

**DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA INTEGRADO DE
TRANSPORTE MASIVO DEL ÁREA METROPOLITANA DE
BUCARAMANGA**

PROPUESTA TÉCNICA

ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
OCTUBRE DE 2004
BUCARAMANGA – COLOMBIA**

TABLA DE CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo general	3
2.2	Objetivos específicos	3
3	METODOLOGIA	4
3.1	Complementación diseños del tramo Cañaveral – La Virgen	5
3.2	Diseños del tramo Cañaveral-Piedecuesta	6
3.3	Diseños del tramo Puerta del Sol – Girón	11
3.4	Diseño del tramo Puerta del Sol – UIS – Calle 9 – La Virgen	15
3.5	Diseño de la estructuración técnica y legal	19
3.6	Diseño operacional del sistema	21
3.7	Diseño del sistema de recaudo	22
3.8	Diseño del centro de control	23
3.9	Diseño de las rutas complementarias	23



PRESENTACIÓN

La Universidad Industrial de Santander UIS, por intermedio de La Escuela de Ingeniería Civil, presenta al Área Metropolitana de Bucaramanga - AMB - una oferta técnica y económica para la *ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA*; ajustada a los requerimientos especificados en los términos de referencia enviados por la Subdirección de Planeación e Infraestructura que acompañan la invitación del AMB a proponer.

Esta propuesta se soporta en la amplia experiencia de la Escuela de Ingeniería Civil, derivada del acompañamiento que ha llevado a cabo en los diversos estudios previos que han precedido la toma de decisión definitiva sobre la implementación del sistema, y a la realización de diseños de diversos tipos de infraestructura similares a la que soportará el Sistema Integrado de Transporte Masivo para el AMB.

Para el logro cabal de los objetivos propuestos se requiere una fuerte integración entre el AMB y la Universidad, de forma que las decisiones que se tomen sean concertadas en forma oportuna y que el suministro de información requerida para el cabal cumplimiento de las obligaciones sea llevado a cabo en forma adecuada y eficaz.



1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La infraestructura de transporte es vital para el crecimiento económico y el bienestar social de las ciudades es por ello que el Área metropolitana de Bucaramanga, consciente que el esquema de operación del transporte público metropolitano muestra un alto nivel de ineficiencia y mínimas condiciones de seguridad y confiabilidad, se adhiere a la Ley 310 de 1996, que facilita el financiamiento del transporte público masivo por parte de la Nación.

Adicionalmente el proyecto del Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga quedó incluido dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006 *Hacia un Estado Comunitario*, y recientemente fue aprobado en Documento Conpes. En este documento se solicita al AMB la contratación en el menor tiempo posible de los estudios definitivos que soporten el inicio del proceso de implementación del sistema.

Es por ello que la Universidad Industrial de Santander presenta a consideración del Área Metropolitana de Bucaramanga, una alternativa de acompañamiento para la asistencia técnica en el desarrollo de los proyectos de transporte de interés del Sistema Integrado de Transporte Masivo, de acuerdo con el modelo sugerido en esta oferta.



2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Elaborar los diseños detallados definitivos y la estructuración técnica y legal requeridos para la puesta en marcha del Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga.

2.2 Objetivos específicos

- Revisar y complementar los diseños de infraestructura del tramo Cañaveral – La Virgen.
- Elaborar los diseños de infraestructura de los tramos: Cañaveral-Piedecuesta, Puerta del Sol – Girón y Puerta del Sol – UIS – Calle 9 – La Virgen.
- Diseñar el sistema de recaudo del Sistema Integrado de Transporte Masivo del AMB.
- Desarrollar la estructuración técnica y legal del Sistema Integrado de Transporte Masivo del AMB.
- Elaborar el diseño operacional del Sistema Integrado de Transporte Masivo del AMB.
- Elaborar el diseño detallado del centro de control del Sistema Integrado de Transporte Masivo del AMB.

Para el logro de los objetivos de que trata este proyecto el AMB facilitará a la Universidad Industrial de Santander toda la información previa existente, así como cualquier otro tipo de información secundaria que se requiera para el desarrollo del presente proyecto.



3 METODOLOGIA

La metodología aquí presentada parte del principio de un convenio de cooperación entre las entidades interesadas en el proyecto, y se expresa mediante un breve resumen de las actividades a desarrollar para lograr el objetivo propuesto.

Se concibe la integración de un comité interinstitucional que acompañe el avance del diseño del proyecto y mantenga informado del mismo a las instituciones participantes. Se buscará establecer un vínculo con los actores clave a partir de cartas de compromiso.

El grupo humano que por parte de la Universidad participará en el proyecto será interdisciplinario y de excelencia profesional.

En este trabajo se considerarán cuatro fases fundamentales:

- 1) Complementación diseños del tramo Cañaveral-La Virgen
- 2) Elaboración diseños del tramo Cañaveral-Piedecuesta
- 3) Elaboración diseños del tramo Puerta del Sol - Girón
- 4) Elaboración diseños del tramo Puerta del Sol – UIS – Calle 9 – La Virgen

Para los diseños de Portales, Estaciones de Transferencia, Estaciones Intermedias y Estaciones Sencillas se efectuará las siguientes actividades:

1. Levantamiento topográfico: Altimetría y planimetría con una precisión mínima de 1:1000.
2. Estudio de Suelos.
3. Dimensionamiento de los espacios requeridos con base en la demanda de buses que utilizará en la hora pico en un día laborable.
4. Diseño de la capacidad estática considerándose las áreas de circulación y de embarco/desembarco en los buses y sus respectivas tasas de ocupación, en términos de pasajeros por metros cuadrados. Para el área de circulación 2 pasajeros/m² y para el área de circulación 4 pasajeros/m².



5. Diseño de los accesos para los buses y para los pasajeros.
6. Diseño de áreas de parqueo vehicular y de bicicletas.
7. Diseño arquitectónico de los portales.
8. Diseño estructural de los portales con base en las normas NSR-98.
9. Diseño Hidráulico y Sanitario.
10. Diseño Eléctrico.
11. Diseño de Redes de Comunicaciones

3.1 Complementación diseños del tramo Cañaveral – La Virgen

En esta etapa se revisarán los estudios suministrados por la Asociación Colombiana de Productores de Cemento tendientes a complementarlos en particular en las siguientes actividades:

- Diseño arquitectónico, estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones del Portal La Virgen (portal es la estación con patio garaje).
- Diseño arquitectónico, estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones del Portal de Floridablanca (Cañaveral o Papi Quiero Piña).
- Diseño arquitectónico, estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones de la Estación de Transferencia de la Puerta del Sol (estación de transferencia es la que permite el cambio de troncal).
- Diseño arquitectónico de la Estación Sencilla Tipo (estación sencilla corresponde a la parada normal).
- Ajuste del diseño arquitectónico tipo a cada una de las estaciones sencillas y el cálculo de los diseños estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones.
- Habilitación de los accesos a las estaciones a partir de los puentes peatonales de.



- Calle 35
- Calle 37
- Avenida la Rosita
- Tanque de la Puerta del Sol
- Motoreste
- Provenza
- Equilibrio
- Cañaveral
- ✓ Análisis del diseño de pavimentos propuesto por ACPC.
- ✓ Diseño de la superestructura del pavimento sobre la Quebrada El Macho.
- ✓ Diseño estructural de la ampliación del puente vehicular de Cañaveral.
- ✓ Estudio de la reorientación del tráfico sobre las vías paralelas a la autopista entre el sector de Provenza y Cañaveral.
- ✓ Diseño de las zonas de alimentación y de las rutas alimentadoras recomendadas.
- ✓ Revisión y elaboración de las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos de infraestructura del sistema.
- ✓ Actualización de los Análisis de Precios Unitarios a la fecha de entrega definitiva de los estudios.

3.2 Diseños del tramo Cañaveral-Piedecuesta

En esta etapa se efectuarán todas las actividades necesarias para elaborar los estudios detallados de infraestructura requeridos para el tramo Cañaveral – Piedecuesta, resumidos en las siguientes actividades:



- Diseño arquitectónico, estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones del Portal de Piedecuesta.
- Ajuste del diseño arquitectónico tipo a cada una de las estaciones sencillas y el cálculo de los diseños estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones.
- Levantamiento de la topografía de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - Planimetria: Poligonal abierta con precisión de 1:2000, referenciados a triangulación de Agustín Codazzi. Se levantarán puntos distanciados cada 20 mt. y 10 mt. En tramos de entretangencias y curvos respectivamente.
 - Altimetria: A cada lado de la vía en los puntos levantados, perpendicularmente al trazado se tomarán 3 lecturas (puntos) a 5, 10 y 15 mt. de esta manera obtener una sección transversal de la zona vial.
 - Durante los levantamientos se tendrán en cuenta los siguientes detalles:
 - ▲ Postes: Cableado y alumbrado público.
 - ▲ Puentes: vehiculares y peatonales.
 - ▲ Intersecciones o pasos a nivel.
 - ▲ Ríos, quebradas y lagunas dentro de las secciones transversales.
 - ▲ Sumideros.
 - ▲ Glorieta.
 - ▲ Andenes.
 - ▲ Límites prediales: estrato, propietario y servicios.
 - ▲ Señalización.
- Diseño geométrico de acuerdo con los siguientes parámetros:



- A partir de los planos topográficos se analiza el tipo de vía y terreno.
- Se determinan los tipos de vehículos para conocer radios de giro.
- Volúmenes de tránsito proyectado (TPDA).
- Niveles de servicio proyectado.
- Partiendo de los datos anteriores, mediante el uso de tablas del Instituto Nacional de Vías se determinan los siguientes aspectos:
 - Velocidad de diseño.
 - Radio mínimos de curvatura.
 - Peralte recomendado.
 - Pendientes relativas para peraltes.
 - Anchos de zona mínimos.
 - Anchos de calzada y carril.
 - Ancho de bermas.
 - Ancho de separador.
 - Bombeo de calzada.
 - Valores recomendados para taludes.
 - Entretangencias mínimas.
 - Visibilidad mínima de frenado.
 - Longitudes de transición, tanto para peraltes como para carriles de ascenso.
 - Sobreancho.
 - Distancia mínima de adelantamiento.
 - Valores del coeficiente K para el diseño de las curvas verticales (cóncavas y convexas).
- Ubicación de las estaciones sencillas.



Ubicación de las redes de servicios subterráneas de acuerdo con los siguientes parámetros:

▪ Adquisición de Planos:

- Planos de red de alcantarillado sanitario y pluvial
- Planos de red Acueducto
- Planos de red de gas
- Planos de red Telefónica
- Planos de redes eléctricas
- Planos de la red de alumbrado público

▪ Análisis y evaluación de las distintas redes

- La red de alcantarillado incluye los sistemas de drenaje y vertimiento establecidos por la CDMB
- Los sistemas de distribución de energía se estructuran mediante circuitos eléctricos de acuerdo a los planos de redes que realiza la Empresa Electrificadora de Santander S.A. y que regula a través de las subestaciones
- Análisis de la prestación del servicio de alumbrado público
- Revisión de las redes de gasoductos en tuberías de acero, tanto en la red domiciliaria como la red matriz

▪ Diseño y reubicación, si fuese necesario, de las redes de servicio público a lo largo de los corredores troncales establecidos para el SITM. Esta reubicación estará sujeta a las especificaciones dadas en los diseños geométricos viales

Diseño de pavimentos de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Selección de unidades típicas de diseño con base en las características geológicas, podológicas, climáticas, topográficas y de drenaje de la zona en proyecto.



- Determinación del perfil de suelos a través de perforaciones sistemáticas, con el fin de determinar la cantidad y extensión de los diferentes tipos de suelos, la forma como están dispuestos en capas y la profundidad del nivel de agua freática. Un criterio para realizar estas perforaciones en carreteras es de 250 a 500 m de espaciamiento y 1.50 m de profundidad.
- Muestreo de las diferentes capas del suelo. De cada perforación ejecutada deberá tomarse muestras representativas de las diferentes capas de los suelos encontradas.
- Realización de ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas, los ensayos serán:
 - ▲ Determinación del contenido de humedad
 - ▲ Análisis Granulométrico
 - ▲ Determinación del límite plástico de los suelos
 - ▲ Determinación del límite líquido de los suelos
 - ▲ Peso específico
 - ▲ Ensayo de compactación
 - ▲ Determinación de la densidad del suelo en el terreno
 - ▲ Determinación de la resistencia (CBR)
- Diseño del pavimento considerando la resistencia del concreto a la flexión, el soporte de la subrasante y la subbase, el periodo de diseño y el transito.
- Diseño de las juntas y sus elementos.
- Diseño de las zonas de alimentación y de las rutas alimentadoras recomendadas.
- Elaboración de los documentos técnicos correspondientes a los pliegos de condiciones para la contratación de los diferentes componentes del Sistema: i) cartilla técnica del pliego (memorando informativo); ii) especificaciones técnicas mínimas básicas genéricas para el diseño (cuando a ello haya lugar), construcción, operación, mantenimiento y reposición del Sistema que permitan la libre concurrencia y



competencia de cualquier proponente; iii) los demás necesarios. Si se requiere de más de un proceso licitatorio, se elaborarán los documentos técnicos correspondientes a cada caso.

- Elaboración de los Análisis de Precios Unitarios a la fecha de entrega definitiva de los estudios.

3.3 Diseños del tramo Puerta del Sol – Girón

En esta etapa se efectuarán todas las actividades necesarias para elaborar los estudios detallados de infraestructura requeridos para el tramo Puerta del Sol – Girón, resumidos en las siguientes actividades:

- Diseño arquitectónico, estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones del Portal de Girón.
- Ajuste del diseño arquitectónico tipo a cada una de las estaciones sencillas y el cálculo de los diseños estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones.
- Levantamiento de la topografía de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - Planimetria: Poligonal abierta con precisión de 1:2000, referenciados a triangulación de Agustín Codazzi. Se levantarán puntos distanciados cada 20 mt. y 10 mt. En tramos de entretangencias y curvos respectivamente.
 - Altimetría: A cada lado de la vía en los puntos levantados, perpendicularmente al trazado se tomarán 3 lecturas (puntos) a 5, 10 y 15 mt. de esta manera obtener una sección transversal de la zona vial.
 - Durante los levantamientos se tendrán en cuenta los siguientes detalles:
 - Postes: Cableado y alumbrado público.
 - Puentes: vehiculares y peatonales.



- Intersecciones o pasos a nivel.
- Ríos, quebradas y lagunas dentro de las secciones transversales.
- Sumideros.
- Glorietas.
- Andenes.
- Límites prediales: estrato, propietario y servicios.
- Señalización.
- Diseño geométrico de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - A partir de los planos topográficos se analiza el tipo de vía y terreno.
 - Se determinan los tipos de vehículos para conocer radios de giro.
 - Volúmenes de tránsito proyectado (TPDA).
 - Niveles de servicio proyectado.
 - Partiendo de los datos anteriores, mediante el uso de tablas del Instituto Nacional de Vías se determinan los siguientes aspectos:
 - Velocidad de diseño.
 - Radio mínimos de curvatura.
 - Peralte recomendado.
 - Pendientes relativas para peralte.
 - Anchos de zona mínimos.
 - Anchos de calzada y carril.
 - Ancho de bermas.
 - Ancho de separador.
 - Bombeo de calzada.



- ▲ Valores recomendados para taludes.
- ▲ Entretangencias mínimas.
- ▲ Visibilidad mínima de frenado.
- ▲ Longitudes de transición, tanto para peralte como para carriles de ascenso.
- ▲ Sobreancho.
- ▲ Distancia mínima de adelantamiento.
- ▲ Valores del coeficiente K para el diseño de las curvas verticales (cónicas y convexas).
- Ubicación de las estaciones sencillas.
- Ubicación de las redes de servicios subterráneos de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - Adquisición de Planos:
 - ▲ Planos de red de alcantarillado sanitario y pluvial
 - ▲ Planos de red Acueducto
 - ▲ Planos de red de gas
 - ▲ Planos de red Telefónica
 - ▲ Planos de redes eléctricas
 - ▲ Planos de la red de alumbrado público
 - Análisis y evaluación de las distintas redes
 - ▲ La red de alcantarillado incluye los sistemas de drenaje y vertimiento establecidos por la CDMB
 - ▲ Los sistemas de distribución de energía se estructuran mediante circuitos eléctricos de acuerdo a los planos de redes que realiza la Empresa Electrificadora de Santander S.A. y que regula a través de las subestaciones
 - ▲ Análisis de la prestación del servicio de alumbrado público



- Revisión de las redes de gasoductos en tuberías de acero, tanto en la red domiciliaria como la red matriz
- Diseño y reubicación, si fuese necesario, de las redes de servicio público a lo largo de los corredores troncales establecidos para el SITM. Esta reubicación estará sujeta a las especificaciones dadas en los diseños geométricos viales
- ☒ Diseño de pavimentos de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - Selección de unidades típicas de diseño con base en las características geológicas, podológicas, climáticas, topográficas y de drenaje de la zona en proyecto.
 - Determinación del perfil de suelos a través de perforaciones sistemáticas, con el fin de determinar la cantidad y extensión de los diferentes tipos de suelos, la forma como están dispuestos en capas y la profundidad del nivel de agua freática. Un criterio para realizar estas perforaciones en carreteras es de 250 a 500 m de espaciamiento y 1.50 m de profundidad.
 - Muestreo de las diferentes capas del suelo. De cada perforación ejecutada deberá tomarse muestras representativas de las diferentes capas de los suelos encontradas.
 - Realización de ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas, los ensayos serán:
 - Determinación del contenido de humedad
 - Análisis Granulométrico
 - Determinación del límite plástico de los suelos
 - Determinación del límite líquido de los suelos
 - Peso específico
 - Ensayo de compactación
 - Determinación de la densidad del suelo en el terreno
 - Determinación de la resistencia (CBR)



- Diseño del pavimento considerando la resistencia del concreto a la flexión, el soporte de la subrasante y la subbase, el periodo de diseño y el transito.
- Diseño de las juntas y sus elementos.
- Diseño de las zonas de alimentación y de las rutas alimentadoras recomendadas.
- Elaboración de los documentos técnicos correspondientes a los pliegos de condiciones para la contratación de los diferentes componentes del Sistema: i) cartilla técnica del pliego (memorando informativo); ii) especificaciones técnicas mínimas básicas genéricas para el diseño (cuando a ello haya lugar), construcción, operación, mantenimiento y reposición del Sistema que permitan la libre concurrencia y competencia de cualquier proponente; iii) los demás necesarios. Si se requiere de más de un proceso licitatorio, se elaborarán los documentos técnicos correspondientes a cada caso.
- Elaboración de los Análisis de Precios Unitarios a la fecha de entrega definitiva de los estudios.

3.4 Diseño del tramo Puerta del Sol – UIS – Calle 9 – La Virgen

En esta etapa se efectuarán todas las actividades necesarias para elaborar los estudios detallados de infraestructura requeridos para el tramo Puerta del Sol – UIS- La Virgen, resumidos en las siguientes actividades:

- Ajuste del diseño arquitectónico tipo a cada una de las estaciones sencillas y el cálculo de los diseños estructural, eléctrico, hidráulico, sanitario y redes de comunicaciones.
- Levantamiento de la topografía de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - Planimetría: Poligonal abierta con precisión de 1:2000, referenciados a triangulación de Agustín Codazzi. Se levantarán puntos distanciados cada 20 mt. y 10 mt. En tramos de entretangencias y curvos respectivamente.



- Altimetría: A cada lado de la vía en los puntos levantados, perpendicularmente al trazado se tomarán 3 lecturas (puntos) a 5, 10 y 15 mt. de esta manera obtener una sección transversal de la zona vial.
- Durante los levantamientos se tendrán en cuenta los siguientes detalles:
 - ✗ Postes: Cableado y alumbrado público.
 - ✗ Puentes: vehiculares y peatonales.
 - ✗ Intersecciones o pasos a nivel.
 - ✗ Ríos, quebradas y lagunas dentro de las secciones transversales.
 - ✗ Sumideros.
 - ✗ Glorietas.
 - ✗ Andenes.
 - ✗ Límites prediales: estrato, propietario y servicios.
 - ✗ Señalización.
- ☒ Diseño geométrico de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - A partir de los planos topográficos se analiza el tipo de vía y terreno.
 - Se determinan los tipos de vehículos para conocer radios de giro.
 - Volúmenes de tránsito proyectado (TPDA).
 - Niveles de servicio proyectado.
 - Partiendo de los datos anteriores, mediante el uso de tablas del Instituto Nacional de Vías se determinan los siguientes aspectos:
 - ✗ Velocidad de diseño.
 - ✗ Radio mínimos de curvatura.
 - ✗ Peralte recomendado.



- ✗ Pendientes relativas para peraltes.
- ✗ Anchos de zona mínimos.
- ✗ Anchos de calzada y carril.
- ✗ Ancho de bermas.
- ✗ Ancho de separador.
- ✗ Bombeo de calzada.
- ✗ Valores recomendados para taludes.
- ✗ Entretangencias mínimas.
- ✗ Visibilidad mínima de frenado.
- ✗ Longitudes de transición, tanto para peraltes como para carriles de ascenso.
- ✗ Sobreancho.
- ✗ Distancia mínima de adelantamiento.
- ✗ Valores del coeficiente K para el diseño de las curvas verticales (cóncavas y convexas).
- Ubicación de las estaciones sencillas.
- Ubicación de las redes de servicios subterráneas de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - Adquisición de Planos:
 - ✗ Planos de red de alcantarillado sanitario y pluvial
 - ✗ Planos de red Acueducto
 - ✗ Planos de red de gas
 - ✗ Planos de red Telefónica
 - ✗ Planos de redes eléctricas



- Planos de la red de alumbrado público
- Análisis y evaluación de las distintas redes
- La red de alcantarillado incluye los sistemas de drenaje y vertimiento establecidos por la CDMB
- Los sistemas de distribución de energía se estructuran mediante circuitos eléctricos de acuerdo a los planos de redes que realiza la Empresa Electrificadora de Santander S.A. y que regula a través de las subestaciones
- Análisis de la prestación del servicio de alumbrado público
- Revisión de las redes de gasoductos en tuberías de acero, tanto en la red domiciliaria como la red matriz
- Diseño y reubicación, si fuese necesario, de las redes de servicio público a lo largo de los corredores troncales establecidos para el SITM. Esta reubicación estará sujeta a las especificaciones dadas en los diseños geométricos viales
- Diseño de pavimentos de acuerdo con los siguientes parámetros:
 - Selección de unidades típicas de diseño con base en las características geológicas, podológicas, climáticas, topográficas y de drenaje de la zona en proyecto.
 - Determinación del perfil de suelos a través de perforaciones sistemáticas, con el fin de determinar la cantidad y extensión de los diferentes tipos de suelos, la forma como están dispuestos en capas y la profundidad del nivel de agua freática. Un criterio para realizar estas perforaciones en carreteras es de 250 a 500 m de espaciamiento y 1.50 m de profundidad.
 - Muestreo de las diferentes capas del suelo. De cada perforación ejecutada deberá tomarse muestras representativas de las diferentes capas de los suelos encontradas.
 - Realización de ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas, los ensayos serán:
 - Determinación del contenido de humedad
 - Análisis Granulométrico



- Determinación del límite plástico de los suelos
- Determinación del límite líquido de los suelos
- Peso específico
- Ensayo de compactación
- Determinación de la densidad del suelo en el terreno
- Determinación de la resistencia (CBR)
- Diseño del pavimento considerando la resistencia del concreto a la flexión, el soporte de la subrasante y la subbase, el periodo de diseño y el transito.
- Diseño de las juntas y sus elementos.
- Diseño de las zonas de alimentación y de las rutas alimentadoras recomendadas.
- Elaboración de los documentos técnicos correspondientes a los pliegos de condiciones para la contratación de los diferentes componentes del Sistema: i) cartilla técnica del pliego (memorando informativo); ii) especificaciones técnicas mínimas básicas genéricas para el diseño (cuando a ello haya lugar), construcción, operación, mantenimiento y reposición del Sistema que permitan la libre concurrencia y competencia de cualquier proponente; iii) los demás necesarios. Si se requiere de más de un proceso licitatorio, se elaborarán los documentos técnicos correspondientes a cada caso.
- Elaboración de los Análisis de Precios Unitarios a la fecha de entrega definitiva de los estudios.

3.5 Diseño de la estructuración técnica y legal

En la etapa de estructuración técnica se elaborarán los documentos técnicos correspondientes a los pliegos de condiciones para la contratación de los diferentes componentes del Sistema (operación del servicio de transporte de pasajeros para los diferentes tipos de rutas, sistema de recaudo, fiducia y contratos de interventoría y/o



auditorías externas): i) cartilla técnica del pliego (memorando informativo); ii) especificaciones técnicas mínimas básicas genéricas para el diseño (cuando a ello haya lugar), construcción, operación, mantenimiento y reposición del Sistema Integrado de Transporte que permitan la libre concurrencia y competencia de cualquier proponente; iii) los demás necesarios. Si se requiere de más de un proceso licitatorio, se elaborarán los documentos técnicos correspondientes a cada caso. Las especificaciones tendrán en cuenta los niveles proyectados de servicio, para la selección del proponente y para el cumplimiento del contrato de concesión. Las especificaciones técnicas garantizarán niveles de calidad y seguridad, según las normas ISO series 9000 Gestión de Calidad e ISO series 14000 Gestión Medioambiental.

La primera parte de la estructuración legal comprende las actividades relacionadas con la revisión de los estudios y demás elementos del proyecto que definen la estructura, las características económicas, financieras y administrativas, y las especificaciones técnicas del caso, con el fin de determinar si deben ser adicionadas en los aspectos que incidan en la elaboración de los pliegos de condiciones o términos de referencia. Se verificarán y validarán los aspectos que tengan relevancia desde el punto de vista jurídico para el desarrollo del proyecto.

En la segunda parte de la estructuración legal se conocerán las políticas y directrices del contratante para la elaboración de los pliegos de condiciones. Y se concertará una propuesta de diseño del esquema legal para la implementación del Sistema, que incluya un plan de trabajo con la forma y modalidad de los procesos contractuales por desarrollar.

En la tercera parte de la estructuración legal se elaborarán los pliegos de condiciones y las minutas de los contratos, de tal forma que éstos reflejen la legislación con claridad, especifiquen la asignación de riesgos, provean herramientas jurídicas para la mayoría de los eventos, no den pie a vacíos jurídicos y sean equitativos para las partes. Con base en los resultados de las partes anteriores y de la estructuración técnica y financiera, se elaborarán los documentos licitatorios para la contratación de: construcción y mantenimiento de la infraestructura; operación y mantenimiento del sistema de recaudo;



operación y mantenimiento del centro de control; fidencias necesarias; negocios complementarios. Las principales actividades a desarrollar son:

- Elaborar pliegos de condiciones para la contratación de la totalidad de los componentes del SITM (construcción y mantenimiento de infraestructura, operación del servicio de transporte de pasajeros para los diferentes tipos de rutas, sistema de recaudo y demás necesarios para su adecuado funcionamiento)
- Elaborar las minutas de los contratos necesarias para implementar el proyecto. Se determinará con exactitud las responsabilidades y obligaciones de las partes y los procedimientos a seguir para la debida ejecución de los contratos definidos en esta asesoría, de tal manera que los diferentes negocios sean atractivos y equilibrados tanto para los inversionistas como para el AMB.
- Elaborar conjuntamente con el Área Metropolitana de Bucaramanga, todos los actos administrativos necesarios para adelantar la apertura de la licitación, conforme a la legislación vigente.

3.6 Diseño operacional del sistema

En esta etapa las actividades básicas por realizar son las siguientes:

- Optimización de la flota y de servicios pasando del nivel de planeación al nivel operativo.
- Definición de requerimientos de diseño para operaciones de buses (áreas y anchos requeridos).
- Requerimientos de circulación de peatones y niveles de servicio.
- Necesidades de zonas de recaudo, soporte y circulación en estaciones y portales.
- Requerimientos de patios y talleres para dar cumplimiento al soporte operativo de los buses.



- Detalles de diseño desde el punto de vista de la optimización de la circulación de pasajeros y operación de buses

3.7 Diseño del sistema de recaudo

Con base en la operación de transporte propuesta se establecerá las funcionalidades básicas que debe tener el Sistema de Recaudo, tales como integración física y virtual, validación en estaciones, buses troncales y alimentadores y la estrategia de distribución de los medios de pago, según el caso.

El análisis de la carga del Sistema, permitirá validar las cantidades de equipos y la tipología de los mismos, así como la aptitud de los medios de pago para permitir cumplir con un determinado nivel de servicio.

Se analizarán los diferentes medios de pago existentes, tales como tarjetas inteligentes, con y sin contacto, boletos magnéticos tipo EDMONSON, tarjetas magnéticas tipo ISO 7816, tokens, tiquetes con códigos de barras, tiquetes de papel e incluso monedas, entre otros. Este análisis contemplará el costo de los diferentes medios de pago, las estructuras tarifarias que se piensan implementar y el esquema de distribución que permita cumplir con los niveles de servicio deseados.

Se propondrá los esquemas de validación y de distribución de los medios de pago. Este aspecto es muy sensible ante el volumen de alimentación previsto en el Sistema y ante la posibilidad de integración virtual entre la operación de alimentación y la troncal y aún entre las troncales mismas, situación que deberá estudiarse y solucionarse con mucho cuidado para evitar problemas de elusión del Sistema.

Los sistemas tecnológicos son más o menos seguros en función del esquema operativo del que hagan parte. Para garantizar la seguridad del efectivo y de los medios de pago, es fundamental hacer previsiones claras sobre los procedimientos de operación de la tecnología, tales como la custodia de los medios de pago, la administración del entorno tecnológico y la operación en las estaciones, el encriptamiento de la información y la



definición de las llaves de acceso o de control, la metodología y el procedimiento del cargo de las tarjetas, para citar algunas de las variables más relevantes.

3.8 Diseño del centro de control

El centro de control debe tener a su cargo: la programación de rutas, el control en tiempo real de la operación del sistema, la regulación del mismo y la elaboración de los informes de desempeño del Sistema.

Para la programación de rutas se presentará un cuadro comparativo de los sistemas de información que están dirigidos fundamentalmente a hacer más competitivas y rentables las compañías de transporte de viajeros, optimizando sus recursos y minimizando costes, cumpliendo las normativas legales y convenios vigentes, así como las normas internas de las empresas de transporte. Se buscará la gestión óptima de los horarios de los buses y la asignación óptima de servicios de conductores a horarios de autobuses.

Para el control en tiempo real de la operación del sistema se diseñará un sistema electrónico automático de control de la operación contemplando la utilización de tecnología de rastreo satelital y un sistema inalámbrico de telecomunicaciones. Se parte de la premisa de que cada uno de los buses de la flota poseerá un sistema de posicionamiento global GPS que informará permanentemente de su ubicación al sistema de monitoreo. Desde donde se remitirá la información al centro de control quien se encarga de supervisar y coordinar.

3.9 Diseño de las rutas complementarias

En esta etapa las actividades básicas por realizar son las siguientes:

- Analizar las rutas troncales y alimentadoras teniendo en cuenta su radio de influencia, observando así las zonas no servidas por ellas de tal manera que el diseño del trazado de las rutas complementarias las cubran.



- Analizar la atracción y generación de viajes en cada una de las zonas, antes mencionadas localizando los puntos de paso obligado.
- Analizar las condiciones físicas y geométricas de las vías existentes en cada una de las zonas de interés, con el fin de garantizar un trazado óptimo en cuanto a tiempo, distancia y calidad de la infraestructura vial.
- Definir el trazado óptimo de las rutas complementarias teniendo en cuenta los parámetros antes mencionados.
- Definir la frecuencia de paso de los buses teniendo en cuenta su capacidad y la distribución horaria de viajes en los usuarios.
- Propuesta de mejoramiento de vías y parque automotor si es necesario.

3.10 Estructuración financiera

Para la selección de la modalidad de participación privada y de la estructura financiera más conveniente para el adecuado desarrollo del proyecto, se efectuarán las siguientes actividades:

- Diseñar y aplicar varios modelos financieros que permitan a los diferentes inversionistas y finanziadores efectuar sus proyecciones financieras, analizar sus ingresos, elaborar los análisis de sensibilidad y riesgo, entre otros.
- Diseñar y sustentar financieramente los aspectos relacionados a la integración del sistema, mediante la realización de las siguientes tareas: estimar la fuente de ingresos que recibirá el concesionario y proponer distintas alternativas de pago al concesionario, diseñar la estrategia a ser utilizada para la implantación de la tarifa única para el Sistema Integrado de Transporte Masivo, definir los mecanismos de coordinación entre los diferentes contratos que garanticen el adecuado funcionamiento del sistema, diseñar la estructura administrativa que opere el Sistema Integrado de Transporte Masivo, precisando la forma de pago, los mecanismos de recaudo, los



sistemas de seguimiento, penalización y control y demás conceptos técnicos que componen el SITM.

- Definir todos los elementos que conforman la estructura de las concesiones definidas, tales como: bienes que hacen parte de cada concesión, funciones de cada uno de los inversionistas, servicios principales y accesorios a ser incluidos.
- Determinar la estructura financiera más adecuada para el proyecto que tenga en cuenta las restricciones macroeconómicas y financieras del sector público y minimice los costos financieros y el tiempo de ejecución del proyecto.
- Apoyar, preparar y organizar toda la información necesaria para que el AMB, entidad territorial responsable de la implementación del proyecto, adelante la consecución y aseguramiento de los recursos y créditos necesarios para contratar la construcción de la infraestructura a su cargo, de ser así necesario.
- Desarrollar un esquema para la asignación y mitigación de riesgos, determinación del valor de las contingencias y la definición de mecanismos de compensación, que contenga las herramientas de administración y distribución de riesgos más adecuadas para el AMB y los inversionistas.
- Verificar las proyecciones financieras y su impacto sobre las inversiones, costos operacionales y administrativos, rentabilidad del ente gestor y de los diferentes operadores del sistema.
- Diseñar una estrategia clara que evite la presentación de ofertas de concesión con precios artificialmente bajos.
- Diseñar una estrategia inmobiliaria con la cual se pueda conseguir recursos para la financiación del proyecto del Sistema Integrado de Transporte Masivo.



- Diseñar estrategias de financiación para el mantenimiento de las obras de infraestructura de acuerdo a los aportes de la nación y de los municipios.
- Adelantar la promoción del proyecto.



CONVENIO INTERADMINISTRATIVO

, ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO
DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

No	Item	Duración	Valor
1	Cañaveral - La Virgen	4	189.915.000
2	Cañaveral - Piedecuesta	4	264.000.000
3	Puerta Sol - Girón	4	234.505.000
4	Puerta Sol - UIS - Calle 9	4	157.500.000
5	Diseño Operativo	3	90.006.055
6	Sistema de Recaudo	2	61.103.555
7	Centro de Control	2	61.653.555
8	Estructuración Técnica y Legal	12	257.712.662
9	Rutas Complementarias	4	75.568.555
10	Estructuración Financiera	12	700.000.000
Valor Total			\$ 2.091.964.382

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL
 SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO
 DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

ANÁLISIS DE PRECIOS GLOBALES
ITEM 2: Diseños del tramo Cañaveral - Piedecuesta (12 Km)

Personal	Cantidad (Meses)	Sueldo Básico	Dedic.	Factor Prestacional	Valor Total
Director Proyecto	4	4.500.000	0,25	1,65	\$7.425.000
Arquitecto	4	3.500.000	0,50	1,65	\$11.550.000
Arquitecto auxiliar	4	1.500.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Ingeniero Estructural	4	3.000.000	0,50	1,65	\$9.900.000
Ingeniero Sanitario	4	3.000.000	0,50	1,65	\$9.900.000
Ingeniero Geotecnista	4	3.000.000	0,50	1,65	\$9.900.000
Ingeniero de Pavimentos	4	3.000.000	0,50	1,65	\$9.900.000
Ingeniero Eléctrico	4	3.000.000	0,50	1,65	\$9.900.000
Ingeniero de Vías	4	3.000.000	1,00	1,65	\$19.800.000
Ingeniero de Transporte	4	3.000.000	1,00	1,65	\$19.800.000
Ingeniero de Costos	4	1.500.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Ingenieros Auxiliares	10	1.000.000	1,00	1,65	\$16.500.000
Secretaria	1	800.000	0,50	1,65	\$660.000
				Subtotal	\$145.035.000
Equipos	Cantidad	Valor Mes	No. Meses	Factor Prestacional	Valor Total
Equipo de Computo	10	300.000	4	1,10	\$13.200.000
Software Especializado	1	2.000.000	4	1,10	\$8.800.000
Cámara Fotográfica Digital	2	150.000	4	1,10	\$1.320.000
				Subtotal	\$23.320.000
Otros Costos	Cantidad	Valor Unitario	Unidad	Factor Prestacional	Valor Total
Levantamiento topográfico	10	2.000.000	Km	1,10	\$22.000.000
Ensayos de Laboratorio	10	1.000.000	Km	1,10	\$11.000.000
Fotocopias y Papeleria	4	125.000	Mes	1,10	\$550.000
Planos	260	200.000	Unidad	1,10	\$57.200.000
Pasaje Aereos	5	450.000	Unidad	1,10	\$2.475.000
Viaticos	10	220.000	Dia	1,10	\$2.420.000
				Subtotal	\$95.645.000
					VALOR TOTAL \$264.000.000

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL
 SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO
 DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

ANÁLISIS DE PRECIOS GLOBALES
ITEM 5: Diseño Operacional del SITM

Personal	Cantidad (Meses)	Sueldo Básico	Dedic.	Factor Prestacional	Valor Total
Director Proyecto	3	4.500.000	0,10	1,65	\$2.227.500
Experto en Operación de SITM	3	20.000.000	0,25	1,65	\$24.750.000
Ingeniero de Transporte y Vias	6	3.000.000	1,00	1,65	\$29.700.000
Ingenieros Auxiliares	6	1.000.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Secretaria	1	1.065.791	1,00	1,65	\$1.758.555
				Subtotal	\$68.336.055

Equipos	Cantidad	Valor Mes	No. Meses	Factor Prestacional	Valor Total
Equipo de Computo	6	300.000	3	1,10	\$5.940.000
Software Especializado	1	2.000.000	3	1,10	\$6.600.000
				Subtotal	\$12.540.000

Otros Costos	Cantidad	Valor Unitario	Unidad	Factor Prestacional	Valor Total
Fotocopias y Papeleria	3	100.000	Mes	1,10	\$330.000
Planos	10	200.000	Unidad	1,10	\$2.200.000
Pasaje Aereos	5	400.000	Unidad	1,10	\$2.200.000
Viaticos	20	200.000	Dia	1,10	\$4.400.000
				Subtotal	\$9.130.000

VALOR TOTAL \$90.006.055

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO

ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL
SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO
DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

ANÁLISIS DE PRECIOS GLOBALES
ITEM 6: Diseño del Sistema de Recaudo

Personal	Cantidad (Meses)	Sueldo Básico	Dedic.	Factor Prestacional	Valor Total
Director Proyecto	2	4.500.000	0,10	1,65	\$1.485.000
Experto en Tecnología de Recaudos	2	20.000.000	0,25	1,65	\$16.500.000
Ingeniero Industrial	2	3.000.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Ingeniero de Sistemas	2	3.000.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Ingenieros Auxiliares	6	1.000.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Secretaría	1	1.065.791	1,00	1,65	\$1.758.555
				Subtotal	\$49.443.555

Equipos	Cantidad	Valor Mes	No. Meses	Factor Prestacional	Valor Total
Equipo de Computo	3	300.000	2	1,10	\$1.980.000
Software Especializado	1	2.000.000	2	1,10	\$4.400.000
				Subtotal	\$6.380.000

Otros Costos	Cantidad	Valor Unitario	Unidad	Factor Prestacional	Valor Total
Fotocopias y Papeleria	2	100.000	Mes	1,10	\$220.000
Planos	5	200.000	Unidad	1,10	\$1.100.000
Pasaje Aereos	3	400.000	Unidad	1,10	\$1.320.000
Viaticos	12	200.000	Dia	1,10	\$2.640.000
				Subtotal	\$5.280.000

VALOR TOTAL \$61.103.555

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO

ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL
SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO
DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS GLOBALES
ITEM 7: Centro de Control**

Personal	Cantidad (Meses)	Sueldo Básico	Dedic.	Factor Prestacional	Valor Total
Director Proyecto	2	4.500.000	0,10	1,65	\$1.485.000
Experto en Centro de Control de SITM	2	20.000.000	0,25	1,65	\$16.500.000
Ingeniero de Transporte	2	3.000.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Ingeniero de Sistemas	2	3.000.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Ingeniero de Comunicaciones	2	3.000.000	1,00	1,65	\$9.900.000
Ingenieros Auxiliares	3	1.000.000	1,00	1,65	\$4.950.000
Secretaria	1	1.065.791	1,00	1,65	\$1.758.555
				Subtotal	\$54.393.555

Equipos	Cantidad	Valor Mes	No. Meses	Factor Prestacional	Valor Total
Equipo de Computo	3	300.000	2	1,10	\$1.980.000
				Subtotal	\$1.980.000

Otros Costos	Cantidad	Valor Unitario	Unidad	Factor Prestacional	Valor Total
Fotocopias y Papeleria	2	100.000	Mes	1,10	\$220.000
Planos	5	200.000	Unidad	1,10	\$1.100.000
Pasaje Aereos	3	400.000	Unidad	1,10	\$1.320.000
Viaticos	12	200.000	Dia	1,10	\$2.640.000
				Subtotal	\$5.280.000

VALOR TOTAL \$61.653.555

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO

ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL
SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO
DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS GLOBALES
ITEM 8: Estructuración Técnica y Legal**

Personal	Cantidad (Meses)	Sueldo Básico	Dedic.	Factor Prestacional	Valor Total
Director Proyecto	12	4.500.000	0,10	1,65	\$8.910.000
Coordinador Jurídico	12	6.000.000	0,50	1,65	\$59.400.000
Especialista en Contratación Estatal	6	6.000.000	0,50	1,65	\$29.700.000
Especialista en Contratación Estatal y Privada	6	6.000.000	0,50	1,65	\$29.700.000
Especialista en Contratación Privada (Fiducia)	6	6.000.000	0,50	1,65	\$29.700.000
Abogados Asistentes	24	1.500.000	1,00	1,65	\$59.400.000
Secretaria	12	1.065.791	1,00	1,65	\$21.102.662
				Subtotal	\$237.912.662

Equipos	Cantidad	Valor Mes	No. Meses	Factor Prestacional	Valor Total
Equipo de Computo	2	300.000	12	1,10	\$7.920.000
				Subtotal	\$7.920.000

Otros Costos	Cantidad	Valor Unitario	Unidad	Factor Prestacional	Valor Total
Fotocopias y Papelería	12	100.000	Mes	1,10	\$1.320.000
Pasaje Aereos	12	400.000	Unidad	1,10	\$5.280.000
Viaticos	24	200.000	Dia	1,10	\$5.280.000
				Subtotal	\$11.880.000

VALOR TOTAL \$257.712.662

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL
 SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO
 DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

ANÁLISIS DE PRECIOS GLOBALES
ITEM 9: Diseño Rutas Complementarias

Personal	Cantidad (Meses)	Sueldo Básico	Dedic.	Factor Prestacional	Valor Total
Director Proyecto	4	4.500.000	0,10	1,65	\$2.970.000
Experto en Diseño de Rutas	2	20.000.000	0,25	1,65	\$16.500.000
Ingeniero de Transporte y Vías	4	3.000.000	1,00	1,65	\$19.800.000
Ingenieros Auxiliares	8	1.000.000	1,00	1,65	\$13.200.000
Secretaria	1	1.065.791	1,00	1,65	\$1.758.555
				Subtotal	\$54.228.555

Equipos	Cantidad	Valor Mes	No. Meses	Factor Prestacional	Valor Total
Equipo de Computo	2	300.000	4	1,10	\$2.640.000
Software Especializado	1	2.000.000	4	1,10	\$8.800.000
Cámara Fotográfica Digital	1	150.000	4	1,10	\$660.000
				Subtotal	\$12.100.000

Otros Costos	Cantidad	Valor Unitario	Unidad	Factor Prestacional	Valor Total
Fotocopias y Papeleria	4	100.000	Mes	1,10	\$440.000
Planos	10	200.000	Unidad	1,10	\$2.200.000
Pasaje Aereos	5	400.000	Unidad	1,10	\$2.200.000
Viaticos	20	200.000	Dia	1,10	\$4.400.000
				Subtotal	\$9.240.000

VALOR TOTAL \$75.568.555