/0715 | | | | | | | | | | | |
| 5 | IMPLEMENTACION DE SERVICIO DE TRANSITO | 1 día | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 6 | CERRAMIENTO | 5 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 7 | LOSA CAJEAL | 22 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 8 | EXCAVACION Y REVESTIMIENTO PRIMARIO HASTA C/C + 10M | 170 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 11 | LOSA LAZARILLO (REVESTIMIENTO) | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 12 | FUNDACION Y REVESTIMIENTO PRIMARIO HASTA FONDO | 22 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 13 | IMPLEMENTACION | 22 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 14 | LOSA DE FONDO | 44 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 15 | REVESTIMIENTO FINAL | 44 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 17 | ESTRUCTURA TIERRA | 306 días | may 26/0715 | may 10/0815 | | | | | | | | | | | |
| 20 | FOSO VSE ESTE | 697 días | may 06/0710 | may 06/0815 | | | | | | | | | | | |
| 21 | ENTRADA DE JICA | 6 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 22 | CERRAMIENTO | 5 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 23 | DECONEXION Y PREPARACION DEL SITIO | 22 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 24 | LOSA CAJEAL | 0 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 25 | EXCAVACION Y REVESTIMIENTO PRIMARIO | 35 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 26 | IMPLEMENTACION | 40 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 27 | LOSA DE FONDO | 5 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 28 | REVESTIMIENTO FINAL | 47 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 29 | ESTRUCTURA TIERRA | 100 días | may 23/0712 | may 07/0717 | | | | | | | | | | | |
| 30 | ESTRUCTURA SUPERFICIAL | 45 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 31 | TUNEL DE CONEXION VSE ESTE | 108 días | may 01/0811 | may 20/0911 | | | | | | | | | | | |
| 32 | RELLENO | 5 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 33 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 34 | EXCAVACION BANCO 1 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 35 | EXCAVACION BANCO 2 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 36 | IMPLEMENTACION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 37 | REVESTIMIENTO FINAL | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 38 | TUNEL DE ESTE | 182 días | may 26/0714 | may 20/0719 | | | | | | | | | | | |
| 39 | IMPLEMENTACION | 50 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 40 | REVESTIMIENTO FINAL | 50 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 41 | FOSO VSE OESTE | 484 días | may 02/0710 | may 20/0715 | | | | | | | | | | | |
| 42 | IMPLEMENTACION | 0 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 43 | REVESTIMIENTO FINAL | 0 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 44 | IMPLEMENTACION | 22 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 45 | LOSA CAJEAL | 0 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 46 | EXCAVACION Y REVESTIMIENTO PRIMARIO | 35 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 47 | IMPLEMENTACION | 40 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 48 | REVESTIMIENTO FINAL | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 49 | RELLENO | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 50 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 51 | EXCAVACION BANCO 1 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 52 | EXCAVACION BANCO 2 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 53 | IMPLEMENTACION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 54 | REVESTIMIENTO FINAL | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 55 | RELLENO | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 56 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 57 | EXCAVACION BANCO 1 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 58 | EXCAVACION BANCO 2 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 59 | IMPLEMENTACION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 60 | REVESTIMIENTO FINAL | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 61 | RELLENO | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 62 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 63 | EXCAVACION BANCO 1 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 64 | EXCAVACION BANCO 2 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 65 | IMPLEMENTACION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 66 | REVESTIMIENTO FINAL | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 67 | RELLENO | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 68 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 69 | EXCAVACION BANCO 1 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 70 | EXCAVACION BANCO 2 | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 71 | IMPLEMENTACION | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |
| 72 | REVESTIMIENTO FINAL | 20 días | may 02/0710 | may 02/0710 | | | | | | | | | | | |

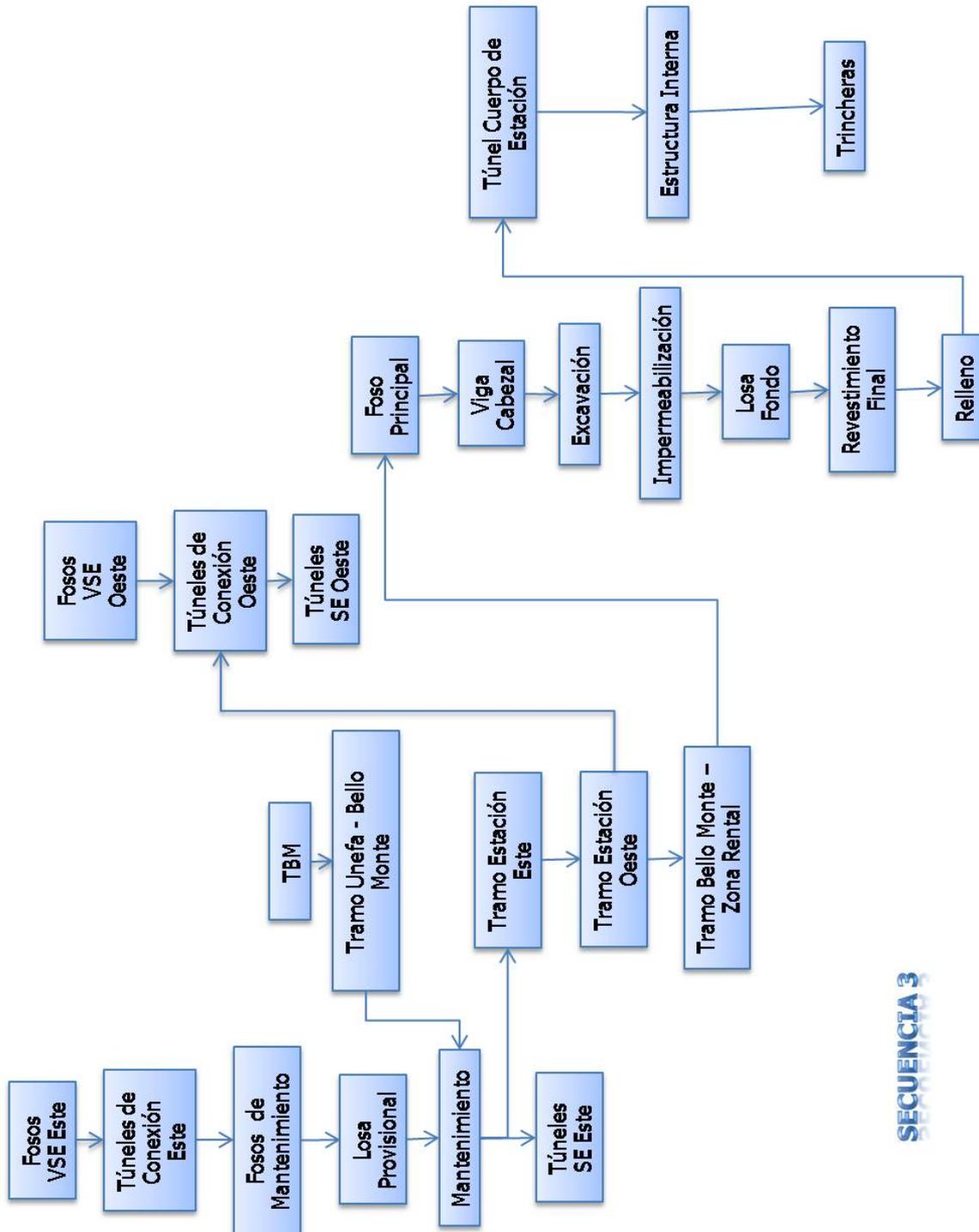
| N | Nombre de obra | Cantidad | Comparto | F1 | 20.0 | 20.1 | 20.2 | 20.3 | 20.4 | 20.5 | 20.6 | 20.7 | 20.8 | 20.9 | 21.0 |
|-----|------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 72 | ENTRADA PRINCIPAL | 1387 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 72 | CONTRACHUQUE VITACÓN | 29 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 74 | PILOTES | 75 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 75 | VIGA CAJEEZAL | 15 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 76 | EXCAVACIÓN | 17 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 77 | IMPENMEABILIZACIÓN | 17 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 78 | LOSA DE FONDO | 44 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 78 | REVESTIMIENTO FINAL | 44 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 80 | ESTRUCTURA INTERNA | 27 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 82 | ESTRUCTURA SUPERFICIAL | 29 dts | km 26020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 85 | ENTRADA SECUNDARIA | 1071 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 87 | PILOTES | 24 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 88 | VIGA CAJEEZAL | 15 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 88 | EXCAVACIÓN | 3 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 89 | IMPENMEABILIZACIÓN | 3 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 91 | LOSA DE FONDO | 35 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 92 | REVESTIMIENTO FINAL | 35 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 92 | ESTRUCTURA INTERNA | 28 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 94 | ESTRUCTURA SUPERFICIAL | 75 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 93 | ESTACIÓN | 896 dts | km 04020/3 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 100 | TUNEL DE ESTACION ESTE | 418 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 101 | RELLENO PARA TUNEL | 27 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 100 | EXCAVACIÓN MEDIA SECCIÓN | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 106 | EXCAVACIÓN BANCO 1 | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 104 | EXCAVACIÓN BANCO 2 | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 106 | IMPENMEABILIZACIÓN | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 107 | REVESTIMIENTO FINAL | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 107 | TUNEL DE ESTACION OESTE | 281 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 106 | EXCAVACIÓN MEDIA SECCIÓN | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 106 | EXCAVACIÓN BANCO 1 | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 110 | EXCAVACIÓN BANCO 2 | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 111 | IMPENMEABILIZACIÓN | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 112 | REVESTIMIENTO FINAL | 43 dts | km 18010/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 113 | ESTRUCTURA INTERNA | 400 dts | km 2270/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 114 | REVESTIMIENTO FINAL | 185 dts | km 2270/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 117 | REVESTIMIENTO FINAL | 215 dts | km 18020/1 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 120 | TBM | 412 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 121 | TBM 1 - LINEA 3 BELLO MONTE | 20 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 123 | TBM 2 - LINEA 4 BELLO MONTE | 20 dts | km 13020/1 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 124 | TBM 1 - ESTACION ESTE (80m) | 7 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 125 | TBM 2 - ESTACION ESTE (80m) | 7 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 126 | LOSA DE TUBA BELLO MONTE | 3 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 127 | TBM 1 - MANEJO | 22 dts | km 1700/1 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 128 | TBM 2 - MANEJO | 22 dts | km 13020/1 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 130 | TBM 1 - ARRASTRE (30m) | 10 dts | km 13020/1 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 130 | TBM 2 - ARRASTRE (30m) | 10 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 131 | TBM 1 - ESTACION OESTE (80m) | 11 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 132 | TBM 2 - ESTACION OESTE (80m) | 11 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 133 | TBM 1 - BELLO MONTE 3 ZONA CENTRAL | 10 dts | km 08020/2 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 134 | TBM 2 - BELLO MONTE 3 ZONA CENTRAL | 10 dts | km 1700/1 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 135 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 136 | DESMO DE TRANSITO | 1431 dts | km 07020/0 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 137 | CERRAJE | 3 dts | km 07020/0 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |
| 138 | APERTURA | 3 dts | km 13020/1 | mar 03/07/18 | | | | | | | | | | | |

Tabla de Resultados

| Secuencia 2 | |
|---|--|
| Tiempo Total de Proyecto | 7,9 años |
| Tiempos de Cierre de Vía | 5,8 años |
| Continuidad de Trabajos | Se presenta Continuidad en los trabajos. |
| Fecha de Llegada de TBM | 08/07/2011 |
| Fecha de culminación de Losa o Fosos de Mantenimiento | 03/02/2011 |
| Entrega Foso VSE Este | 08/12/2010 |
| Entrega Foso VSE Oeste | 03/03/2011 |
| Costos adicionales | No se presentan costos adicionales de los estipulados. Todas las actividades de ejecución de la Estación son las previstas en la Oferta presentada por C.N.O. para el CAMetro. |
| Seguridad y Riesgos. | Los riesgos presentados son los propios de las Metodologías Constructivas planteadas para la construcción de la Línea 5. |

**Anexo III. Secuencia 3. Mantenimiento desde Foso
VSE Este**

Diagrama de Red



SECUENCIA 3

Detalle de la Secuencia

Secuencia 3

1. Preparación de los sitios para comenzar los trabajos de los fosos VSE Este y Oeste.
 - 1.1. Realizar la viga cabezal de los fosos VSE.
 - 1.2. Excavar los fosos hasta el fondo con revestimiento primario.
 - 1.3. Impermeabilizar.
 - 1.4. Realizar las losas de fondo.
 - 1.5. Hacer los revestimientos finales.
 - 1.6. Rellenar hasta llegar a la cota de la media sección de los Túneles de Conexión Este y Oeste.
 - 1.6.1. Excavar la bóveda de los túneles de conexión.
 - 1.6.2. Excavar los bancos 1.
 - 1.6.3. Excavar los bancos 2.
 - 1.6.4. Se impermeabiliza.
 - 1.6.5. Hacer el revestimiento final de los túneles de Conexión.
 - 1.6.6. En el Túnel de Conexión Este realizar la viga cabezal para un Fosos de Mantenimiento de la cabeza de corte de la TBM del lado derecho del alineamiento (8 metros de Diámetro)
 - 1.6.6.1. Excavar y proyectar el revestimiento primario.
 - 1.6.6.2. Hacer una Losa para recibir y hacerle el mantenimiento a la Topa.
 - 1.6.6.3. Luego del primero Foso de Mantenimiento Derecho hacer la viga cabezal para el segundo Foso de Mantenimiento correspondiente a la TBM del lado Izquierdo del alineamiento.
 - 1.6.6.3.1. Excavar y proyectar el revestimiento primario.
 - 1.6.6.3.2. Hacer una Losa para recibir y hacerle el mantenimiento a la Topa.
 - 1.6.7. Hacer el Mantenimiento de la Topa.
 - 1.6.8. Rellenar los Foso de Mantenimiento.

- 1.6.9. Rellenar los Túneles de Conexión hasta la cota del emboque de los Túneles SE Este y Oeste.
 - 1.6.9.1. Excavar los túneles.
 - 1.6.9.2. Impermeabilizar.
 - 1.6.9.3. Hacer el revestimiento final.
- 1.6.10. Retirar el relleno.
- 1.6.11. Realizar la Estructura Interna.
- 1.7. Retiro del relleno de los Fosos VSE.
- 1.8. Construir la estructura interna.
- 1.9. Construcción de la estructura superficial.
- 2. Preparación del sitio de la Entrada Principal y Secundaria.
 - 2.1. Ejecución de la contracimentación.
- 3. Una vez se hayan terminado los trabajos de excavación de los túneles gemelos, se prepara el sitio del Foso Principal.
 - 3.1. Realizar Viga Cabezal.
 - 3.2. Excavación del Foso Principal con el revestimiento primario hasta la cota de fondo.
 - 3.3. Impermeabilización del foso principal.
 - 3.4. Hacer la losa de fondo.
 - 3.5. Rellenar hasta la cota de la bóveda de túnel del Cuerpo Central de la estación.
 - 3.5.1. Excavar media sección del túnel.
 - 3.5.2. Retirar el relleno hasta la cota inferior del banco 1.
 - 3.5.3. Excavar el banco 1.
 - 3.5.4. Retirar el relleno hasta la cota inferior del banco 2.
 - 3.5.5. Retirar los anillos de los túneles gemelos.
 - 3.5.6. Excavar el banco 2.
 - 3.5.7. Impermeabilizar.
 - 3.5.8. Realizar el revestimiento final.
 - 3.5.9. Realizar la estructura interna andén.
 - 3.5.10. Se hace la estructura interna de mezzanina.
 - 3.6. Retirar el relleno que queda en el foso principal.

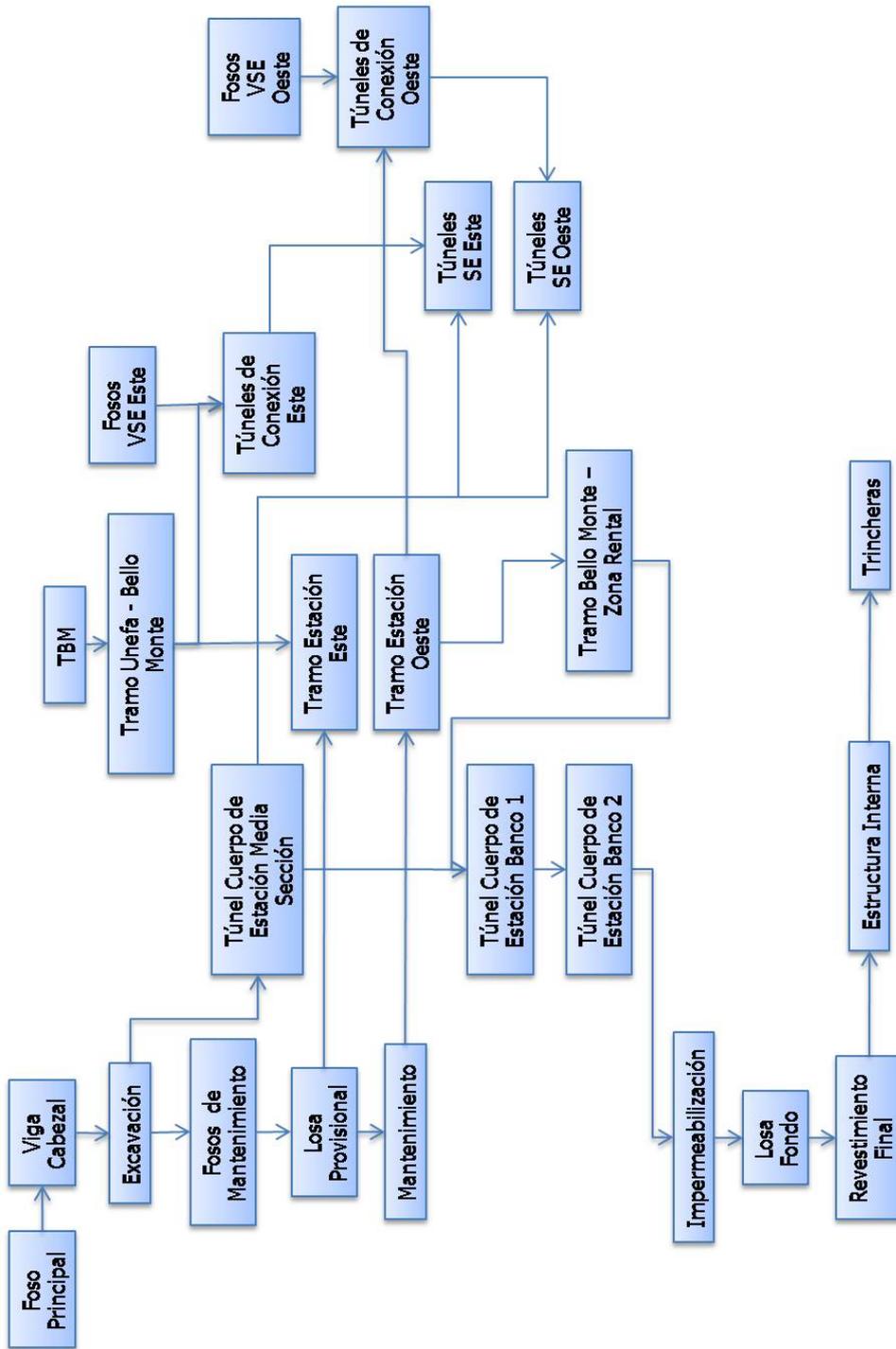
- 3.7. Hacer el revestimiento final.
- 3.8. Ejecutar la estructura interna
- 4. Realizar los pilotes de las Entradas.
 - 4.1. Hacer la viga cabezal.
 - 4.2. Excavar las trincheras. (Esta actividad sólo se puede realizar una vez concluido el foso principal).
 - 4.3. Impermeabilizar.
 - 4.4. Construcción de la estructura interna.
 - 4.5. Construir la estructura superficial.

Tabla de Resultados

| Secuencia 3 | |
|---|---|
| Tiempo Total de Proyecto | 8,2 años |
| Tiempos de Cierre de Vía | 3,8 años |
| Continuidad de Trabajos | Se presenta Continuidad en los trabajos. |
| Fecha de Llegada de TBM | 14/08/2012 |
| Fecha de culminación de Losa o Fosos de Mantenimiento | 27/07/2011 |
| Entrega Foso VSE Este | 31/05/2010 |
| Entrega Foso VSE Oeste | 05/03/2012 |
| Costos adicionales | Si se presentan costos adicionales, debido a la construcción de dos Fosos de Mantenimiento para la TBM, los cuales no se previeron en la Oferta presentada por C.N.O. a CAMetro |
| Seguridad y Riesgos. | Los riesgos presentados son los propios de las Metodologías Constructivas planteadas para la construcción de la Línea 5. |

**Anexo IV. Secuencia 4. Fosos de Mantenimiento en Foso
Principal**

Diagrama de Red



SECUENCIA 4

Detalle de la Secuencia.

Secuencia 4

1. Preparación del sitio de la Entrada Principal y Secundaria.
 - 1.1. Ejecución de la contracimentación.
2. Preparación del sitio del Foso Principal.
 - 2.1. Realizar Viga Cabezal del Foso Principal.
 - 2.2. Excavación del Foso Principal con el revestimiento primario hasta la cota inferior de la media sección del túnel del Cuerpo de la Estación.
 - 2.3. A partir de esa cota realizar la viga cabezal para un Fosos de Mantenimiento de la cabeza de corte de la TBM del lado derecho del alineamiento (8 metros de Diámetro)
 - 2.3.1. excavar y proyectar el revestimiento primario.
 - 2.3.2. Hacer una Losa para recibir y hacerle el mantenimiento a la Topa.
 - 2.3.3. Luego del primero Foso de Mantenimiento Derecho realizar la viga cabezal para el segundo Foso de Mantenimiento correspondiente a la TBM del lado Izquierdo del alineamiento.
 - 2.3.3.1. Excavar y se proyecta el revestimiento primario.
 - 2.3.3.2. hacer una Losa para recibir y hacerle el mantenimiento a la Topa.
 - 2.3.4. Hacer el Mantenimiento de la Topa.
 - 2.3.5. Rellenar los Foso de Mantenimiento.
 - 2.3.6. Hacer la losa provisional para el mantenimiento de la topa.
 - 2.3.7. Hacer el mantenimiento de la topa.
 - 2.3.8. Rellenar los Fosos de Mantenimiento.
 - 2.4. Paralelamente a la realización de los Fosos de Mantenimiento excavar media sección del túnel.
3. Paralelamente al paso 2 preparación del sitio en el Foso VSE Este y Oeste.
 - 3.1. Realizar la viga cabezal de los fosos VSE.
 - 3.2. Excavar los fosos hasta el fondo con revestimiento primario.
 - 3.3. Impermeabilización.

- 3.4. Realizar las losas de fondo.
- 3.5. Hacer los revestimientos finales.
- 3.6. Relleno hasta llegar a la cota de la media sección de los Túneles de Conexión Este y Oeste.
 - 3.6.1. Excavar la bóveda de los túneles de conexión.
 - 3.6.2. Excavar los bancos 1.
 - 3.6.3. excavar los bancos 2.
 - 3.6.4. Impermeabilización.
 - 3.6.5. Hacer el revestimiento final de los túneles de Conexión.
 - 3.6.6. Rellenar hasta la cota del emboque de los Túneles SE Este y Oeste.
 - 3.6.6.1. Excavar los túneles.
 - 3.6.6.2. Impermeabilización.
 - 3.6.6.3. hacer el revestimiento final.
4. Una vez que se terminan las bóvedas de los túneles del Cuerpo de la Estación (Este y Oeste) excavar los Túneles SE Este y Oeste.
 - 4.1. Cuando los dos frentes de excavación de los Túneles SE se encuentran impermeabilizar.
 - 4.2. Hacer el revestimiento final.
5. Una vez terminado los trabajos de excavación y construcción de los Túneles Gemelos se procede a excavar con revestimiento primario el Foso Principal, hasta la cota del Banco 1 del Túnel del Cuerpo de la Estación.
 - 5.1. Excavar con revestimiento primario el Foso Principal hasta la cota del Banco 2.
 - 5.2. Impermeabilización del túnel.
 - 5.3. Hacer el Revestimiento Final.
 - 5.4. Hacer la Estructura Interna de Andén.
6. Realizar la excavación con revestimiento primario del foso Principal hasta la cota de fondo.
 - 6.1. Impermeabilización.
 - 6.2. Ejecutar la losa de fondo.
 - 6.3. Realizar el revestimiento final.
 - 6.4. Hacer la estructura interna.

6.4.1. Paralelamente construir la estructura interna de Mezzanina del túnel.

7. Realizar los pilotes de las Entradas.

7.1. Hacer la viga cabezal.

7.2. Excavar las trincheras. (Esta actividad sólo se puede realizar una vez concluido el foso principal).

7.3. Impermeabilizar.

7.4. Realizar la estructura interna.

7.5. Realizar la estructura superficial.

Programa

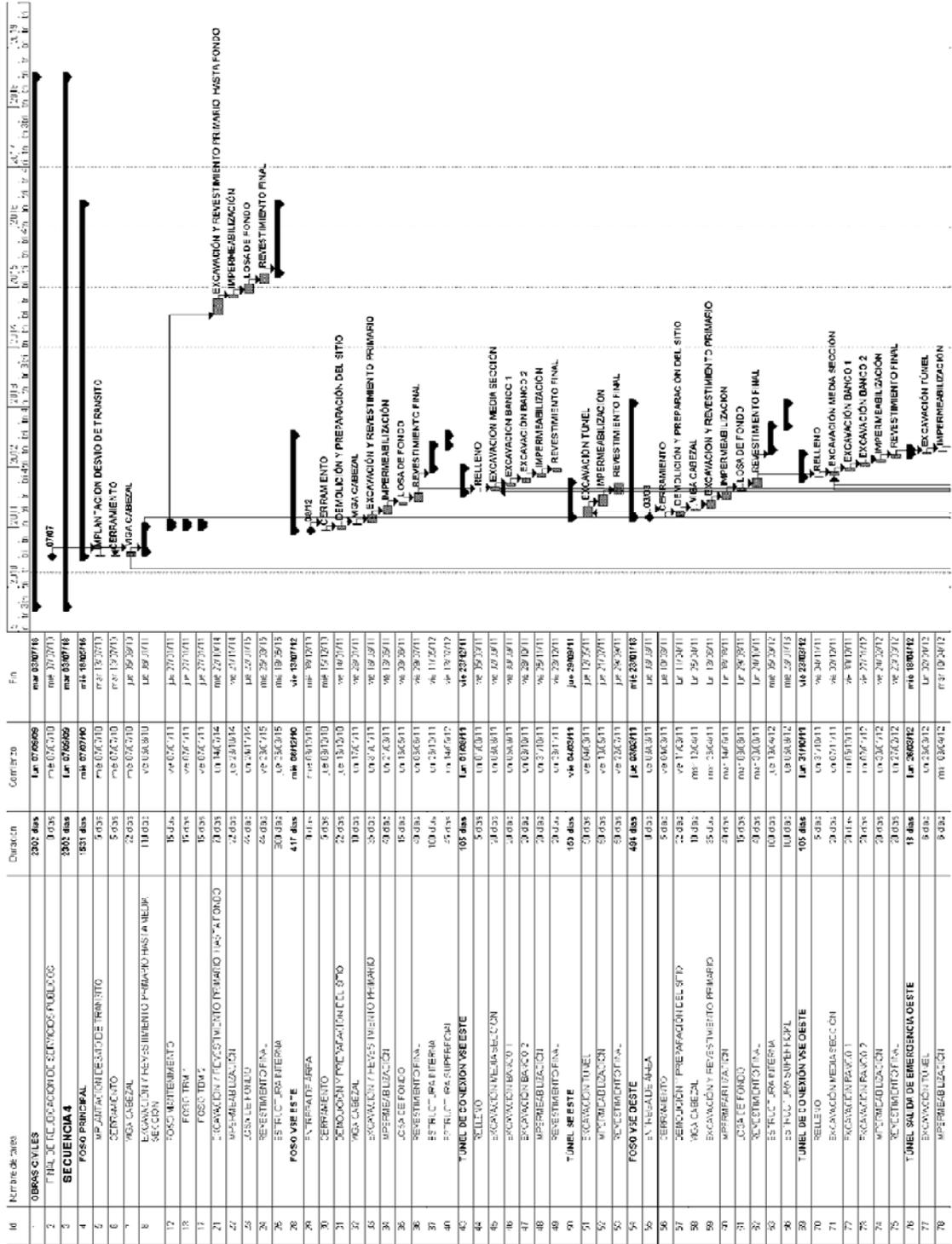
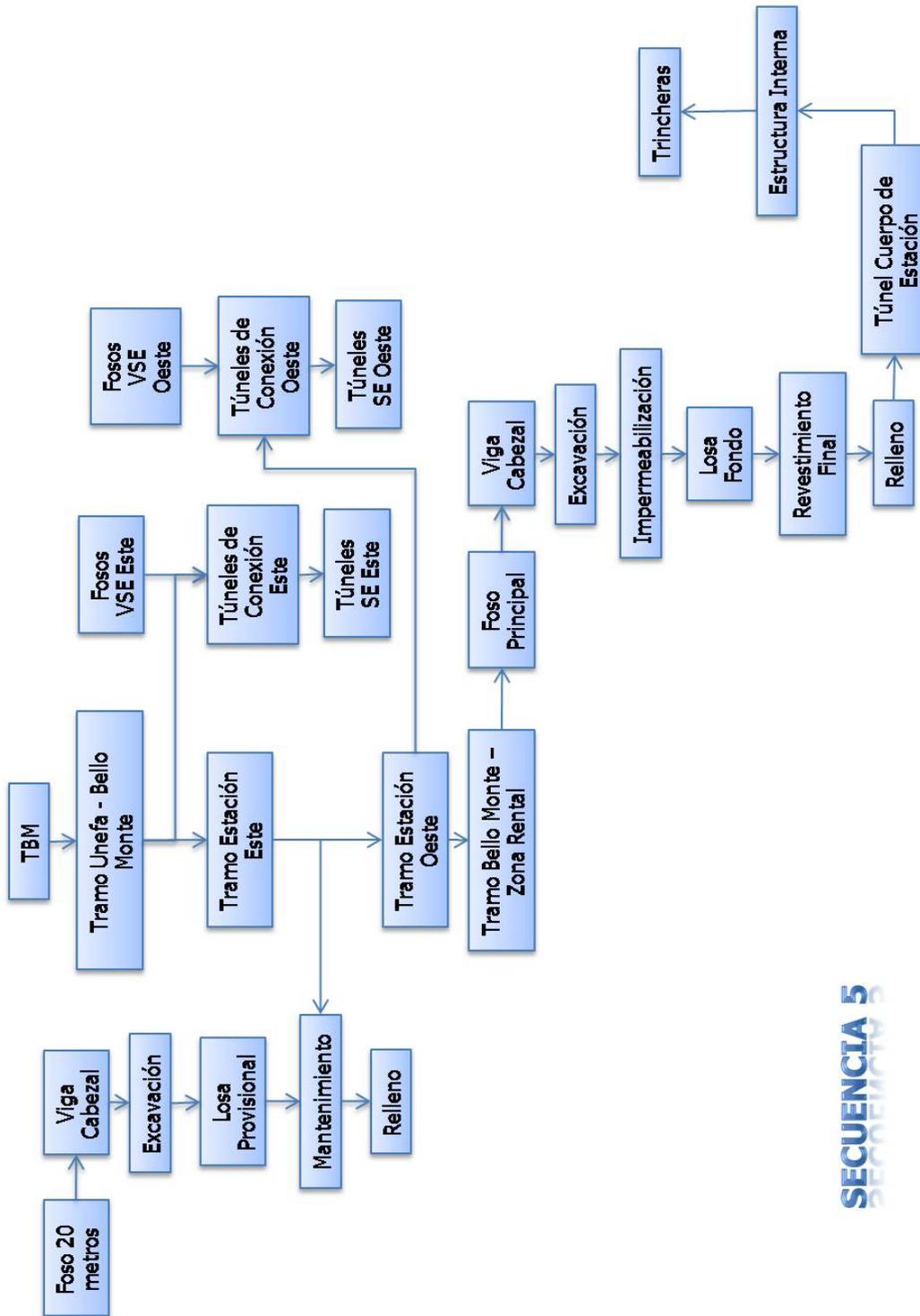


Tabla de Resultados

| Secuencia 4 | |
|---|--|
| Tiempo Total de Proyecto | 8,7 años |
| Tiempos de Cierre de Vía | 5,4 años |
| Continuidad de Trabajos | Se presenta Continuidad en los trabajos. |
| Fecha de Llegada de TBM | 08/07/2011 |
| Fecha de culminación de Losa o Fosos de Mantenimiento | 27/01/2011 |
| Entrega Foso VSE Este | 08/12/2010 |
| Entrega Foso VSE Oeste | 03/03/2011 |
| Costos adicionales | Si se presentan costos adicionales, debido a la construcción de dos Fosos de Mantenimiento para la TBM, los cuales no se previeron en la Oferta presentada por C.N.O. a CAMetro |
| Seguridad y Riesgos. | Los riesgos presentados son los propios de las Metodologías Constructivas planteadas para la construcción de la Línea 5. Los trabajos de Mantenimiento y ejecución de dos Fosos de Mantenimiento dentro del Foso Principal cuando se realizan trabajos de Excavación del Túnel del Cuerpo Central de la Estación |

Anexo V. Secuencia 5. Foso de 20 metros de diámetro

Diagrama de Red



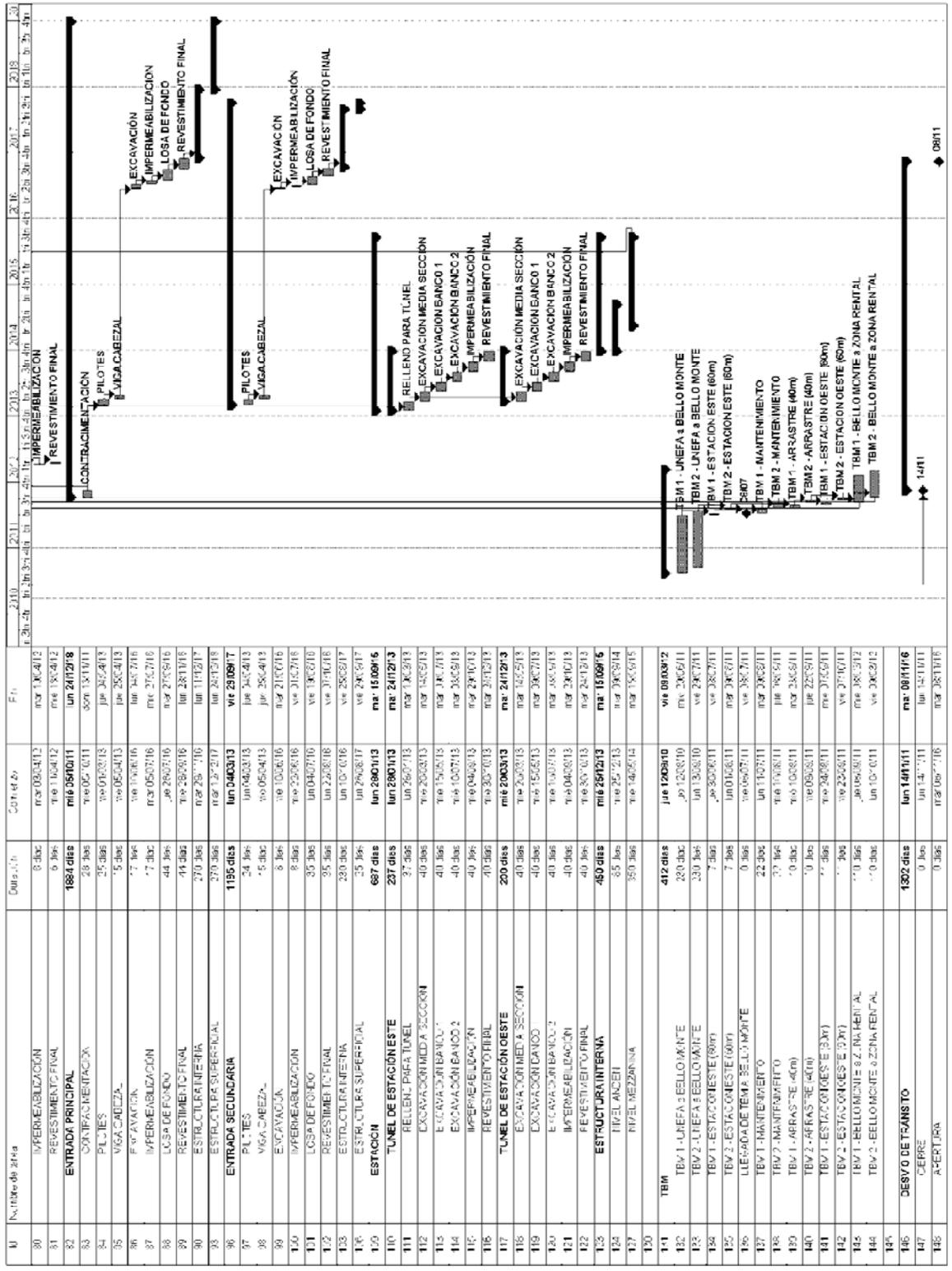
SECUENCIA 5
SECUENCIA 5

Detalle de la Secuencia.

Secuencia 5

1. Preparación del sitio de la Entrada Principal y Secundaria.
 - 1.1. Ejecución de la contracementación.
2. Preparación del sitio para un foso provisional de 20 metros de diámetro interno en el centro del Foso Principal.
 - 2.1. Realizar Viga Cabezal del Foso Principal.
 - 2.2. Excavación del Foso con el revestimiento primario hasta la cota inferior de las topas.
 - 2.3. Hacer una Losa para recibir y hacerle el mantenimiento a la Topa.
 - 2.4. hacer el Mantenimiento de la Topa.
 - 2.5. Rellenar el foso.
3. Paralelamente al paso 2 preparación del sitio en el Foso VSE Este y Oeste.
 - 3.1. Realizar la viga cabezal de los fosos VSE.
 - 3.2. Excavar los fosos hasta el fondo con revestimiento primario.
 - 3.3. Impermeabilización.
 - 3.4. Realizar las losas de fondo.
 - 3.5. Hacer los revestimientos finales.
 - 3.6. Rellenar para llegar a la cota de la media sección de los Túneles de Conexión Este y Oeste.
 - 3.6.1. Excavar la bóveda de los túneles de conexión.
 - 3.6.2. Excavar los bancos 1.
 - 3.6.3. Excavar los bancos 2.
 - 3.6.4. Impermeabilizar.
 - 3.6.5. Hacer el revestimiento final de los túneles de Conexión.
 - 3.6.6. Rellenar hasta la cota del emboque de los Túneles SE Este y Oeste.
 - 3.6.6.1. Excavación de los túneles.
 - 3.6.6.2. Impermeabilización.
 - 3.6.6.3. Hacer el revestimiento final.

- 3.7. Una vez que fueron terminados los Túneles SE Este y Oeste comenzar a excavar la media sección del túnel del Cuerpo Central de la Estación.
4. Poco antes de que los trabajos de excavación y construcción de los Túneles Gemelos se procede al cerramiento y preparación del sitio del Foso Principal.
 - 4.1. Realizar la viga cabezal
 - 4.2. Realizar y se proyectar el revestimiento primario hasta la cota de la losa de fondo (cuando la excavación llega a encontrarse con los anillos de los túneles escudos, los trabajos de excavación y construcción de estos túneles ya deberán haber concluido).
 - 4.3. Impermeabilizar.
 - 4.4. Ejecutar la losa de fondo,
 - 4.5. Realizar el revestimiento final.
 - 4.6. Excavar los túneles de cuerpo de Estación a partir del foso principal.
 - 4.6.1. Excavar con revestimiento primario la media sección del túnel del Cuerpo Central de la Estación hasta encontrarse con los otros frentes de excavación iniciados desde los túneles SE.
 - 4.6.2. Proceder a excavar con revestimiento primario el Banco 1 del Túnel del Cuerpo de la Estación.
 - 4.6.3. Excavar el Banco 2.
 - 4.6.4. Impermeabilización del túnel.
 - 4.6.5. Hacer el Revestimiento Final.
 - 4.6.6. Hacer la Estructura Interna de Andén.
 - 4.6.7. Paralelamente hacer la estructura interna de Mezzanina del túnel.
 - 4.7. Construir la Estructura Interna del foso principal.
5. Realizar los pilotes de las Entradas.
 - 5.1. Hacer la viga cabezal.
 - 5.2. Excavar las trincheras. (Esta actividad sólo se puede realizar una vez concluido el foso principal).
 - 5.3. Impermeabilización.
 - 5.4. Realizar la estructura interna.
 - 5.5. Realizar la estructura superficial.



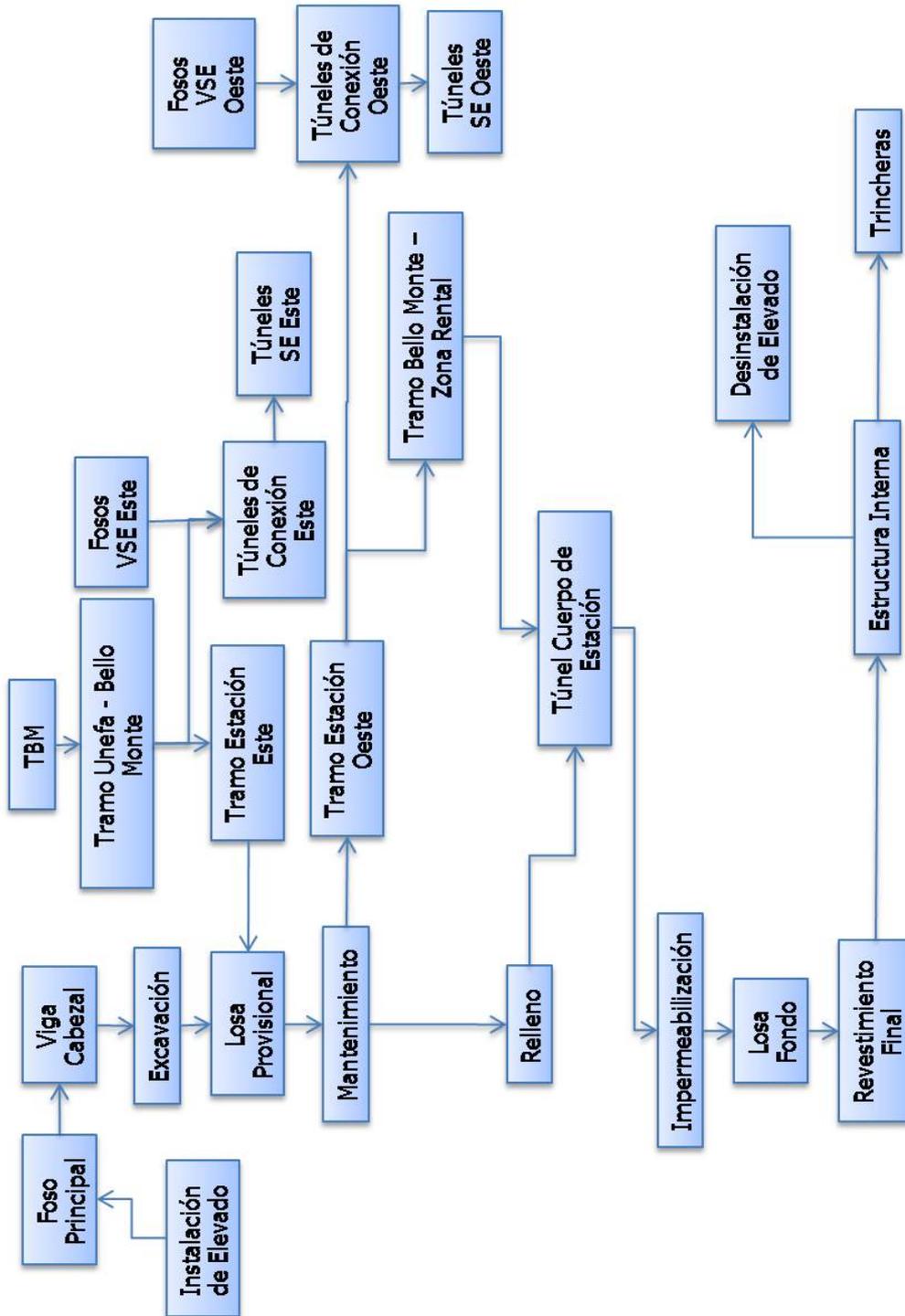
| M | Número de tarea | Dura. (h) | Comienzo | Fin |
|-----|-----------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| 80 | IMPERMEABILIZACIÓN | 8 días | mar 03/04/12 | mar 11/04/12 |
| 81 | REVESTIMIENTO FINAL | 5 días | vie 11/04/12 | mar 19/04/12 |
| 82 | ENTRADA PRINCIPAL | 1884 días | mié 05/10/11 | lun 24/12/18 |
| 83 | CONTRATACION | 28 días | vie 05/10/11 | dom 13/11/11 |
| 84 | PILOTES | 35 días | vie 05/03/13 | jun 24/04/13 |
| 85 | VIGA CABEZAL | *5 días | vie 05/04/13 | jun 25/04/13 |
| 86 | EXCAVACIÓN | *7 días | vie 11/04/16 | lun 14/04/16 |
| 87 | IMPERMEABILIZACIÓN | *7 días | mar 05/07/16 | mar 27/07/16 |
| 88 | LOSA DE FONDO | 44 días | mar 26/07/16 | mar 27/09/16 |
| 89 | REVESTIMIENTO FINAL | 41 días | vie 26/09/16 | lun 28/11/16 |
| 90 | ESTRUCTURACIÓN INTERNA | 270 días | mar 29/11/16 | lun 11/02/17 |
| 93 | ESTRUCTURA SUPERFICIAL | 270 días | mar 29/11/16 | lun 24/03/17 |
| 96 | ENTRADA SECUNDARIA | 1195 días | lun 04/03/13 | vie 23/09/17 |
| 97 | PILOTES | 34 días | lun 04/03/13 | jun 24/04/13 |
| 98 | VIGA CABEZAL | *5 días | vie 05/04/13 | jun 25/04/13 |
| 99 | EXCAVACIÓN | 8 días | vie 10/04/16 | mar 27/04/16 |
| 100 | IMPERMEABILIZACIÓN | 8 días | vie 25/04/16 | vie 27/04/16 |
| 101 | LOSA DE FONDO | 35 días | lun 04/07/16 | vie 18/08/16 |
| 102 | REVESTIMIENTO FINAL | 35 días | lun 24/08/16 | vie 27/10/16 |
| 103 | ESTRUCTURACIÓN INTERNA | 230 días | lun 10/10/16 | vie 28/09/17 |
| 106 | ESTRUCTURA SUPERFICIAL | 25 días | lun 29/08/17 | vie 28/09/17 |
| 109 | ESTACION | 687 días | lun 28/01/13 | ma 15/09/16 |
| 110 | TUNEL DE ESTACIONESTE | 237 días | lun 28/01/13 | mar 24/12/13 |
| 111 | RELLENAR PARA TUNEL | 37 días | lun 28/01/13 | mar 18/02/13 |
| 112 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 40 días | vie 20/02/13 | mar 18/03/13 |
| 113 | EXCAVACION BANCO 1 | 40 días | vie 15/03/13 | mar 18/04/13 |
| 114 | EXCAVACION BANCO 2 | 40 días | vie 10/07/13 | mar 24/08/13 |
| 115 | IMPERMEABILIZACIÓN | 40 días | vie 04/08/13 | mar 29/10/13 |
| 116 | REVESTIMIENTO FINAL | 40 días | vie 30/10/13 | mar 27/12/13 |
| 117 | TUNEL DE ESTACION OESTE | 200 días | mié 24/12/13 | ma 24/12/13 |
| 118 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 40 días | vie 20/03/13 | mar 18/03/13 |
| 119 | EXCAVACION BANCO 1 | 40 días | vie 15/04/13 | mar 18/07/13 |
| 120 | EXCAVACION BANCO 2 | 40 días | vie 10/07/13 | mar 24/08/13 |
| 121 | IMPERMEABILIZACIÓN | 40 días | vie 04/08/13 | mar 29/10/13 |
| 122 | REVESTIMIENTO FINAL | 40 días | vie 30/10/13 | mar 27/12/13 |
| 125 | ESTRUCTURA INTERNA | 450 días | mié 28/12/13 | ma 15/09/16 |
| 124 | NIVEL ANCHE | 65 días | vie 25/12/13 | mar 20/02/14 |
| 127 | NIVEL MEZQUINA | 50 días | vie 14/02/14 | mar 15/03/14 |
| 130 | TBM | 412 días | jun 12/03/10 | vie 08/03/12 |
| 132 | TBM 1 - LINEA A BELLO MONTE | 230 días | mié 10/03/10 | mar 23/05/11 |
| 133 | TBM 2 - LINEA A BELLO MONTE | 130 días | lun 13/03/10 | vie 28/07/11 |
| 134 | TBM 1 - ESTACIONESTE (60m) | 7 días | mié 30/03/11 | vie 28/07/11 |
| 135 | TBM 2 - ESTACIONESTE (60m) | 0 días | lun 10/03/11 | mar 30/07/11 |
| 136 | LLEGADE TBM A BELLO MONTE | 0 días | vie 05/07/11 | vie 28/07/11 |
| 137 | TBM 1 - MANTENIMIENTO | 22 días | lun 14/03/11 | mar 20/03/11 |
| 138 | TBM 2 - MANTENIMIENTO | 27 días | vie 11/03/11 | jun 03/04/11 |
| 139 | TBM 1 - ARRAS (40m) | 0 días | vie 10/03/11 | mar 23/05/11 |
| 140 | TBM 2 - ARRAS (40m) | 0 días | vie 05/03/11 | jun 22/05/11 |
| 141 | TBM 1 - ESTACION OESTE (30m) | *1 día | vie 24/03/11 | mar 27/03/11 |
| 142 | TBM 2 - ESTACION OESTE (30m) | *1 día | vie 25/03/11 | vie 27/03/11 |
| 143 | TBM 1 - BELLO MONTE a ZONA RENTAL | *10 días | mié 08/03/11 | mar 28/03/12 |
| 144 | TBM 2 - BELLO MONTE a ZONA RENTAL | *10 días | lun 10/03/11 | vie 20/03/12 |
| 145 | DESVO DE TRANSITO | 1302 días | lun 14/01/11 | ma 08/11/16 |
| 147 | DEPRE | 0 días | lun 14/01/11 | lun 14/01/11 |
| 148 | ABERTURA | 0 días | mar 05/07/16 | mar 28/11/16 |

Tabla de Resultados

| Secuencia 5 | |
|---|--|
| Tiempo Total de Proyecto | 8,4 años |
| Tiempos de Cierre de Vía | 4,9 años |
| Continuidad de Trabajos | Hay una discontinuidad en los trabajos desde que se termina la losa de mantenimiento de la topa y se comience alguna otra actividad. Esto se presenta para que se inicien los trabajos en cualquier frente a más tardar el 07/07/10 día en que finaliza la reubicación de servicios públicos. |
| Fecha de Llegada de TBM | 08/07/2011 |
| Fecha de culminación de Losa o Fosos de Mantenimiento | 10/12/2010 |
| Entrega Foso VSE Este | 31/12/2010 |
| Entrega Foso VSE Oeste | 09/03/2011 |
| Costos adicionales | Si se presentan costos adicionales, debido a la construcción al foso de 20 metros de diámetro para el mantenimiento de la TBM, el cual no fue previsto en la Oferta presentada por C.N.O. a CAMetro |
| Seguridad y Riesgos. | Los riesgos presentados son los propios de las Metodologías Constructivas planteadas para la construcción de la Línea 5. El desvío de tránsito presenta un alto riesgo en la seguridad de los vehículos motores que transiten, debido a la cercanía del foso y los espacios reducidos para la ejecución de los trabajos. |

**Anexo VI. Secuencia 6. Instalación de elevado o
tablero para paso vehicular**

Diagrama de Red



SECUENCIA 6

Detalle de la Secuencia.

Secuencia 6

1. Preparación del sitio de la Entrada Principal y Secundaria.
 - 1.1. Ejecución de la contracimentación.
2. Implantación de Tablero Vial.
3. Preparación del sitio del Foso Principal.
 - 3.1. Realizar Viga Cabezal del Foso Principal.
 - 3.2. Excavación del Foso Principal con el revestimiento primario hasta la cota de entrada de la topa.
 - 3.3. Hacer la losa provisional para el mantenimiento de la topa.
 - 3.4. Hacer el mantenimiento de la topa.
 - 3.5. Arrastrar la topa dejando anillos.
 - 3.6. Rellenar hasta la cota de la bóveda de túnel del Cuerpo Central de la estación.
 - 3.6.1. Excavar media sección del túnel.
 - 3.6.2. Retirar el relleno hasta la cota inferior del banco 1.
 - 3.6.3. Excavar el banco 1.
 - 3.6.4. Retirar el relleno hasta la cota inferior del banco 2.
 - 3.6.5. Retirar los anillos de los túneles gemelos.
 - 3.6.6. Excavar el banco 2.
 - 3.6.7. Impermeabilización.
 - 3.6.8. Realizar el revestimiento final.
 - 3.6.9. Hacer la estructura interna andén.
 - 3.6.10. Hacer la estructura interna de mezzanina.
 - 3.7. Retirar el relleno que queda en el foso principal.
 - 3.8. Impermeabilización del foso principal.
 - 3.9. Hacer la losa de fondo.
 - 3.10. Hacer el revestimiento final.
 - 3.11. Hacer la estructura interna
4. Paralelamente al paso 2 preparar el sitio en el Foso VSE Este y Oeste.

- 4.1. Realizar la viga cabezal de los fosos VSE.
- 4.2. Excavar los fosos hasta el fondo con revestimiento primario.
- 4.3. Impermeabilizar.
- 4.4. Realizar las losas de fondo.
- 4.5. Hacer los revestimientos finales.
- 4.6. Rellenar hasta llegar a la cota de la media sección de los Túneles de Conexión Este y Oeste.
 - 4.6.1. Excavar la bóveda de los túneles de conexión.
 - 4.6.2. Excavar los bancos 1.
 - 4.6.3. Excavación de los bancos 2.
 - 4.6.4. Impermeabilización.
 - 4.6.5. Hacer el revestimiento final de los túneles de Conexión.
 - 4.6.6. Rellenar hasta la cota del emboque de los Túneles SE Este y Oeste.
 - 4.6.6.1. Excavar los túneles.
 - 4.6.6.2. Impermeabilización.
 - 4.6.6.3. Hacer el revestimiento final.
 - 4.6.7. Retirar el relleno.
 - 4.6.8. Realizar la Estructura Interna.
- 4.7. Retiro del relleno de los Fosos VSE.
- 4.8. Hacer la estructura interna.
- 4.9. Ejecutar la estructura superficial.
5. Desmontar el Tablero.
6. Realizar los pilotes de las Entradas.
 - 6.1. Hacer la viga cabezal.
 - 6.2. Excavar las trincheras. (Esta actividad sólo se puede realizar una vez concluido el foso principal).
 - 6.3. Impermeabilización.
 - 6.4. Realizar la estructura interna.
 - 6.5. Realizar la estructura superficial.

Programa

| d | Nombre de obra | Duración | Concreto | Fin |
|----|--|-----------|------------|------------|
| 1 | OPRAS CIVILES | 2161 días | mir 264710 | mir 802716 |
| 2 | ESTABLECIMIENTO DE SERVICIOS PUBLICOS | 1.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 3 | SECUENCIA 6 | 2888 días | mir 276710 | mir 802716 |
| 4 | FOSO PRINCIPAL | 1851 días | mir 276710 | mir 802716 |
| 5 | IMPLEMENTACIONES DE TRANSITO | 5.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 6 | CHAMBERAS | 5.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 7 | MANCAJAS | 12.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 8 | EXCAVACION Y REVESTIMIENTO PRIMARIO HASTA COTA TEM | 111.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 12 | LOSA PARA MANTENIMIENTO TEM | 111.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 13 | EXCAVACION Y REVESTIMIENTO PRIMARIO HASTA FONDO | 12.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 14 | IMPERMEABILIZACION | 12.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 15 | LOSA DE FONDO | 44.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 18 | REVESTIMIENTO FINAL | 54.852 | mir 270710 | mir 270710 |
| 17 | ESTRUCTURAS EN TERMA | 360 días | mir 284315 | mir 160516 |
| 21 | FOSO VSE ESTE | 667 días | mir 281210 | mir 802716 |
| 21 | ENTRADA DE AREA | 5.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 22 | CERRAMIENTO | 5.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 23 | DEBOLUCIA Y PREPARACION DEL SITIO | 12.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 24 | VER CALZADA | 11.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 25 | EXCAVACION Y REVESTIMIENTO PRIMARIO | 38.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 26 | IMPERMEABILIZACION | 41.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 27 | LOSA DE FONDO | 47.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 28 | REVESTIMIENTO FINAL | 47.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 29 | ESTRUCTURAS EN TERMA | 111.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 32 | ESTRUCTURAS PERIFERICAS | 45.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 35 | TUNEL DE CONEXION VSE ESTE | 105 días | mir 281210 | mir 281210 |
| 37 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 38 | EXCAVACION BANCO 1 | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 39 | EXCAVACION BANCO 2 | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 41 | IMPERMEABILIZACION | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 42 | REVESTIMIENTO FINAL | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 43 | TUNEL DE ESTE | 160 días | mir 281210 | mir 281210 |
| 44 | EXCAVACION TUNEL | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 44 | IMPERMEABILIZACION | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 45 | REVESTIMIENTO FINAL | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 46 | FOSO VSE OESTE | 664 días | mir 281210 | mir 281210 |
| 47 | ENTRADA DE AREA | 5.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 48 | CERRAMIENTO | 5.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 49 | DEBOLUCIA Y PREPARACION DEL SITIO | 12.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 53 | VER CALZADA | 11.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 51 | EXCAVACION Y REVESTIMIENTO PRIMARIO | 38.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 52 | IMPERMEABILIZACION | 41.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 53 | LOSA DE FONDO | 44.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 54 | REVESTIMIENTO FINAL | 44.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 54 | ESTRUCTURAS EN TERMA | 111.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 55 | ESTRUCTURAS PERIFERICAS | 45.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 61 | TUNEL DE CONEXION VSE OESTE | 105 días | mir 281210 | mir 281210 |
| 62 | RELLENO | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 63 | EXCAVACION MEDIA SECCION | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 64 | EXCAVACION BANCO 1 | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 65 | EXCAVACION BANCO 2 | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 67 | REVESTIMIENTO FINAL | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 68 | IMPERMEABILIZACION | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 69 | TUNEL SALIDA DE ENERGENCIA OESTE | 160 días | mir 281210 | mir 281210 |
| 69 | EXCAVACION TUNEL | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 71 | IMPERMEABILIZACION | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 72 | REVESTIMIENTO FINAL | 3.852 | mir 281210 | mir 281210 |
| 72 | EN RAMA PRINCIPAL | 1367 días | mir 284315 | mir 802716 |

| # | Nombre de obra | Duración | Cóncurso | Fin |
|-----|---------------------------|----------|--------------|--------------|
| 73 | CONTRACIMENTACIÓN | 28 días | Jun 25/00/13 | Jun 03/00/13 |
| 74 | PILOTOS | 25 días | Jun 25/00/13 | Jul 05/00/13 |
| 75 | VIGA CABEZAL | 15 días | Jul 05/00/13 | Jul 20/00/13 |
| 76 | EXCAVACIÓN | 17 días | Jul 20/00/13 | Jul 30/00/13 |
| 77 | IMPERMEABILIZACIÓN | 17 días | Jul 30/00/13 | Aug 04/00/13 |
| 78 | LOSA DE FONDO | 44 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 79 | REVESTIMIENTO FINAL | 44 días | Jul 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 80 | ESTRUCTURA INTERNA | 210 días | Jul 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 81 | ESTRUCTURA EXTERNA | 210 días | Jul 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 82 | ESTRUCTURA INTERNA | 210 días | Jul 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 83 | ESTRUCTURA EXTERNA | 210 días | Jul 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 84 | ESTRUCTURA INTERNA | 210 días | Jul 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 85 | ESTRUCTURA EXTERNA | 210 días | Jul 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 86 | ESTRUCTURA INTERNA | 210 días | Jul 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 87 | PILOTOS | 24 días | Jul 04/00/13 | Jul 28/00/13 |
| 88 | VIGA CABEZAL | 15 días | Jul 28/00/13 | Aug 04/00/13 |
| 89 | EXCAVACIÓN | 8 días | Jul 31/00/13 | Aug 04/00/13 |
| 90 | IMPERMEABILIZACIÓN | 8 días | Jul 31/00/13 | Aug 04/00/13 |
| 91 | LOSA DE FONDO | 36 días | Aug 04/00/13 | Aug 26/00/13 |
| 92 | REVESTIMIENTO FINAL | 36 días | Aug 04/00/13 | Aug 26/00/13 |
| 93 | ESTRUCTURA INTERNA | 230 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 94 | ESTRUCTURA EXTERNA | 230 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 95 | ESTRUCTURA INTERNA | 230 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 96 | ESTRUCTURA EXTERNA | 230 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 97 | ESTRUCTURA INTERNA | 230 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 98 | ESTRUCTURA EXTERNA | 230 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 99 | ESTRUCTURA INTERNA | 230 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 100 | ESTRUCTURA EXTERNA | 230 días | Aug 04/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 101 | RELLENO PARA TUNEL | 20 días | Aug 04/00/13 | Aug 24/00/13 |
| 102 | EXCAVACIÓN MEDIA SECCION | 40 días | Aug 24/00/13 | Sep 03/00/13 |
| 103 | EXCAVACIÓN BANCO 1 | 40 días | Aug 24/00/13 | Sep 03/00/13 |
| 104 | EXCAVACIÓN BANCO 2 | 40 días | Aug 24/00/13 | Sep 03/00/13 |
| 105 | IMPERMEABILIZACIÓN | 40 días | Aug 24/00/13 | Sep 03/00/13 |
| 106 | REVESTIMIENTO FINAL | 40 días | Aug 24/00/13 | Sep 03/00/13 |
| 107 | TUNEL DE ESTACIÓN - OESTE | 251 días | Aug 24/00/13 | Jul 11/00/14 |
| 108 | EXCAVACIÓN MEDIA SECCION | 40 días | Aug 24/00/13 | Jul 11/00/14 |
| 109 | EXCAVACIÓN BANCO 1 | 40 días | Aug 24/00/13 | Jul 11/00/14 |
| 110 | EXCAVACIÓN BANCO 2 | 40 días | Aug 24/00/13 | Jul 11/00/14 |
| 111 | IMPERMEABILIZACIÓN | 40 días | Aug 24/00/13 | Jul 11/00/14 |
| 112 | REVESTIMIENTO FINAL | 40 días | Aug 24/00/13 | Jul 11/00/14 |
| 113 | ESTRUCTURA INTERNA | 400 días | Aug 24/00/13 | Jul 11/00/14 |
| 114 | ANCLAJE EN | 185 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 115 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 116 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 117 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 118 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 119 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 120 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 121 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 122 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 123 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 124 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 125 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 126 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 127 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 128 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 129 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 130 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 131 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 132 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 133 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 134 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 135 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 136 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 137 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 138 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 139 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 140 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 141 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 142 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 143 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 144 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |
| 145 | TUNEL DEZARAJA | 350 días | Aug 24/00/13 | Oct 06/00/13 |

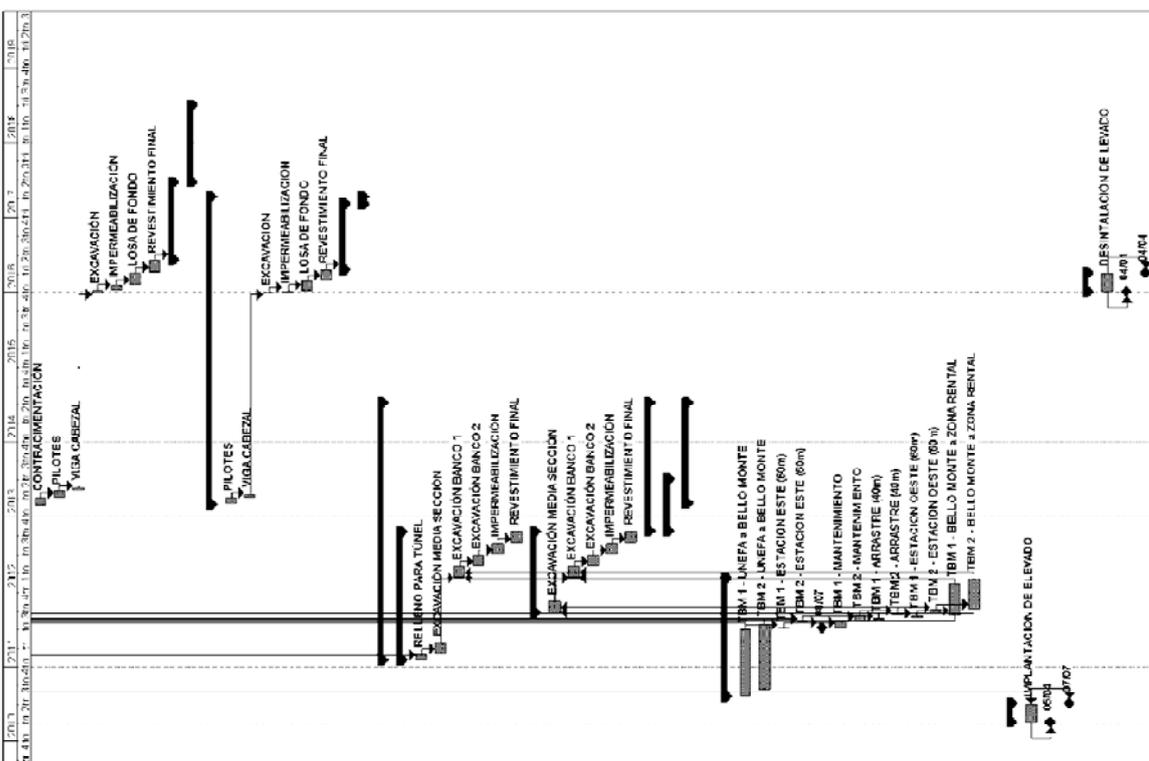


Tabla de Resultados

| Secuencia 6 | |
|---|---|
| Tiempo Total de Proyecto | 8,1 años |
| Tiempos de Cierre de Vía | 0,5 años |
| Continuidad de Trabajos | Se presenta Continuidad en los trabajos. |
| Fecha de Llegada de TBM | 08/07/2011 |
| Fecha de culminación de Losa o Fosos de Mantenimiento | 03/02/2011 |
| Entrega Foso VSE Este | 08/12/2010 |
| Entrega Foso VSE Oeste | 03/03/2011 |
| Costos adicionales | Si se presentan costos adicionales, debido a la construcción de un elevado para el paso vehicular en la zona, el cual no fue previsto en la Oferta presentada por C.N.O. a CAMetro |
| Seguridad y Riesgos. | Los riesgos presentados son los propios de las Metodologías Constructivas planteadas para la construcción de la Línea 5. La implementación de un elevado para paso vehicular presenta un alto riesgo en la seguridad de las personas que conduzcan los vehículos motores que transiten y los involucrados en la obra. |