

**ACTUALIZACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DEL  
PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DEL ÁREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA “METROLÍNEA”**



**RAFAEL ANTONIO CARRILLO MONSALVE**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2007**

**ACTUALIZACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DEL  
PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DEL ÁREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA “METROLÍNEA”**

**RAFAEL ANTONIO CARRILLO MONSALVE**

**TESIS DE GRADO EN LA MODALIDAD PRÁCTICA EMPRESARIAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR:**

**Ingeniero Civil. Ms.c, GUILLERMO MEJÍA AGUILAR.**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2007**

A Dios,  
por brindarme la sabiduría y  
la fortaleza necesaria  
para seguir adelante con mis sueños,  
poniendo en mi camino personas  
que hicieron de mí un gran ser humano y  
un excelente profesional.

A mis padres,  
Josefa y Luis Antonio  
por su apoyo incondicional,  
por su amor y por hacer de mí  
un hombre responsable,  
decidido, íntegro y lleno de amor a su profesión.

A mis hermanos,  
en especial a Sofía, que me brindó las herramientas y  
la comprensión necesaria durante mi formación académica

A mi madrina  
Benilda,  
quien a pesar de no estar a mi lado,  
contribuyó con el propósito que me tracé  
al iniciar mis estudios en tan excelente Universidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece la colaboración de todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto y de manera especial:

A mi director de proyecto, el ingeniero Guillermo Mejía Aguilar, por ofrecer a este equipo de trabajo su voz de aliento en todo momento, brindarnos su experiencia y conocimiento y ofrecernos seguridad y certeza en el desarrollo del mismo.

A mi tutor, el ingeniero Carlos Enrique Bueno Cadena, quien hace parte del Grupo de Investigación en Geomática, encargado del sector que comprende todo lo concerniente al área presupuestal; quien fue más que jefe, un amigo, muy presto a colaborar y brindar sugerencias oportunas en la consecución del proyecto.

A todo el equipo de trabajo de Geomática, el cual me brindó todo su apoyo intelectual y moral, a su director el ingeniero Hernán Porras Díaz, por abrirme el espacio en este grupo de investigación y de esta forma poder aportar mis conocimientos en un proyecto de gran importancia que permitirá el desarrollo de los municipios que hacen parte del Área Metropolitana de Bucaramanga.

A mis amigos docentes de la escuela de Ingeniería Civil, quienes aportaron excelentes sugerencias, cada uno dentro de su campo de desempeño, y facilitaron información primordial lo cual me facilitó cumplir satisfactoriamente los objetivos propuestos.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
OBJETIVOS	19
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA	20
1.1 GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEOMÁTICA	20
1.1.1 Misión.	20
1.1.2 Objetivos.	20
1.1.3 Servicios De Geomática.	21
1.1.4 Proyectos Realizados.	22
1.2 CONVENIO ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANAGA (AMB) - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS)	24
1.2.1 Antecedentes.	24
1.2.2 Desarrollo.	24
1.3 METROLÍNEA	25
1.3.1 Objetivos.	26
1.3.2 Alcance.	26
1.3.3 Entidades Involucradas En El Proyecto.	26
1.3.4 Infraestructura.	27

1.3.5 Elementos Que Conforman El Sistema.	27
2. PRELIMINARES	32
2.1 INFORMACIÓN EXISTENTE A ACTUALIZAR	32
2.2 INFORMACIÓN A RECOPIRAR	32
3. TRABAJOS A REALIZARSE EN EL SECTOR PARQUE DE LOS PERIODISTAS DIAGONAL 15 CON AVENIDA LA ROSITA FRENTE AL ÉXITO	34
3.1 DESCRIPCIÓN	34
3.2 CASAS	34
3.3 MOBILIARIO URBANO	35
3.3.1 Elementos del servicio público no relacionado en el análisis presupuestal.	36
3.3.2 Mobiliario relacionado en el análisis presupuestal.	37
3.4 ZONAS BLANDAS	40
3.5 ZONAS DURAS	40
3.6 CÁLCULOS EFECTUADOS EN LA CONSECUCCIÓN DE PRESUPUESTOS	41
4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA ESTACIONES DEL SITM	46
4.1 GENERALIDADES DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ANÁLISIS PRESUPUESTAL PARA LAS ESTACIONES	46
4.2 LOSA TÁCTIL GUÍA 40X40X06 EN CONCRETO (INCLUYE SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y MORTERO DE PEGA)	47
4.2.1 Descripción Y Metodología.	47
Figura 5. Detalle en planta de losa táctil guía en concreto 40x40x06 cm-Rampa estación.	48
4.2.2 Medida y Forma De Pago.	48

4.3 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REJA TIPO CON MARCO EN LÁMINA DOBLADA 2,45 X 2,40 M	48
4.3.1 Descripción Y Metodología.	48
4.3.2 Medida Y Forma De Pago.	50
4.4 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA CORREDIZA EN VIDRIO TEMPLADO DE SEGURIDAD MIN 8 MM	51
4.4.1 Descripción Y Metodología.	51
4.4.2 Medida Y Forma De Pago.	55
4.5 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA ESTACIONES DEL SITM	55
5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA PUENTES PEATONALES DEL SITM	57
5.1 GENERALIDADES DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTALES PARA PUENTES PEATONALES	57
5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SAND-BLASTING Y PINTURA, APLICADA EN SUPERFIES DE ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA LOS PUENTES PEATONALES	58
5.2.1 Elementos Fabricados en Acero al Carbono.	58
5.2.2 Elementos Galvanizados.	59
5.2.3 Reparaciones De Uniones Soldadas Y Pintura Quemada.	60
5.2.4 De Los Fabricantes De Las Pinturas. Los fabricantes de las pinturas deben cumplir con las siguientes condiciones:	61
5.2.5 Del Contratista. El Contratista debe cumplir con las siguientes condiciones:	62
5.2.6 Condiciones De Exposición.	63
5.2.7 De Interventoría.	64

5.3 LÁMINA COLABORANTE METALDECK O SIMILAR 2" Cal. 20 CON CONCRETO 3000 Psi PARA RAMPA Y TABLERO DEL PUENTE PEATONAL	67
5.3.1 Descripción y Metodología.	67
5.3.2 Medida y Forma De Pago.	71
5.4 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA PUENTES PEATONALES	71
6. APORTE REFERENTE A LOS INDICADORES DEFINICIONES, OBTENCIÓN Y UTILIDAD EN EL ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS	74
6.1 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES	74
6.2 IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES	75
6.3 CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES	75
6.3.1 Mensurabilidad.	75
6.3.2 Análisis.	76
6.3.3 Relevancia.	76
6.4 CLASES DE INDICADORES	76
6.4.1 Indicadores Cuantitativos.	76
6.4.2 Indicadores Cualitativos.	76
6.4.3 Indicadores Directos	76
6.4.4 Indicadores Indirectos.	76
6.4.5 Indicadores Positivos	76
6.4.6 Indicador Negativo.	76
6.5 BASES DE MEDICIÓN	77
6.5.1 Importancia de la medición.	77

6.6 EJEMPLO PRÁCTICO ACERCA DE LA CREACIÓN DE UN INDICADOR PARA EVALUAR UN PUENTE PEATONAL EN KILOGRAMOS SOBRE METRO LINEAL	<b>78</b>
6.6.1 Creación De Indicador Para El Puente Peatonal En El Diamante II.	<b>81</b>
7. CONCLUSIONES	<b>83</b>
8. RECOMENDACIONES	<b>85</b>
BIBLIOGRAFÍA	<b>87</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Relación área demolida vs. tiempo de demolición.	43
Tabla 2. Relación área demolida vs. tiempo de demolición.	44

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Estación de transferencia Cañaveral.	<b>28</b>
Figura 2. Buses troncales.	<b>29</b>
Figura 3. Mapa de la zona de afectación carrera 15, carrera 17 y avenida la Rosita.	<b>35</b>
Figura 4. Análisis de precio unitario demolición del parque zona dura.	<b>42</b>
Figura 5. Detalle en planta de losa táctil guía en concreto 40x40x06 cm- Rampa estación.	<b>48</b>
Figura 6. Detalle fijación superior de la reja y detalle de unión entre rejas.	<b>49</b>
Figura 7. Detalle cerramiento reja tipo con marco en lámina doblada 2,45 x 2,4 m.	<b>50</b>
Figura 8. Detalle de puerta corrediza telescópica elaborado en 3d.	<b>54</b>
Figura 9. Esquema modulación planta y frontal de puertas automáticas deslizantes telescópicas, vidrio de espesor e = 8mm con sistema sand-blasting	<b>54</b>
Figura 10. Análisis de precio unitario puerta de mantenimiento 0,5x0,8m.	<b>56</b>
Figura 11. Detalle constructivo placa superestructura Metaldeck o similar puente peatonal.	<b>70</b>
Figura 12. Detalle constructivo placa superestructura Metaldeck o similar para puente peatonal.	<b>71</b>
Figura 13. Vista frontal y superior de apoyo de soporte que conecta el tablero con la columna metálica del puente peatonal.	<b>72</b>
Figura 14. Análisis unitario para apoyo T2 (1,8x1,8m) construido con tubo estructural de diámetro $\varnothing = 6''$ y espesor e = 1/4''.	<b>73</b>

Figura 15. Detalle de algunos de los elementos que conforman el puente metálico peatonal.	<b>79</b>
Figura 16. Hoja de cálculo donde se hallan longitudes y pesos totales del puente peatonal ubicado en el barrio Diamante II.	<b>80</b>
Figura 17. Creación de indicadores e indicadores existentes.	<b>82</b>

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	<b>pág.</b>
Fotografía 1. Sistema de recaudo.	<b>30</b>
Fotografía 2. Patios y talleres.	<b>30</b>
Fotografía 3. Sala de control centralizado.	<b>31</b>
Fotografía 4. Teléfono público.	<b>36</b>
Fotografía 5. Transformador.	<b>37</b>
Fotografía 6. Banca ubicada en el parque de los periodistas.	<b>38</b>
Fotografía 7. Caneca ubicada en el parque de los periodistas.	<b>38</b>
Fotografía 8. Bolardos ubicados en el parque de los periodistas.	<b>39</b>
Fotografía 9. Farolas del parque los periodistas.	<b>40</b>

## RESUMEN

**TITULO:** ACTUALIZACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DEL PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA “METROLÍNEA”\*

**AUTOR:** CARRILLO MONSALVE, Rafael Antonio\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Metrolínea, presupuestos, ítem, costos directos, costos indirectos, indicadores, túnel, estaciones, puentes peatonales, APU, WBS.

### **DESCRIPCIÓN:**

En este trabajo se exponen las actividades correspondientes a la actualización y estimación de costos, y la consecución de presupuestos, para las actividades de desmonte, demolición y ejecución de obras estructurales, que se llevarán a cabo durante el desarrollo del Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea, en el Área Metropolitana de Bucaramanga. El aporte de esta práctica empresarial, consiste en elaborar, en el último capítulo de este documento, un marco de referencia en el cual se presente una metodología que facilite el cálculo apropiado en la obtención de indicadores, los cuales, van a simplificar la obtención de forma inmediata de los precios de las estructuras y elementos que constituyan las obras que se ha estimado realizar en el transcurso del presente año 2007.

El alcance de este aporte consiste, en primera instancia, en servir como punto de partida en la obtención rápida y oportuna del costo de cualquier proyecto a partir de indicadores existentes. Luego de analizar de forma exhaustiva los presupuestos requeridos, se busca, disminuir el tiempo en la obtención de valores. Como segunda instancia, facilita que estos indicadores sirvan como valores de comparación con otros, evitando cometer errores de presupuesto que posteriormente puedan perjudicar el desarrollo normal de la ejecución de la obra.

---

\* Proyecto de grado modalidad práctica empresarial

\*\* Facultad de ingenierías físico mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director. Ing. Ms c. Guillermo Mejía Aguilar

## SUMMARY

**TITLE: UPGRADE AND SYSTEMATIZATION OF COSTS AND BUDGETS OF THE INTEGRATED SYSTEM PROJECT OF MASSIVE TRANSPORTATION OF THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA “METROLINEA” \***

**AUTHOR: CARRILLO MONSALVE, Rafael Antonio\*\***

**KEY WORDS: Metrolínea, budgets, item, direct costs, indirect costs, indicators, tunnel, stations, pedestrian bridges, APU, WBS.**

### **DESCRIPTION:**

The activities corresponding to the upgrade and estimation of costs and the attainment of budgets are exposed in this work, for the activities of dismantling, demolition and execution of structural works that will be taken during the development of the Integrated System of Massive Transportation, Metrolínea, in the Metropolitan Area of Bucaramanga. The contribution of this managerial practice, consists on elaborating a text, in which a methodology is presented to facilitate the appropriate calculation, in the obtainment of indicators that will simplify the immediate obtainment of prices of the structures and elements that constitute the works that had been figured up to carry out in the course of the present year of 2007.

The reach of this contribution, is at first instance, to be a starting point based on existential indicators to obtain a quick, suitable cost of any project. After an exhaustive analysis of required budgets, it is looked for to diminish the time to obtain values. And as a second instance, to use these indicators as a comparison point with other ones, to avoid, this way, presupuestal errors that can obstaculize the normal development of the work.

---

\* Project of degree Managerial Practice

\*\* Faculty of Physical Mechanical Engineerings, School of Civil Engineering. Director, Ing Ms. c. Guillermo Mejía Aguilar

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Industrial de Santander, especialmente en su historia reciente, se ha visto en la necesidad de involucrarse en proyectos de gran envergadura, adaptándose de esta manera al nuevo modelo económico de autofinanciación que se lleva a cabo en el país. La Universidad, entendiendo los cambios producto de la globalización, permite por medio de sus grupos de investigación, como Geomática, que estudiantes de últimos semestres, puedan realizar su práctica empresarial en proyectos de desarrollo nacional como el del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM), para el Área Metropolitana de Bucaramanga. Nuestro trabajo consiste en realizar los presupuestos que le permitan a Metrolínea S.A. (entidad contratante) establecer un punto de máxima referencia en cuanto al dinero necesario para realizar las obras y valorar los presupuestos dados por los contratistas en el proceso licitatorio.

La Universidad se ve avocada a formar profesionales íntegros, que sean participes en procesos constructivos de conocimiento y desarrollo para el país, razón por la cual, con ese mismo criterio, se realizó la investigación requerida para fundamentar el proyecto, partiendo del trabajo realizado por el grupo de investigación Geomática. Se trabajará los temas relacionados con la parte estructural que aún no se han desarrollado, creando presupuestos y pliegos respectivos, los cuales se implementarán en el Proyecto Integrado de Transporte Masivo (SITM), el cual, promete un gran desarrollo vial y urbano, ordenado con calidad de vida para los habitantes del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) respecto al transporte existente actualmente.

Con base en las experiencias adquiridas durante la práctica empresarial, se efectuó el aporte del proyecto, que consiste en proporcionar un marco de

referencia, respecto a los indicadores, determinando elementos o labores a evaluar en el campo de la construcción, definiéndolos y dando un ejemplo en la obtención de ellos, mostrando de forma práctica la utilidad de conocer una cifra que sirva de apoyo, para realizar una evaluación real del presupuesto que se necesite, comparando resultados y “amarrándolos” a unos indicadores existentes para generar uno nuevo.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Actualizar, especificar y mejorar los presupuestos y costos del Sistema de Transporte Masivo Metrolínea, creando precios unitarios de nuevos ítems que sirvan de soporte técnico a los profesionales encargados de esta área, sistematizando la información apoyada en software genérico de Microsoft Office.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar procesos constructivos, materiales, equipos, herramientas y mano de obra requerida para la realización del proyecto.
- Realizar los análisis y actualizaciones necesarias para verificar los precios unitarios tanto de ítems existentes como de ítems nuevos.
- Recopilar la información generada en los precios de valor unitario y presupuestos, utilizando Software genérico de Microsoft Office.
- Crear como aporte un marco de referencia respecto a los indicadores, mostrando como se obtienen y las utilidades para las que son creados.
- Especificar cada uno de los materiales, equipos y elementos, que se necesiten utilizar en el proyecto.

## **1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA**

### **1.1 GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEOMÁTICA**

El grupo de Investigación GEOMÁTICA está vinculado con la Escuela de Ingeniería Civil y la Dirección General de Investigaciones de la Universidad Industrial de Santander desde hace 8 años, ha desarrollado proyectos e investigaciones en todo lo concerniente a las ingenierías. Cuenta con un material humano y profesional excelente, reuniendo a docentes y alumnos de postgrado y pregrado de ésta y otros entes educativos de gran prestigio, de las Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería en Sistemas, Geología, Estudios Industriales y Empresariales, Matemáticas, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica y Ambiental.

**1.1.1 Misión.** El grupo de Investigación Geomática, tiene como misión promover el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías en el manejo análisis y distribución de información tanto alfanumérica como georreferenciada indispensable en los procesos de toma de decisiones en los sectores públicos y privados, a nivel regional, departamental y nacional.

#### **1.1.2 Objetivos.**

- Apropiar y generar conocimiento sobre tecnologías de punta aplicables a la generación, planeación, diseño y administración de proyectos orientados al desarrollo sostenible regional.

- Socializar la cultura del uso de las nuevas tecnologías para la toma de decisiones de alto nivel.
- Formar jóvenes profesionales con espíritu investigador en el uso de las nuevas tecnologías de punta, capaces de hacer una eficaz transferencia de tecnología.
- Intercambiar con pares nacionales e internacionales, la ejecución de proyectos y programas de investigación conjuntos.

**1.1.3 Servicios De Geomática.** La Universidad ofrece gran variedad de servicios a través de sus grupos investigativos y de asesorías. Entre estos grupos se encuentra GEOMÁTICA, el cual oferta servicios de consultoría en la parte temática y de aplicación abarcando campos del saber en Ingeniería, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Computación, Sistemas de Información y de Decisión, Telecomunicaciones, Ciencias de la Ingeniería, Teoría de la Información, de la Señal y de las Comunicaciones, Construcción y temas afines; Tecnología, Edificación, Construcciones, Generalidades, Ingeniería del Medio Ambiente.

También se trabaja asesorando entidades regionales y nacionales, solucionando problemas respecto al procesamiento de información, captura, transmisión, integridad y seguridad de las bases de datos. Utilizando tecnología de punta dándole solución en tiempo real a problemas de amplia cobertura espacial, como lo es SIG, GPS, sensores remotos e imágenes espaciales entre otros.

Desarrolla simulaciones virtuales en 3D de modelos físicos, previamente calibrados, que permite tener una idea más real de las soluciones probables que se puedan dar y de esta forma, optar por la decisión mas adecuada respecto a la problemática que se piensa resolver.

Entre los trabajos de asesorías y consultorías tenemos los siguientes temas:

- Estudios socio económicos, ambientales, de ingeniería, de salud y de educación.
- Creación de planes de desarrollo y de reorganización.
- Estudio de tráfico, inventario de vías, señalización y diseño de soluciones viales y de intersecciones de tráfico peatonal.
- Diseño de acueductos, alcantarillados y pavimentación de vías.
- Estudio de suelos.
- Diseños geométricos, de estructura y carpeta asfáltica para tráfico y cálculos de presupuesto en construcción de vías.
- Diseño de sistemas de información y monitoreo ambiental de la tecnología.
- Desarrollo de proyectos, programas de investigación y trabajos de carácter tecnológico, económico, social y cultural.
- Aplicación industrial, comercial y social de los trabajos de beneficio social.

**1.1.4 Proyectos Realizados.** Dentro de la gran variedad de servicios que ofrece el centro de Investigación Geomática para resolver en forma profesional los desafíos que presenta la sociedad colombiana a nivel regional y nacional, se pueden destacar algunos títulos de proyectos que han sido de gran importancia para el desarrollo de la sociedad en general, entre los cuales tenemos:

- Estudio y diseño para la pavimentación de la vía Gámbita – Vado Real – Departamento de Santander.
- Estudio de viabilidad financiera del proyecto hidroeléctrico Sogamoso, considerando diferentes modalidades empresariales o comerciales para adelantar la ejecución del proyecto.
- Estudios ambientales complementarios del proyecto hidroeléctrico Sogamoso en el aspecto ecológico.
- Estudios y diseños definitivos en la ampliación del viaducto García Cadena del municipio de Bucaramanga – Departamento de Santander.
- Estudios y diseño del viaducto La Flora del municipio de Bucaramanga.
- Actualización del inventario de la red vial, cálculo del patrimonio vial, formulación del plan de transporte e infraestructura y formulación del plan de reorganización de la Secretaría de Obras Públicas.
- Estudio de tráfico, de vías internas y externas del Circuito Interno de Bucaramanga – CIB, para conocer la demanda vehicular e identificar las vías actuales y futuras con los puntos que presentan conflictos, inventario de vías y señalización, diseño de soluciones viales y de intersecciones de tráfico peatonal en el CIB.
- Desarrollo de un Sistema de Información Geográfico – SIG, para el manejo de la información de la Subdirección de Normatización y Calidad Ambiental de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

## **1.2 CONVENIO ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANAGA (AMB) - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS)**

**1.2.1 Antecedentes.** La junta Metropolitana acordó entre las propuestas presentadas por la UIS, FONADE y TRANSMILENIO, celebrar el convenio con la Universidad Industrial de Santander, entre otras consideraciones se tuvieron en cuenta:

- La inclusión del Sistema de Servicio Público Urbano de Transporte Masivo dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2002 – 2006.
- Contemplar el Sistema de Transporte Masivo en el Plan de Desarrollo Metropolitano.
- Lo estipulado en el documento CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) de Julio 26 de 2004: continuar con la estructuración técnica legal y financiera del proyecto, incluyendo el diseño detallado del sistema de recaudo y centro de control, realizar la apertura de los concursos o la firma de los convenios para elaborar los diseños definitivos de la infraestructura del proyecto.
- Lo estipulado en el documento CONPES 3370 de Agosto 1 de 2005: La inclusión del municipio de San Juan de Girón en el Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM).

**1.2.2 Desarrollo.** Mediante el contrato interadministrativo No. 033 realizado entre el AMB y la UIS, el siete (7) de Diciembre de Dos mil Cuatro (2004), se acordó la realización de los estudios y diseños definitivos de infraestructura básica

y estructuración técnica, legal y financiera para el Sistema Integrado de Transporte Masivo, de conformidad a lo contemplado en los términos de referencia y a la propuesta presentada por la UIS.

La UIS se comprometió a realizar los estudios y diseños arquitectónicos e ingenieriles definitivos como primera medida de la infraestructura vial para troncales y pretroncales, señalización, semaforización, adecuación de corredores y alimentadores y como segunda instancia, de la parte estructural como son las estaciones, portales, estaciones de transferencia, puentes peatonales y deprimidos, también se deben realizar los pliegos licitatorios del proyecto. Se debe acompañar, asesorar y resolver dudas surgidas en cada una de las etapas del procedimiento contractual junto con el ordenamiento de las rutas complementarias.

### **1.3 METROLÍNEA**

Esta empresa es una sociedad anónima de capital totalmente público, constituida mediante acta número diez once (1011) del veintiuno 21 de Marzo de Dos mil tres 2003, en la notaría séptima de Bucaramanga, con aclaración en el acta treinta y ocho cero nueve (3809) del seis 6 de Octubre de Dos mil Cuatro 2004 en la misma notaría.

El representante legal es el Dr. Félix Francisco Rueda Forero, Administrador de Empresas, egresado de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, UNAB., especialista en Finanzas y Mercadeo de la misma institución.

### **1.3.1 Objetivos.**

- Gestar la implementación del Sistema Integrado de Transporte Masivo para los habitantes del Área Metropolitana de Bucaramanga - AMB.
- Coordinar todas las tareas y obras a realizarse durante la ejecución del proyecto.
- Garantizar un inmejorable servicio al ponerse en funcionamiento el proyecto.
- Asumir la responsabilidad respecto a la logística.
- Dirigir los procesos administrativos del Sistema.

**1.3.2 Alcance.** Como todo proyecto importante, dentro de los análisis realizados, se estima que al inicio del funcionamiento de la obra, la empresa recibirá el 76% del total de usuarios del servicio de transporte público del Área Metropolitana de Bucaramanga - AMB, y con el paso del tiempo y de las obras, muy probablemente seguirá en ascenso cuando el SITM comience a mejorar la calidad de vida de los habitantes de los municipios involucrados en el proyecto.

**1.3.3 Entidades Involucradas En El Proyecto.** Los principales entes gubernamentales del departamento que están involucrados apoyando esta iniciativa son:

- Municipio de Bucaramanga.
- Área Metropolitana de Bucaramanga.

- IMEBU (Instituto Municipal de Empleo y Fomento Empresarial de Bucaramanga).
- INVISBU.
- Dirección de Transito y Transporte de Bucaramanga.

**1.3.4 Infraestructura.** El Sistema Integrado de Transporte Masivo pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes del Área Metropolitana de Bucaramanga - AMB. Para ello es primordial la planeación estratégica del proyecto, la cual nos permitirá satisfacer todas las necesidades de movilización de los usuarios de transporte público de los municipios de Bucaramanga, Girón, Floridablanca y Piedecuesta, a través de la construcción de vías alimentadoras y rutas complementarias que, junto a las líneas troncales, permitirán la accesibilidad a los lugares de mayor concentración de la población.

#### **1.3.5 Elementos Que Conforman El Sistema.**

- **Troncal.** Carril destinado exclusivamente para la operación del sistema.
- **Pretroncal.** Hace referencia a los carriles compartidos para la operación del sistema.
- **Estaciones.** Es una construcción que pretende facilitar al usuario el intercambio entre medios de transporte al evitar confusiones en sus transbordos, reduciendo las distancias de recorrido y mejorando las condiciones en que se llevan a cabo.

Se encuentran ubicadas en el separador central y equidistan en promedio unos 600m, presenta un control de acceso prepago, plataforma alta de unos 90cm y se recomienda preferiblemente con acceso semaforizado.

- **Estación de Transferencia:** infraestructura diseñada para facilitar el intercambio de pasajeros, ya sea de un mismo o de varios medios de transporte.

**Figura 1. Estación de transferencia Cañaverál.**



Fuente: Archivo fotográfico equipo técnico Geomática.

- **Ruta Alimentadora.** Permite cubrir el área y transportar al usuario a un punto de trasbordo, donde el usuario hace uso de un medio de transporte de igual o mayor capacidad.
- **Ruta Complementaria.** Ruta que no hace parte del sistema integrado de transporte masivo.
- **Buses Padrones.** Vehículos con capacidad para transportar 100 pasajeros.

- **Buses Alimentadores:** vehículos nuevos o de modelos recientes, se recomienda sean menores a 5 años, con capacidad para transportar 100 pasajeros.
- **Buses complementarios:** buses con capacidad para transportar 60 pasajeros.
- **Buses Troncales:** vehículos articulados con capacidad para llevar 160 pasajeros sentados y de pie, con emisiones bajas de combustible (GNC o Diesel Euro III).

**Figura 2. Buses troncales.**



Fuente: [http://www.metrolinea-sa.com/sitm\\_new.htm](http://www.metrolinea-sa.com/sitm_new.htm)

- **Sistema de recaudo.** Tarjetas inteligentes sin contacto, funcionan como tarjeta débito y también almacenan información.

**Fotografía 1. Sistema de recaudo.**



Fuente: [http://www.metrolinea-sa.com/sitm\\_new.htm](http://www.metrolinea-sa.com/sitm_new.htm)

- **Patios y talleres:** son adyacentes a las vías troncales, distan en promedio unos 0.75km aproximadamente.

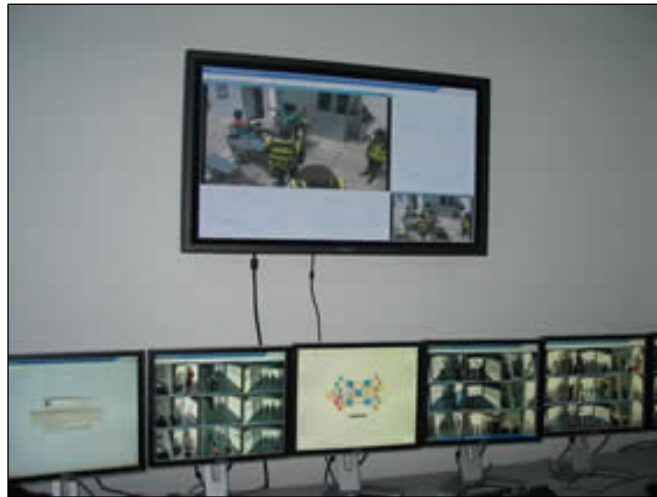
**Fotografía 2. Patios y talleres.**



Fuente: [http://www.metrolinea-sa.com/sitm\\_new.htm](http://www.metrolinea-sa.com/sitm_new.htm)

- **Control centralizado:** permite la comunicación de voz y datos brindando mayor seguridad e información al sistema, también asiste en la localización de forma automática de los vehículos troncales.

**Fotografía 3. Sala de control centralizado.**



Fuente: [http://www.metrolinea-sa.com/sitm\\_new.htm](http://www.metrolinea-sa.com/sitm_new.htm)

## **2. PRELIMINARES**

La finalidad de esta práctica, es dar a conocer la forma como se logró seguir el proceso de desarrollo del presupuesto del SITM, y mejorar la manera como se venía adelantando la obtención de costos, para las obras que no se alcanzaron a cuantificar y necesitan valorarse. En esta etapa de desarrollo, se analizan especialmente obras estructurales, como es el caso de la avenida la Rosita, las estaciones y los puentes peatonales.

### **2.1 INFORMACIÓN EXISTENTE A ACTUALIZAR**

Para realizar esta parte del proyecto, se tuvo como base fundamental el trabajo realizado por el grupo de investigación Geomática, quienes cuentan con una metodología de aplicación presupuestal que se ha tomado como base en el desarrollo del presente proyecto, además tienen información respecto a precios de finales del año 2005 y comienzos del año 2006, en lo concerniente a materiales, mano de obra, equipos y transporte, para la realización de cada una de las actividades. Para este fin, se contó con el apoyo y la experiencia de docentes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander y de personas vinculadas de otras carreras, quienes con liderazgo asumieron esta responsabilidad en tan importante proyecto.

### **2.2 INFORMACIÓN A RECOPIRAR**

La información actualizada requerida para completar esta parte del proyecto, será adquirida en empresas ornamentadoras, vidrierías, marqueterías y ferreterías

entre otras, para lograr un valor real de cada uno de los elementos que se cotizarán en cada ítem. Se recomienda la actualización de precios, en un periodo mínimo de tres meses si las empresas no indican el tiempo de sostenimiento de estos valores. Esta recomendación se hace debido a la fluctuación de la economía ya que se considera, es un periodo en el cual se mantienen los precios en estos productos y servicios.

Respecto a la mano de obra y al rendimiento de la misma, se consultaron revistas especializadas, personas que trabajan en el campo de la construcción y profesionales involucrados en actividades propias del proyecto, con ellos también se pudo establecer el rendimiento de algunos materiales.

Para obtener información veraz, se optó por seguir cotizando según la base de datos creada por el grupo de investigación Geomática y por la información suministrada por nuevos proveedores. Sin embargo se presentaron cambios por múltiples factores como son el enfoque que se quiere dar al proyecto y los cambios políticos asumidos por administraciones locales, lo cual alteró en una u otra medida el planteamiento que se venía dando y obligó a realizar nuevos estimativos para responder a la realidad planteada.

Se utilizaron herramientas valiosas para obtener especificaciones adecuadas como son la Internet, revistas especializadas e información suministrada por los proveedores de los productos y se contó con el apoyo del grupo de investigación Geomática, lo que garantizó aún más la calidad de la información en la realización del proyecto, el cual también aportó, una presentación acerca de la utilización de indicadores que sirven de base para hallar valores que se pueden comparar y así saber que tan cerca nos encontramos de cifras reales, facilitando así el análisis presupuestal, como se constata en el último capítulo del presente libro.

### **3. TRABAJOS A REALIZARSE EN EL SECTOR PARQUE DE LOS PERIODISTAS DIAGONAL 15 CON AVENIDA LA ROSITA FRENTE AL ÉXITO**

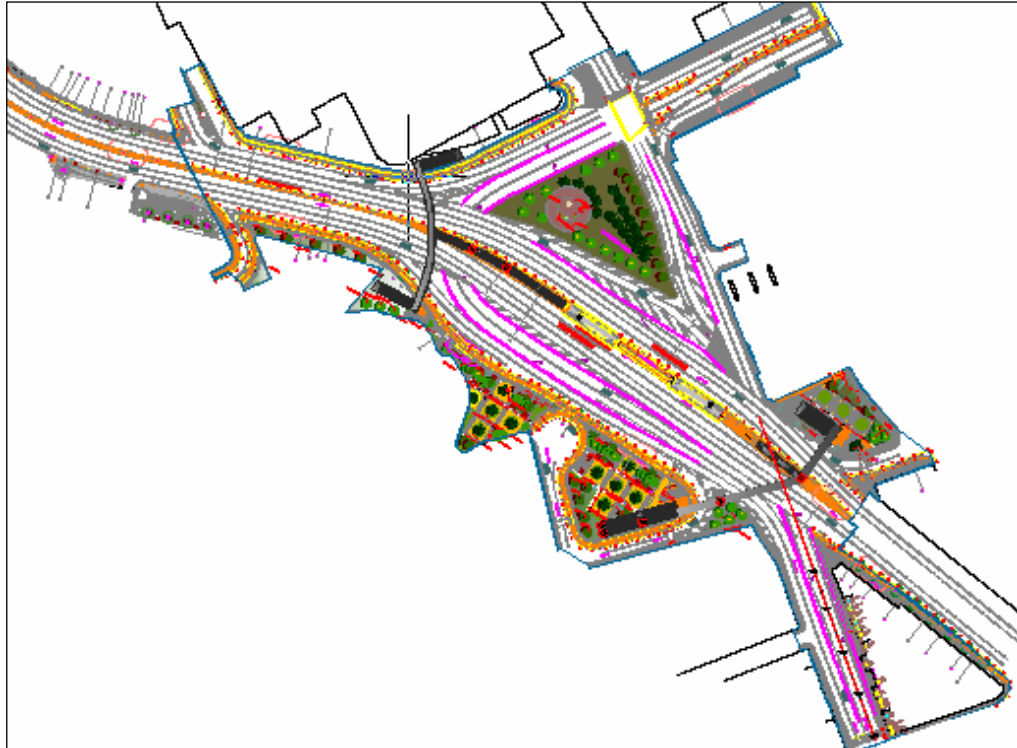
#### **3.1 DESCRIPCIÓN**

En este sector se realizó un estudio para definir las áreas de afectación involucradas en la demolición de la zona a intervenir, se visitó el lugar y con cinta métrica, cámara fotográfica y observación, se llegó a cuantificar el área a demoler, la cual, consta de zonas blandas y zonas duras, además se contabilizó cada uno de los elementos que se necesitaban demoler, como es el caso de algunas edificaciones, refiriéndonos específicamente a las casas y los elementos constitutivos de los parques, llámense bancas, luminarias, bolardos o artefactos que hacen parte del mobiliario urbano.

#### **3.2 CASAS**

Llámesse así, al conjunto de viviendas aptas para residir familias enteras que hacen parte de la comunidad y se encuentran ubicadas en el costado occidental de la diagonal quince 15. Van a ser demolidas en su totalidad y comprenden un área aproximada de lote de 8170,54m<sup>2</sup>, como se muestra en el plano, las casas fueron construidas bajo el sistema conocido como tapia pisada y no exceden de un piso, el área del parque es de 4600,57m<sup>2</sup>, el área del parque más pequeño es de 1566,26m<sup>2</sup> para un total de 14337,37m<sup>2</sup> de área no vial a intervenir.

**Figura 3. Mapa de la zona de afectación carrera 15, carrera 17 y avenida la Rosita.**



Fuente: Archivo equipo técnico Geomática.

### **3.3 MOBILIARIO URBANO**

Mobiliario urbano es el conjunto de elementos que el peatón encuentra en el andén, destinados a atender una necesidad social o prestar un determinado servicio al ciudadano, mejorando así su calidad de vida y el uso adecuado del espacio público. No se consideran mobiliario urbano los elementos de acondicionamiento frente al ruido, pavimentación, iluminación, arborización, jardinería y señalización.

**3.3.1 Elementos del servicio público no relacionado en el análisis presupuestal.** Consta de todos los elementos y estructuras que hacen parte del sistema de servicios públicos como son: postes de luz, postes con transformadores, teléfonos públicos, luminarias externas, entre otros. Debido a que las empresas públicas en cada uno de los sectores que manejan, son las directamente responsables por los cambios y adecuaciones a ejecutarse, respecto a las estructuras que suministran y facilitan la entrega del servicio público a la comunidad, únicamente ellas se encargarán de la demolición de los elementos y de la reposición que se realice posteriormente.

A continuación podemos apreciar los elementos y estructuras que serán demolidas en la zona y que no serán tenidas en cuenta, dentro de la cotización presentada como obras a ejecutar.

**Fotografía 4. Teléfono público.**



Fuente: Archivo fotográfico equipo técnico Geomática.

### Fotografía 5. Transformador.



Fuente: Archivo fotográfico equipo técnico Geomática.

**3.3.2 Mobiliario relacionado en el análisis presupuestal.** Este mobiliario urbano será tenido en cuenta dentro de los análisis presupuestales debido a que no tienen vinculación directa con las estructuras pertenecientes a las empresas de servicio público. En el parque de los periodistas y su entorno encontramos los siguientes mobiliarios:

- **Banca en concreto armado:** es un elemento de alta resistencia para sentarse el cual facilita el descanso por un largo periodo de tiempo, se contabilizaron quince (15) bancas en total para su posterior cotización de desmonte.

**Fotografía 6. Banca ubicada en el parque de los periodistas.**



Fuente: Archivo fotográfico equipo técnico Geomática.

- **Caneca:** es un elemento metálico cilíndrico de aseo de alta resistencia al vandalismo utilizado para depositar desechos menores producidos por el peatón, se contabilizaron en total veintiuna (21) canecas.

**Fotografía 7. Caneca ubicada en el parque de los periodistas.**



Fuente: Archivo fotográfico equipo técnico Geomática.

- **Bolardo:** elemento que sirve para la delimitación, control y protección de zonas peatonales restringiendo principalmente el acceso de vehículos. Existen

diferentes tipos de bolardos de acuerdo al material que lo forma y entre ellos están el bolardo de concreto, bolardo de bajo concreto, bolardo de bajo hierro y bolardo de alto hierro el cual protege y guía al peatón. También cumplen la función en los parques de marcar el límite entre circulaciones y zonas verdes, en la observación y conteo realizado en el sector se contabilizaron cuatro (4) bolardos.

**Fotografía 8. Bolardos ubicados en el parque de los periodistas.**



Fuente: Archivo fotográfico equipo técnico Geomática.

- **Luminaria peatonal:** Elemento metálico de iluminación para áreas peatonales que utiliza en este caso lámparas sencillas conocidas como farolas, homologadas por la Empresa Electrificadora de Santander S.A. – ESSA, estas luminarias se encuentran ubicadas al interior del parque, son cuarenta y dos 42 elementos que hacen parte de la cotización presentada para su posterior desmonte, presentan un pedestal en concreto que también es necesario desmontar.

### **Fotografía 9. Farolas del parque los periodistas.**



Fuente: Archivo fotográfico equipo técnico Geomática.

### **3.4 ZONAS BLANDAS**

Son las áreas en donde se encuentra ubicada la cobertura vegetal llámese césped, árboles u otros, también se encuentra tierra suelta y se caracteriza porque no está cubierta por capas de concreto o mortero. Para la adecuación se realizará la tarea de movimiento de tierra y excavación, para ello se cuenta con equipos pesados. Estas áreas se midieron en terreno y se halló un porcentaje del total a demoler.

### **3.5 ZONAS DURAS**

Son áreas cubiertas por concreto o mortero como andenes y sardineles, también se presenta baldosín o elementos cerámicos, que requieren de equipos y maquinaria especial para su demolición, debido a la dureza en su composición, ello acarrea mayores costos, ya sea por el mayor tiempo que requiere su

demolición en caso de contar solamente con recurso humano o por dinero, si es necesario alquilar maquinaria especializada.

La relación en el parque de los periodistas de zonas duras respecto a zonas blandas fue de veinte a ochenta (20-80), en cambio en el parque que queda pasando la carrera 17, la relación de zonas duras respecto a zonas blandas fue de setenta a treinta (70-30).

**Fotografía 10.** Zonas blandas y zonas duras del parque de los periodistas.



Fuente: Archivo fotográfico equipo técnico Geomática.

### **3.6 CÁLCULOS EFECTUADOS EN LA CONSECUCIÓN DE PRESUPUESTOS**

Para mostrar los cálculos respectivos, se va a tomar un ítem en particular como ejemplo, en este caso se optó por detallar el análisis de precio unitario - APU, correspondiente a la demolición del parque en la zona dura.



zona dura. El valor promedio de espesor de losa es de 0,2 m, este análisis unitario incluye retiro y transporte de andén y sardinel hasta el sitio de desecho.

- **Materiales:** no se empleará ningún material debido a que se va demoler toda el área que corresponde a las casas y zona dura de los parques.
- **Equipo:** La herramienta menor empleada en otros ítems, principalmente será la porra y la segueta. En nuestro ejemplo se tomo como herramienta menor solamente la porra, los equipos que se usarán en este ítem (demolición de zona dura), constan de dos martillos neumáticos y su respectivo compresor. El rendimiento de este aparato y sus operadores, se tomó con base en el área que podía ser demolida por hora, en este caso consultando con los expertos se llegó al valor de cincuenta 50 metros cuadrados por hora, como la unidad de este ítem está dada en m<sup>2</sup>, se calcula el rendimiento hallando el valor de X y tenemos:

**Tabla 1. Relación área demolida vs. tiempo de demolición.**

Área en (m <sup>2</sup> )	Tiempo en (h)
50	1
1	X

El valor de X equivale a un cincuentavo de hora 1/50 h, tiempo que tarda el compresor junto con los martillos neumáticos y obreros en romper un metro cuadrado de zona dura.

Se deben emplear, igualmente, un operador y una retroexcavadora que ayuda a levantar y demoler la zona dura. La máquina realiza un trabajo equivalente a

cuarenta metros cuadrados en una hora de labores y al calcular de nuevo el valor de X, tenemos:

**Tabla 2. Relación área demolida vs. tiempo de demolición.**

Área en (m <sup>2</sup> )	Tiempo en (h)
40	1
1	X

El valor de X equivale a un cuarentavo de hora  $1/40$  h, tiempo que tarda la retroexcavadora junto al operador en levantar y ayudar en la demolición de un metro cuadrado de zona dura.

Los anteriores rendimientos los multiplicamos por el precio de alquiler por hora de cada uno de estos aparatos previa cotización, para obtener de esta forma un valor parcial de acuerdo a la unidad que tomamos de referencia, en nuestro caso la unidad referencia es el metro cuadrado m<sup>2</sup> para este ítem.

- **Mano de obra:** Podemos apreciar que en nuestra hoja de cálculo, discriminamos dos tipos de mano de obra, la primera es el operador de la retroexcavadora y la segunda es la cuadrilla que trabaja con el compresor y los martillos neumáticos, como la máquina condiciona los rendimientos de los que trabajan con ellas, el rendimiento del operador de la retroexcavadora será el mismo que el de la máquina, lo mismo ocurre con los obreros que emplean el compresor y los martillos neumáticos. Los precios pagados a cada trabajador están discriminados de acuerdo con el rendimiento que adquieren con su máquina o herramienta de trabajo por hora.

- **Otros:** Se discriminan en esta zona los elementos y demás aparatos que se necesitan para ejecutar las obras que quedan pendientes respecto a lo especificado en las otras celdas, este es el caso del transporte extra, como lo es la volqueta y el riego en escombrera. Para la volqueta, se asume que la distancia a recorrer máxima es 12 Km, debido a que no se saldrá de Área Metropolitana de Bucaramanga, para la volqueta y escombrera se maneja un factor de 0,28 que se multiplica por el precio del valor m<sup>3</sup> transportado.

## **4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA ESTACIONES DEL SITM**

### **4.1 GENERALIDADES DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ANÁLISIS PRESUPUESTAL PARA LAS ESTACIONES**

Para realizar esta parte de la práctica, se obtuvo información de las empresas fabricantes de cada uno de los elementos que constituirán la estación, al mismo tiempo se cotizaron subcontratistas que nos brindaron ideas constructivas en la instalación de elementos modulares y especializados, que requieren de la participación de personal experto en el tema.

Generalmente en las especificaciones se advierten detalles pasados por alto o no incluidos en los planos y si se encuentran en ellos, deben coincidir con lo escrito en el texto, evitando dudas que estarían en detrimento de las calidades de los materiales y trabajos, por esta razón se debe cumplir con las normas establecidas de control de calidad en cada una de las etapas constructivas del proyecto.

Las especificaciones de las estaciones constan como primera medida de una descripción muy clara de los elementos que conforman estas etapas constructivas, además de tratar de explicar la forma en que se instalará estos elementos o se llegará a realizar la ejecución del trabajo correctamente en cada una de las etapas constructivas por parte de las personas involucradas, llámense contratistas, ayudantes, oficiales, operadores de maquinarias, interventores, entre otros.

Seguidamente, se describe la medida y forma de pago de estos ítems, pudiendo ser generalmente pago del precio de instalación por metro cuadrado M<sup>2</sup>, metro

lineal M, kilogramo Kg, global GI o por Unidad instalada de cada elemento constructivo o tarea realizada.

Para detallar lo descrito anteriormente, se ofrecerán como primera medida algunos ejemplos de especificaciones técnicas desarrolladas durante la práctica empresarial, éstas hacen parte del estudio en cuanto al proceso constructivo de las estaciones.

## **4.2 LOSA TÁCTIL GUÍA 40X40X06 EN CONCRETO (INCLUYE SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y MORTERO DE PEGA)**

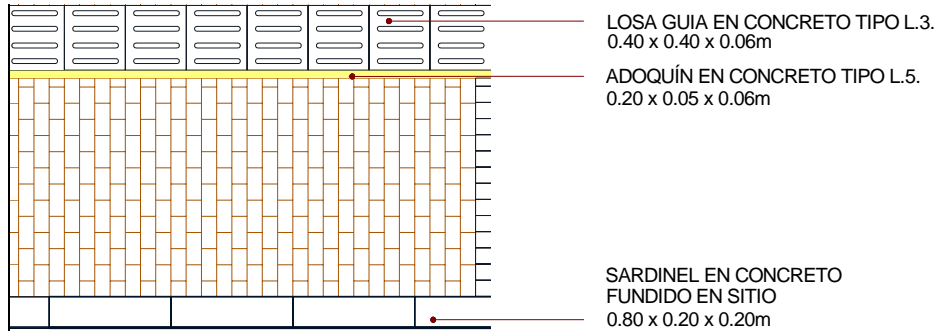
**4.2.1 Descripción Y Metodología.** Colocar losa táctil guía en concreto de 40x40x06 cm como acabado de piso de la rampa que comunica a la estación, se pega directamente al mortero de pega cuya relación de cemento y arena debe ser de 1:3, la resistencia de este mortero no debe ser menor de 3000 Psi (20.000 Kpa) y el espesor mínimo debe ser de 0.05 m.

No instalar losa guía si la superficie es resbaladiza, con emparejado o en exceso o pulido.

Se lijará o frotará hasta que la superficie quede áspera según sea necesario, los trabajadores deberán utilizar para esta tarea una mascarilla contra polvo de buena calidad.

Comprobar el contenido de humedad del mortero de pega, las verificaciones visuales no son confiables.

**Figura 5. Detalle en planta de losa táctil guía en concreto 40x40x06 cm- Rampa estación.**



Fuente: Archivo Equipo Técnico Geomática. (Ver planos).

**4.2.2 Medida y Forma De Pago.** El metro cuadrado ( $m^2$ ), es la unidad de medida a utilizar como forma de pago respecto a este ítem. Se medirá y pagará únicamente la cantidad de metros cuadrados de losa táctil guía, suministrados e instalados incluyendo materiales, mano de obra, acarreos, descarga, desperdicios, almacenamiento, equipo y demás elementos necesarios para lograr una adecuada ejecución, previa aprobación por parte de Interventoría, ejecutada de acuerdo a sus instrucciones, los planos respectivos, la disposición del proyecto y especificaciones.

### **4.3 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REJA TIPO CON MARCO EN LÁMINA DOBLADA 2,45 X 2,40 M**

**4.3.1 Descripción Y Metodología.** El módulo típico lateral de cierre de los vagones, se realizará con una rejilla de 2.45 x 2.40 según detalles de los planos arquitectónicos, conformados por: A. lámina perforada calibre No 16, lámina

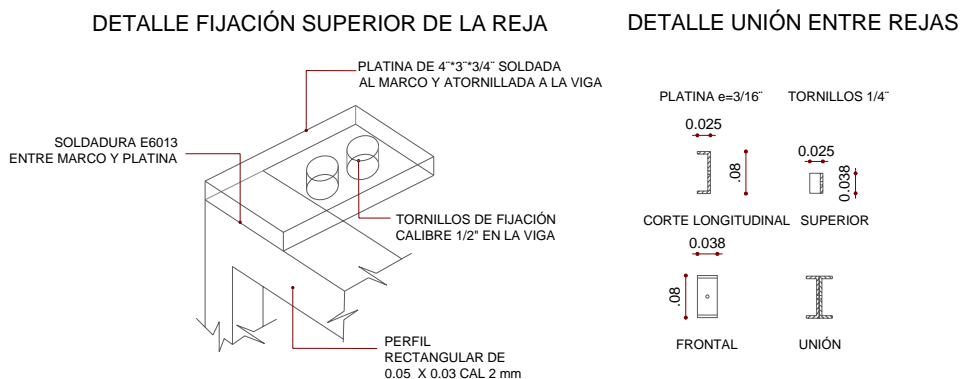
vertical y horizontal y curva de 1 ½" x 3/16", círculos en tubo de diámetros 1 ¼", 2", 2 ½", 3" con ancho de pared 2,5 mm B. Marco en tubo estructural rectangular 3 x 1 ½" Cal 18 que estructura el modulo perimetralmente.

Incluir accesorios de fijación, desarrollados por el fabricante y cumplir con los procedimientos y recomendaciones de instalación que indique el proveedor respectivo.

Todos los elementos que conforman el cerramiento deberán cumplir con una preparación de superficie, respecto al recubrimiento según especificaciones del numeral 5.1 del presente documento, concerniente a los procesos de sand-blasting y pintura.

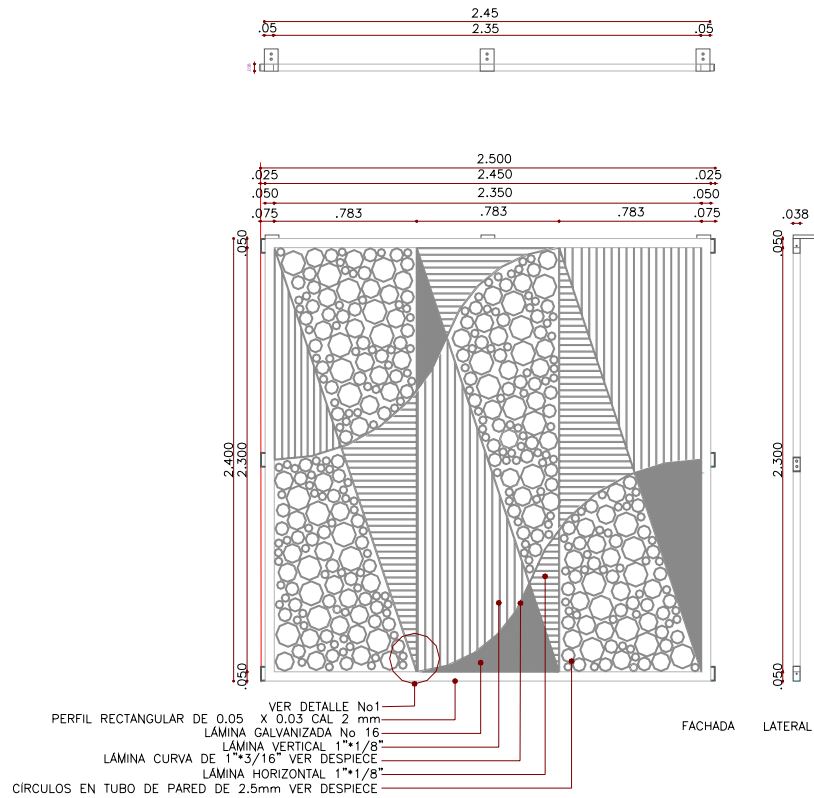
Emplear soldadura E 70-18 o equivalente a especificaciones AWS vigentes, los círculos se colocarán aleatoriamente sobre los espacios adecuados y tendrán un máximo de 3", la ubicación de los módulos depende del principio de repetición, reflejo o posición.

**Figura 6. Detalle fijación superior de la reja y detalle de unión entre rejas.**



Fuente: Archivo Equipo Técnico. (Ver Planos).

**Figura 7. Detalle cerramiento reja tipo con marco en lámina doblada 2,45 x 2,4 m.**



Fuente: Archivo Equipo Técnico Geomática. (Ver Planos).

**4.3.2 Medida Y Forma De Pago.** La unidad (un), será la medida a utilizar como forma de pago respecto a este ítem. Se medirá y pagará únicamente la cantidad de rejas tipo con marco en lámina doblada, incluyendo materiales, accesorios, mano de obra, acarreos, almacenamiento, equipo y demás elementos necesarios para lograr una adecuada instalación, previa aprobación por parte de Interventoría, ejecutada de acuerdo a sus instrucciones, los planos respectivos, la disposición del proyecto y especificaciones.

#### **4.4 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA CORREDIZA EN VIDRIO TEMPLADO DE SEGURIDAD MIN 8 MM**

**4.4.1 Descripción Y Metodología.** Este ítem se refiere al suministro e instalación de la puerta corrediza que va como cerramiento y acceso de la estación.

El Contratista debe amoldarse al espacio físico abierto de las Estaciones, el cual deberá cerrar, mediante las puertas y los paneles fijos de vidrio.

El Contratista debe coordinar la instalación de las puertas y los cerramientos en vidrio de las estaciones con la instalación de las estaciones, actividad que se verá reflejada en la programación de las obras.

La aprobación del sistema a utilizarse la dará Metrolínea S.A., el costo de todos los equipos y accesorios requeridos para el funcionamiento de las puertas deberá estar incluido en el valor del Contrato. Las Puertas Automáticas deslizantes sencillas y dobles deberán cumplir con las dimensiones y especificaciones señaladas en este anexo y las Normas Europeas N° pr EN 12650 – 1 E y pr EN 12650 – 2 E, las cuales hacen referencia a requerimientos y métodos de ensayo del producto y a la seguridad en puertas automáticas.

El Contratista debe garantizar el correcto funcionamiento de todas las puertas automáticas instaladas (garantía), inclusive para aquellas que sean instaladas en superficies inclinadas.

El Contratista, debe suministrar e instalar los transmisores de los buses que abren y cierran las puertas automáticas, previa coordinación con el operador de dichos buses.

Para la puesta en funcionamiento de las puertas automáticas deslizantes, y en sí todo el sistema de operación, se debe realizar en presencia de Interventoría las revisiones y pruebas para todos y cada uno de los elementos que componen el sistema, con el fin de garantizar el buen funcionamiento del mismo.

Cada puerta automática deslizante, estará conformada por:

Un equipo electromecánico, una hoja móvil de vidrio que se desliza por acción del equipo electromecánico, vidrios instalados entre dos zócalos: inferior y superior.

En cada vidrio de las hojas móviles y en cada fijo en el borde libre, deberá existir instalado un marco de aluminio para protegerlos de impactos, perfiles tubulares de aluminio en la parte superior de los vidrios fijos, que servirán para instalarlos a la altura adecuada, la cual coincidirá con la altura de las hojas móviles creando así una fachada homogénea, un sistema de apertura y cierre accionado por el conductor del bus a través de un mecanismo inalámbrico mediante un dispositivo localizado al interior de los vehículos, en el momento de su llegada y salida, evitando cualquier tipo de interferencia entre vehículos cercanos.

El equipo electromecánico, está conformado por:

Una unidad de tracción equipada con un motor eléctrico, una tarjeta electrónica y accesorios mecánicos para realizar la tracción, una tarjeta electrónica de control que administra todas las funciones realizadas por el equipo, una unidad de programación que sirve de dispositivo de entrada para acceder a la tarjeta electrónica de control, una unidad de batería de respaldo, que consta de una tarjeta electrónica que controla sus funciones, conectada a la tarjeta electrónica de control, un elemento electromecánico para apertura de emergencia, que conste de una tarjeta electrónica conectada a la tarjeta electrónica de control, un elemento mecánico para apertura de emergencia que acciona el elemento electromecánico y accesorios de transmisión de energía y de datos como cables y fijaciones plásticas.

Las hojas de vidrio fijas y móviles que conformarán las puertas en las estaciones, deben contar con las siguientes especificaciones: vidrio templado de 8mm de espesor, incoloro, libre de burbujas, distorsiones, con cantos uniformes y debe cumplir la resistencia al impacto según Norma Icontec NTC 1578.

Adicionalmente estas hojas deben llevar instalada película antiexplosiva que cumpla con las siguientes características:

Acrílico de presión sensitiva, totalmente transparente, resistencia al impacto de 200lbs /pulgada, resistencia a la tensión de 25000 Psi, resistencia al desprendimiento de 6lbs /pulgada, espesor de 4 mils (milésimas de pulgada), peso máximo de 2.5kg /m<sup>2</sup>/mm y certificación ISO 9000.

Los zócalos y perfiles de aluminio (sostén, tubulares, zócalos y marcos), deben cumplir con las siguientes características:

Aluminio anodizado natural, acabado Superficial libre de defectos que afecten su uso, peso máximo de 5kg. por hoja de vidrio y certificación ISO 9000.

El Contratista debe garantizar la fijación tanto de los zócalos, como de las tapas laterales de los mismos, evitando que se desprendan durante la operación.

El mecanismo de apertura y cierre estará compuesto por: un dispositivo (transmisor) instalado al interior del bus, que cuenta con 4 frecuencias a fin de que sea utilizada cada una de ellas según el grupo de puertas que deba ser controlado, un receptor instalado en la estación, que maneja la apertura y cierre del grupo de puertas correspondiente a la parada de cada uno de los buses, instalado en un lugar cercano a las puertas en la estructura de las estaciones, un selector electrónico de frecuencias, que permite canalizar la emisión de todas y cada una de las mismas a través del pulsador que opera las puertas, maneja independientemente los grupos de puertas de ambos costados del paradero, de

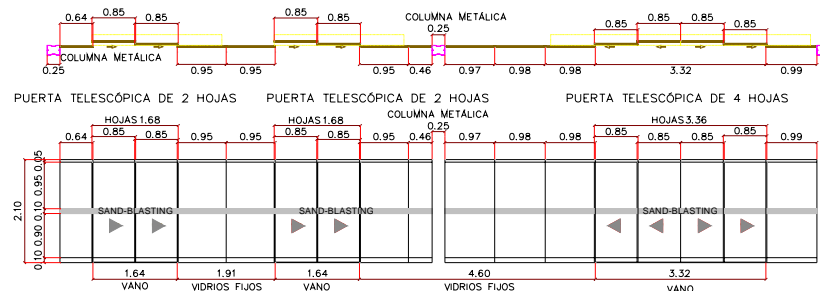
tal manera que en una posición pueden seleccionarse 1 o 2 y en la otra 3 y 4, dos (2) fines de carrera que cierran el circuito al momento de apertura de las puertas del bus, energizando el transmisor.

**Figura 8. Detalle de puerta corrediza telescópica elaborado en 3d.**



Fuente: Archivo Equipo Técnico Geomática. (Ver Planos)

**Figura 9. Esquema modulación planta y frontal de puertas automáticas deslizantes telescópicas, vidrio de espesor  $e = 8\text{mm}$  con sistema sand-blasting**



Fuente: Archivo Equipo Técnico Geomática. (Ver Planos).

**4.4.2 Medida Y Forma De Pago.** El global (gl), será la unidad de medida a utilizar como forma de pago respecto a este ítem. Se medirá y pagará únicamente el total de puertas corredizas en vidrio templado, suministrado e instalado, incluyendo materiales, accesorios, mano de obra, acarreos, almacenamiento, equipos, herramientas, pintura y demás elementos necesarios para lograr una adecuada instalación, previa aprobación por parte de Interventoría, ejecutada de acuerdo a sus instrucciones, los planos respectivos, la disposición del proyecto y especificaciones.

#### **4.5 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA ESTACIONES DEL SITM**

El análisis se realizará para la puerta de mantenimiento de las estaciones, mostraremos el análisis efectuado en la hoja de cálculo diseñada en el programa de Microsoft Excel®.

Como podemos observar en la figura 10, se encuentra detallado el análisis unitario de la puerta metálica de acceso para mantenimiento de las estaciones, la puerta estará ubicada exclusivamente en el margen izquierdo de las estaciones, según indicación dada en planos de detalles de puertas e incluye, el suministro de un marco en celosía metálico. Para su cotización, se investigó varias alternativas, optando por la modalidad de subcontrato, debido a que según nuestro criterio, es la mejor forma de obtener el precio del conjunto de actividades correspondientes a la fabricación, suministro e instalación, de las unidades mencionadas.

Debido a que el sistema de cierre, debe ser de excelente calidad y especializada, se optó también por la misma modalidad de subcontratación, este incluye, todos los accesorios, indicando las cantidades por unidad utilizada y el precio incluyendo la instalación respectiva.



## **5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA Puentes PEATONALES DEL SITM**

### **5.1 GENERALIDADES DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTALES PARA Puentes PEATONALES**

Para realizar lo concerniente a puentes peatonales, se obtuvo información de las empresas fabricantes de cada uno de los elementos que constituirán los puentes, al mismo tiempo, se cotizaron precios con subcontratistas que nos brindaron ideas constructivas en la instalación de elementos modulares y especializados, que requieren de la participación de personal experto en el tema.

Generalmente, en las especificaciones se advierten detalles pasados por alto o no incluidos en los planos y si se encuentran en ellos, deben coincidir con lo escrito en el texto, evitando dudas que estarían en detrimento de las calidades de los materiales y trabajos, por esta razón, se debe cumplir con las normas establecidas de control de calidad, en cada una de las etapas constructivas del proyecto.

Las especificaciones de puentes peatonales constan, al igual que en las estaciones como primera medida, de una descripción muy clara de los elementos que conforman estas etapas constructivas, además de tratar de explicar la forma en que se instalará estos elementos o se llegará a realizar la ejecución del trabajo correctamente en cada una de las etapas constructivas por parte de las personas involucradas, llámense contratistas, ayudantes, oficiales, operadores de maquinarias, interventores, entre otros. En la segunda parte se describe la medida y forma de pago de estos ítems, sabiendo que las unidades de medida son universales, generalmente se paga por instalación metro cuadrado M<sup>2</sup>,

metro lineal M, kilogramo Kg, global GI o por unidad instalada de cada elemento constructivo o tarea realizada.

Para detallar lo descrito anteriormente, se ofrecerán algunos ejemplos de especificaciones técnicas desarrolladas durante la práctica empresarial, tenidas en cuenta durante el estudio del proceso constructivo de los puentes peatonales.

## **5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SAND-BLASTING Y PINTURA, APLICADA EN SUPERFIES DE ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA LOS PUENTES PEATONALES**

En este caso vamos a referirnos a todo el proceso que se realiza en la preparación de la superficie de las estructuras metálicas, como es el caso de las platinas y toda la perfilaría metálica incorporada a los puentes peatonales. No vamos a referirnos a un ítem en particular, sino, a todo el proceso de sand-blasting y pintura, además de las recomendaciones y sugerencias planteadas al fabricante, constructor e interventor de las labores en mención.

**5.2.1 Elementos Fabricados en Acero al Carbono.** Todos los elementos fabricados en acero al carbono deben cumplir con el siguiente esquema de protección.

- **Preparación de superficie.** Todos los elementos prefabricados que se alisten en taller deben cumplir con limpieza mediante chorro abrasivo hasta alcanzar el grado metal blanco tal como indica la norma SSPC-SP5 de la Steel Structure Painting Council.

- **Imprimación:** se debe aplicar Imprimante Epóxico Fosfato de Cinc ref. 137057 de SIKA o su equivalente, anticorrosivo epóxico poliamida con contenido de Fosfato de Cinc y mínimo un 60 % de sólidos en volumen. Este debe ser aplicado en una capa de 3-4 mils en película seca.

Todas las áreas correspondientes a Bordes, filos, cordones de soldadura y traslapos, se les debe hacer el siguiente tratamiento: encontrándose ya la pieza lista para dar inicio a pintura se debe aplicar con brocha de cerda animal, una capa diluida al 40-50% sobre las áreas mencionadas a fin de garantizar el cubrimiento y continuidad de la capa de protección anticorrosiva, ya finalizada esta operación se procede a aplicar la capa correspondiente para dar cumplimiento con los 4 mils solicitados.

- **Barrera o Capa intermedia:** se debe aplicar una capa de Barrera Epóxica Serie 23 de Sika o su equivalente, Barrera Epóxica Poliamida con un contenido mínimo de 60% de sólidos en volumen. Se deben aplicar 3-4 mils en película seca de este producto.
- **Acabado:** se debe aplicar una capa de 3-4 mils de Esmalte Uretano Serie 36 gris metrolínea de Sika o su equivalente, Esmalte Uretano alifático gris metrolínea y mínimo contenido de sólidos en volumen del 60%.

**5.2.2 Elementos Galvanizados.** Todos los elementos galvanizados que incluyan procedimientos de pintura deben cumplir con la siguiente especificación.

- **Preparación de superficie.** Se debe efectuar limpieza manual utilizando estopa húmeda con colmasolvente Epóxico ref. 958025 de SIKA o su equivalente, si hay abundante grasa y/o suciedad, se debe realizar lavado con agua (preferiblemente caliente) y detergente; si es necesario se puede utilizar cepillo

plástico. No se deben utilizar cepillos de alambre ya que estos pueden dañar la película de Zn del galvanizado. Si la superficie queda muy lisa se recomienda un rayado cruzado con lija de grano medio (120-150).

- **Barrera puente de adherencia.** Aplicar una capa de Imprimante Epóxico Serie 50 NT de Sika o su equivalente. En una capa de 3-4 mils en película seca.
- **Acabado.** Se debe aplicar una capa de 3-4 mils de Esmalte Uretano Serie 36 gris metrolinea de Sika o su equivalente, Esmalte Uretano alifático gris metrolinea y mínimo contenido de sólidos en volumen del 60%.

**5.2.3 Reparaciones De Uniones Soldadas Y Pintura Quemada.** Todas las reparaciones a cordones de soldadura o pintura quemada tanto en elementos galvanizados como en acero al carbono se deben hacer las reparaciones mínimo 10 cm. a lado y lado con preparación de superficie a metal blanco por medios eléctricos y/o mecánicos que brinden perfil de anclaje según norma SSPC-SP11 y la aplicación de todo el esquema de pintura de la especificación para elementos de acero al carbono.

Para cada una de las pinturas mencionadas se deben seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante de la pintura, de igual manera es responsabilidad del contratista contar de manera obligatoria con equipos propios en obra para el control de calidad diario, tales como rugosímetro, termo higrómetro, termómetro de contacto y medidor de espesor de película seca con sus respectivas galgas de calibración de modo que se encuentre habilitado para llevar los registros diarios de rugosidad, condiciones ambientales, temperaturas de aplicación, controles de espesores por capa aplicada.

**5.2.4 De Los Fabricantes De Las Pinturas.** Los fabricantes de las pinturas deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Suministrar la pintura y los recubrimientos necesarios para pintar el exterior de los elementos metálicos y demás elementos estructurales de acuerdo a lo especificado en este documento.
- Presentar con la entrega de la pintura, la certificación de los respectivos ensayos y análisis que se le hicieron al lote o a los lotes de pintura y recubrimiento que indiquen el cubrimiento de cada uno de los parámetros descritos en la ficha técnica y la norma utilizada.
- Suministrar pinturas y recubrimientos que cumplan en su totalidad con las especificaciones técnicas de este documento y que hayan sido aprobadas previamente por Metrolínea.
- Garantizar formalmente en la propuesta la asistencia técnica necesaria durante la ejecución de los trabajos para asegurar la calidad en la aplicación de sus productos. Para esto debe presentar un plan de trabajo donde se indique el tipo de ensayos a efectuar, los equipos a utilizar y la hoja de vida del personal técnico que va prestar esta asistencia técnica.
- En el sitio de la obra, dictar un curso de capacitación teórico-práctica, sobre las técnicas de preparación de superficies, aplicación de pinturas e inspección, a personal del Contratista e Interventoría.
- Previo a la aplicación, presentar los procedimientos para la aplicación y reparación de las pinturas y recubrimientos y para la calificación de los preparadores de superficie y de los aplicadores de la pintura.

**5.2.5 Del Contratista.** El Contratista debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El personal que va a participar en la obra debe asistir al curso de capacitación que dicten los fabricantes de las pinturas y recubrimientos.
- En la propuesta debe incluir los resultados de la caracterización físico-química del abrasivo a utilizar.
- Seguir estrictamente las recomendaciones de los fabricantes de las pinturas suministradas en cuanto a: humedad relativa máxima, punto de rocío, temperatura ambiente máxima de aplicación, temperatura del metal máxima, características de limpieza del aire a utilizar, características mínimas de los equipos de preparación y de aplicación, diluciones máximas permitidas, tiempo de inducción, tiempo de secado, tiempo de curado, tiempo entre manos y las demás que se requieran para una óptima aplicación.
- Utilizar y contar con los equipos e instrumentos que garanticen las condiciones de operación y de calidad que se especifican, los cuales deben ser descritos con sus respectivas especificaciones técnicas en las propuestas y el compromiso formal de utilizarlos en los trabajos del proyecto.
- Es responsabilidad del Contratista tener y utilizar los instrumentos necesarios para tomar, controlar y registrar, entre otras las siguientes variables: humedad relativa, temperatura del metal, perfil de anclaje, preparación de superficie, humedad relativa, consumo de materia prima (arena, pintura, solventes, etc.), números de lote de los productos aplicados, espesor de película húmeda, tiempo entre manos, espesor de película seca, adherencia y discontinuidad eléctrica.

- Debe utilizar arena libre de arcilla y cloruros, que por sus características se logren los perfiles de anclaje especificados. Esto será evaluado inicialmente en la calificación del procedimiento de preparación de superficies y de aplicación de las pinturas.
- No debe aplicar bajo ninguna condición, pintura sobre superficie metálica con polvillo o residuos de arena o arcilla, lo cual será rechazado total e inmediatamente por la Interventoría o su representante.
- Debe aplicar todas las normas de Higiene, Seguridad Industrial y Protección Ambiental inherentes a este tipo de trabajo, especialmente en lo relacionado con elementos de protección personal, sistema de extracción de residuos de abrasivos, de solventes y los respectivos respiradores.
- Contar para la dirección de las actividades en cada frente de trabajo con un (1) Ingeniero residente con experiencia comprobada.
- Debe facilitar los andamios o bambas que se requieran para ejecutar los trabajos de verificación por parte de Interventoría.
- Debe efectuar las reparaciones de las áreas rechazadas y las de las pruebas de verificación de Interventoría o su representante, máximo 24 horas después de efectuado el reporte.

**5.2.6 Condiciones De Exposición.** Las condiciones de exposición para efectos de aplicación de las pinturas y los revestimientos, se definen como de “Severa Exposición”, teniendo en cuenta que la zona del proyecto se encuentra sometida a condiciones climáticas en donde las superficies usualmente se encuentran

húmedas o están sometidas a condensación con alta humedad relativa, por encima del 70%.

**5.2.7 De Interventoría.** Es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Interventoría debe tener un Inspector idóneo con experiencia comprobada, de tiempo completo a fin de asegurar la calidad en la preparación de superficie y en la aplicación de las pinturas.
- Antes de iniciar los trabajos y de la calificación de los preparadores de superficie y aplicadores de las pinturas, debe verificar y dar el visto bueno preliminar de las características de la pintura, entre otras el color, sobre las muestras de los sistemas de pinturas, preparadas por el Fabricante y entregadas por el Contratista.

Así mismo debe tomar en campo una muestra de cada uno de los tipos de pintura y determinar el contenido de sólidos por volumen y de VOC, teniendo en cuenta la norma ASTM respectiva. Los ensayos se podrán hacer en laboratorio externo acreditado y certificado. El no cumplimiento del contenido mínimo de sólidos por volumen y de VOC de acuerdo a lo especificado y a lo descrito en la ficha técnica de cada una de las pinturas es razón para rechazar los lotes de pintura.

- Debe verificar y registrar los siguientes controles que efectúe el Contratista: humedad relativa, temperatura ambiente, temperatura de chapa, perfil de anclaje, preparación de superficie, consumo de materia prima, película húmeda, tiempo entre manos y adherencia.

- En el procedimiento de calificación debe efectuar los ensayos correspondientes además de la determinación del contenido de cloruros y de sulfatos atendiendo lo descrito en la norma SSPC correspondiente, inmediatamente después de haber efectuado la preparación de superficie. Así mismo debe tomar en campo una muestra de cada uno de los tipos de pintura y determinar el contenido de sólidos y de VOC, teniendo en cuenta la norma ASTM respectiva. Los ensayos se podrán hacer en laboratorio externo acreditado.
- Los máximos niveles de contaminación química permisibles sobre la superficie metálica, después de la preparación de superficie con abrasivo a presión e inmediatamente antes de hacer la aplicación de cualquier tipo de recubrimiento de acuerdo a criterios establecidos en la condición tipo SC-2 de la norma NACE No. 5 /SSPC-SP12, son: iones Cloruros ( Cl<sup>-</sup>): Siete (7) microgramos/ cm<sup>2</sup> de superficie, iones Sulfato ( SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>): Diecisiete microgramos/ cm<sup>2</sup> de superficie, hierro soluble: diez (10) microgramos/ cm<sup>2</sup> de superficie
- En caso que se encuentren concentraciones de impurezas de cloruros, sulfatos o iones ferrosos por encima de los máximos permisibles después de haber efectuado sand blasting, es responsabilidad del contratista eliminar estas impurezas por medio de un tratamiento químico o similar.
- Por ningún motivo se aceptará la presencia de partículas arcillosas o limosas en el abrasivo a menos en la superficie del tubo después de la aplicación del chorro a presión.
- No se aceptará que se aplique recubrimiento a un sector de tubería limpiado desde el día anterior, en tal caso se pasará nuevamente el chorro de granalla hasta obtener el grado de limpieza a Metal Blanco nuevamente. El contratista

deberá obtener el visto bueno del fabricante de la pintura y de la Interventoría antes de aplicar el recubrimiento.

- Debe efectuar los siguientes ensayos y registros diarios, siguiendo los parámetros fijados en la última versión del Manual de Inspección de Revestimientos y Pinturas de la Steel Structures Painting Council (SSPC), Publicación SSPC No. 91-12:

- Caracterización físico-química del abrasivo (granalla o arena) utilizada para la preparación de superficie, una muestra por lote.
- Verificación de la no presencia de sales solubles en la superficie metálica, una vez diaria sobre el área a pintar, previa al inicio de la aplicación de la pintura.
- Rugosidad, seis (6) lecturas por área preparada diariamente, las cuales deben ser medidas con rugosímetro.
- Espesor de película seca de la pintura de imprimación, de imprimación más barrera y del sistema total, lecturas en las posiciones horarias de las 12, 3, 6 y 9 de la tubería, cada 25 metros.
- Adherencia de la película seca de la pintura de imprimación y de la pintura de imprimación más la de acabado, lecturas en las posiciones horarias de las 12, y 6 de la tubería, cada 25 metros cada cien (100) metros, según Norma ASTM 4541-Última Versión: Standard Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.
- Calificación por inspección visual a toda la tubería, después de aplicar la pintura de imprimación, de imprimación más barrera y del sistema total.

- Continuidad eléctrica por el método de esponja húmeda a toda la tubería, después de aplicar la pintura de imprimación, de imprimación mas barrera y del sistema total.
- Debe contar con los equipos necesarios para efectuar los anteriores ensayos.
- Debe además llevar los registros del tipo de defectos encontrados, de las reparaciones efectuadas y del consumo de pintura.
- Informes escritos semanales de estos registros y de los resultados de los ensayos y pruebas deben ser entregados al Coordinador de Líneas y Tanques del Área Técnica correspondiente
- El informe final debe entregarse a las mismas dependencias, incluyendo el correspondiente registro fotográfico y presentando los registros de los resultados de las pruebas en Excel 5.0 y la parte escrita en Word 6.0, incluyendo copias en medio magnético.

Ahora nos referiremos a un ítem en particular, este es el caso de la lámina colaborante, que servirá de rampa y tablero de los puentes metálicos peatonales del Sistema Integrado de Transporte Masivo.

### **5.3 LÁMINA COLABORANTE METALDECK O SIMILAR 2" Cal. 20 CON CONCRETO 3000 Psi PARA RAMPA Y TABLERO DEL PUENTE PEATONAL**

**5.3.1 Descripción y Metodología.** Se refiere al suministro e instalación de la placa del tablero y rampa del puente metálico peatonal, conformada por una

lámina colaborante Metaldeck Cal 20 o similar y una placa de concreto de 3000 Psi fundido en sitio.

Para la instalación de las laminas de Metaldeck los trabajadores deben mantenerse a una distancia mínima de 1.5 m de los bordes de la lámina.

Las láminas de Metaldeck deben seleccionarse de manera que resistan por sí solas antes de la colocación del concreto al menos 250 Kg/m<sup>2</sup> de capacidad como plataforma de trabajo. Si llegan a requerirse apoyos temporales para garantizar esta capacidad, estos apoyos deben colocarse en su sitio antes de iniciar el proceso de montaje, la carga de 250 Kg/m<sup>2</sup> no incluye el peso propio de concreto.

Se recomienda utilizar gafas de sol y protección contra quemaduras de sol cuando se instalen láminas galvanizadas en días muy soleados.

Los tableros deben instalarse de acuerdo con los planos finales, la instalación debe llevarla a cabo personal calificado y entrenado, asegurando que el alineamiento de los nervios sea paralelo a las vigas secundarias, en especial en la zona de la viga para evitar aspectos visuales poco estéticos.

Las láminas con luces mayores a 1.5 m deben tener los traslapos laterales y los bordes perimetrales (a las vigas de soporte perimetral) unidos a la mitad de la luz o intervalos de 1m, la que sea menor.

Las sujeciones de las láminas al marco de la estructura pueden realizarse mediante tornillos auto perforantes o sujetadores colocados con pistolas neumáticas o eléctricas, mediante sistema de fijación por pólvora, sistemas epóxicos, anclajes mecánicos o soldadura. El apoyo de borde mínimo para el tablero debe ser de 4 cm.

Puede utilizarse igualmente soldadura en filete con longitud mínima de 2.5 cm en cada punto, soldadura E 70-18 o similar. Si se colocan pernos de corte soldados en su sitio con equipo especial pueden servir como puntos de soldadura para sujetar la lámina al marco de apoyo. Para sujetar la lámina colaborante al marco estructural pueden utilizarse tornillos autoperforantes que se colocan con pistolas eléctricas especiales. Los tornillos son # 12 de 1/4 de pulgada de diámetro con una punta especial perforante seleccionada de acuerdo con el espesor total de metal (Lámina más marco) que desea conectarse.

Los anclajes tienen una cabeza plana en el extremo de empuje y una punta en forma de balón en el extremo de penetración. El sistema Metaldeck requiere conexiones en los traslapes de borde de las láminas normalmente para luces mayores que 1.5 m. Estas se llaman comúnmente conexiones de borde o fijadores de ala. Las conexiones más utilizadas son tornillos autoperforantes, soldaduras o remaches.<sup>1</sup>

Antes del vaciado del concreto, el contratista debe inspeccionar las láminas para determinar áreas que puedan estar dañadas o aplastadas y que puedan requerir apuntalamiento temporal mientras se coloca el concreto.

El pandeo de las láminas no afecta necesariamente la capacidad de la losa para cargas vivas. La lámina debe haber sido diseñada para que proporcione una capacidad de carga como plataforma de trabajo de 100 kg/m<sup>2</sup> o 300 kg en 1 metro de ancho.

Todos los residuos deben retirarse de la plataforma antes de la colocación del concreto e igualmente ninguna lámina debe permanecer suelta al final del día de trabajo.

---

<sup>1</sup> <http://www.acesco.com/acesco/>

El concreto debe colocarse en una dirección tal que el peso se aplique primero sobre las láminas superiores en el traslape de borde, disminuyendo así las posibilidades de una separación de los bordes de las láminas adyacentes durante el vaciado.

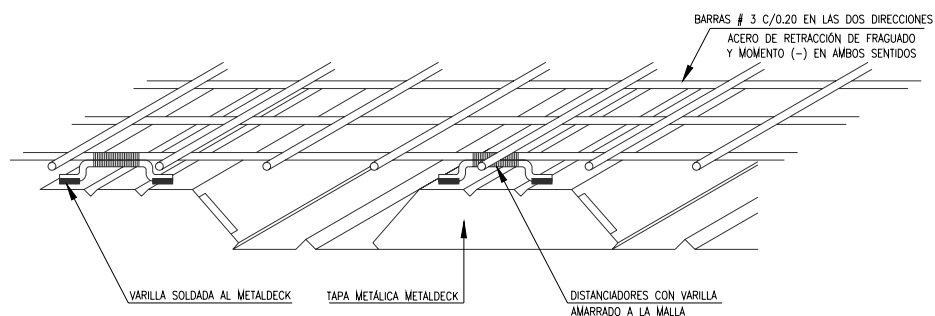
No debe permitirse la agrupación de trabajadores alrededor de la zona de colocación del concreto.

No debe permitirse por ningún motivo el tránsito de carretilla o elementos pesados sobre la lámina misma de acero sin la colocación previa de entablados adecuados.

Anexo a esto, se ubicarán dilataciones de acuerdo con los diseños que correspondan a la estructura de la estación en el sentido más corto, separadas entre si a una distancia no mayor a 7 m, en las losas de concreto del entrepiso.

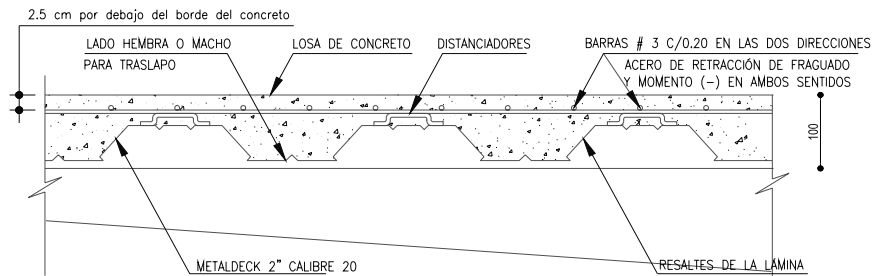
Estas dilataciones se harán con disco de corte diamantado cuya profundidad sea 1/3 del espesor de la losa, posteriormente se aplicará sobre la ranura un fondo de junta Sika rod 1/4" o similar y sellador elástico autonivelante de poliuretano.

**Figura 11. Detalle constructivo placa superestructura Metaldeck o similar puente peatonal.**



Fuente: Archivo equipo Técnico Geomática.

**Figura 12. Detalle constructivo placa superestructura Metaldeck o similar para puente peatonal.**



Fuente: Archivo equipo Técnico Geomática.

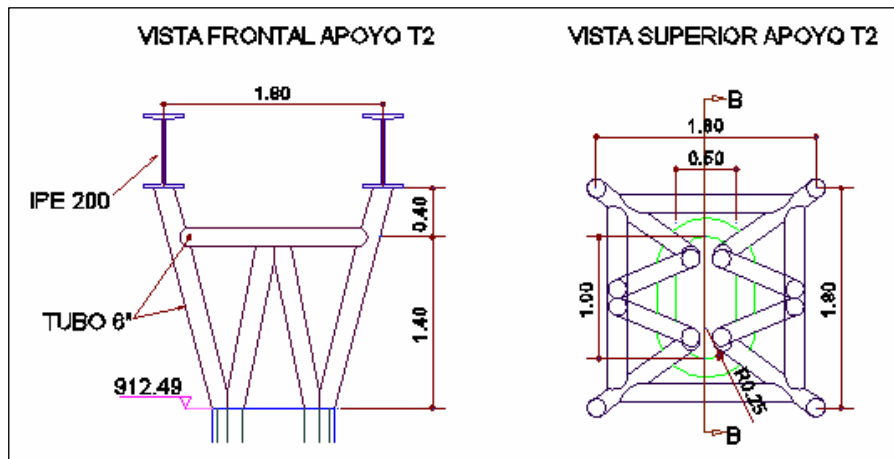
**5.3.2 Medida y Forma De Pago.** La medida empleada para cuantificar el suministro e instalación de láminas Metaldeck o similar con concreto de 3000 Psi para rampa y superestructura del puente peatonal, es el metro cuadrado (m<sup>2</sup>). Se pagará de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos e instaladas realmente, incluyendo materiales, toda la mano de obra, la carga, descarga y transporte de los materiales hasta el sitio de ejecución de la obra, almacenamiento, equipos, maquinaria, herramientas y demás elementos necesarios, logrando una adecuada ejecución, previa realización de pruebas de control de calidad respectivas a los materiales, entregando los resultados a Interventoría y de esta forma logre contar con la aprobación de la misma.

## 5.4 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA PUENTES PEATONALES

El análisis de presupuesto contempla los elementos constructivos, aparatos, maquinaria y mano de obra empleados para la construcción del apoyo tipo T2 (1,8x1,8m), elaborado con tubería estructural, para tal fin se muestra el análisis efectuado en la hoja de cálculo diseñada en el programa de Microsoft Excel,

también se anexó unas figuras, que darán una idea más amplia del componente a analizar.

**Figura 13. Vista frontal y superior de apoyo de soporte que conecta el tablero con la columna metálica del puente peatonal.**



Fuente: Archivo equipo Técnico Geomática.

Figura 14. Análisis unitario para apoyo T2 (1,8x1,8m) construido con tubo estructural de diámetro  $\varnothing = 6''$  y espesor  $e = 1/4''$ .

Microsoft Excel - APU PUENTES PEATONALES FELIX

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

Arial 10

K9 =19,71\*1,01

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
	APOYO T2 (1,8x1,8)m, CONSTRUIDO CON TUBOS DE $\varnothing = 6''$ e=1/4"	UN	

1. Materiales

Descripción	Observaciones	Unidad	Consumo	Precio unitario	Valor parcial
Apoyo T2 (1,8x1,8)m	Construido con tubos de $\varnothing = 6''$ y espesor 1/4"	Un	19,91	\$ 1.639.200	\$ 32.631.718
Platina (0,5x1)m, redondeada e=1"	Soldada a columna metálica y soporte	Un	1,01	\$ 555.408	\$ 560.962
					\$ 0
					\$ 0
					\$ 0
					\$ 0
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 33.192.680</b>

2. Equipo

Descripción	Observaciones	Unidad	Rendimiento	Tarifa/ día	Valor parcial
Equipo soldador	Combustible	h	14,20	\$ 7.500	\$ 106.500
Equipo de oxicorte	Gas	h	17,41	\$ 1.250	\$ 21.763
Grata	Disco de alambres para limpiar	Un	0,33	\$ 56.000	\$ 18.387
					\$ 0
					\$ 0
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 146.649</b>

3. Mano de Obra

Descripción	Observaciones	Unidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
Soldador		Un	14,20	\$ 9.813	\$ 139.338
Ayudante soldador		Un	14,20	\$ 3.925	\$ 55.735
Tubero		Un	0,58	\$ 7.850	\$ 4.522
Ayudante tubero		Un	0,58	\$ 3.925	\$ 2.261
Operario oxicorte		Un	17,41	\$ 9.813	\$ 170.836
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 372.691</b>

4. Otros

Descripción	Observaciones	Unidad	Factor	Precio unitario	Valor parcial
Transporte de materiales	Distancia= 12,00 Km	Ton-Km	1,30	\$ 1.770	\$ 27.612
				\$ 1.770	
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 27.612</b>

**TOTAL COSTO DIRECTO \$ 33.739.632**

Columna Metál D=50cm / Columna Metál (1x0,5)m / Apoyo T1(1,2x1,8)m / Apoyo T1(1,8x1,8)m / Apoyo T2(1,8x1,8)m

Fuente: Archivo equipo Técnico Geomática.

## **6. APORTE REFERENTE A LOS INDICADORES DEFINICIONES, OBTENCIÓN Y UTILIDAD EN EL ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS**

El presente trabajo, se ha desarrollado con el fin de poder conocer el procedimiento correspondiente a la medición y evaluación del desarrollo de un análisis presupuestal.

La realización de las diferentes tareas dentro de la realización del proyecto, permitió conocer, que tan acertados estuvieron los resultados de estos análisis, respecto a resultados investigados de trabajos similares, logrando una mejor efectividad y eficiencia en la labor desarrollada.

### **6.1 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES**

El término "Indicador" en el lenguaje popular, hace referencia a datos esencialmente cuantitativos que nos permiten percatarnos de cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto de la realidad que nos interesa conocer. Los Indicadores suelen ser medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

Los indicadores deben reflejar adecuadamente el comportamiento real de la naturaleza del objeto en estudio, es recomendable para nuestro caso particular, definir estos indicadores como los números que relacionan medidas físicas, y de esta forma poder hallar el valor de esa relación de medida. Como primera instancia se compara este número con otro u otros, que correspondan a un ítem similar o proyecto parecido, ajustando el precio que se origina en la actividad económica y productiva. Los resultados y características de por sí, deben ser

estables y comprensibles, por lo tanto, no es suficiente una sola cifra para comprobar la medición y el costo de esta tarea o elemento constructivo, lo cual impone la necesidad de considerar los sistemas de indicadores, es decir, un conjunto interrelacionado de ellos que abarque la mayor cantidad posible de magnitudes a medir.

## 6.2 IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES

- Permite medir cambios de alguna condición o situación a través del tiempo.
- Facilitan observar detalladamente los resultados de proyectos o acciones.
- Son instrumentos muy importantes para evaluar y dar surgimiento al proceso de desarrollo.<sup>2</sup>
- Son elementos valiosos para orientarnos respecto a cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos de desarrollo.

## 6.3 CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES

Algunos criterios para la construcción de buenos indicadores son:

**6.3.1 Mensurabilidad.** Capacidad de medir o sistematizar lo que se pretende conocer.

---

<sup>2</sup> [www.monografias.com/trabajos14/administ.-procesos/administ.-procesos.shtml#PROCE](http://www.monografias.com/trabajos14/administ.-procesos/administ.-procesos.shtml#PROCE)

**6.3.2 Análisis.** Capacidad de captar aspectos cualitativos o cuantitativos de las realidades que pretende medir o sistematizar.

**6.3.3 Relevancia.** Capacidad de expresar lo que se pretende medir.

## **6.4 CLASES DE INDICADORES**

**6.4.1 Indicadores Cuantitativos.** Son los que se refieren directamente a medidas en números o cantidades, estos son los que tienen mayor relevancia en el aporte del proyecto.

**6.4.2 Indicadores Cualitativos.** Son los que se refieren a cualidades. Se trata de aspectos que no son cuantificados directamente. Se trata de opiniones, percepciones o juicio de parte de la gente sobre algo.

**6.4.3 Indicadores Directos:** Son aquellos que permiten una dirección directa del fenómeno.

**6.4.4 Indicadores Indirectos.** Cuando no se puede medir de manera directa la condición económica, se recurre a indicadores sustitutivos o conjuntos de indicadores relativos al fenómeno que nos interesa medir o sistematizar.

**6.4.5 Indicadores Positivos** Son aquellos en los cuales si se incrementa su valor estarían indicando un avance hacia la equidad.

**6.4.6 Indicador Negativo.** Son aquellos en los cuales si su valor se incrementa estarían indicando un retroceso hacia la inequidad.

## **6.5 BASES DE MEDICIÓN**

Como es bien sabido, toda base es el fundamento o apoyo principal en que estriba o descansa alguna cosa, en nuestro caso partimos con base en unidades del sistema internacional de medidas como es el kilogramo, metro lineal, metro cuadrado, metro cúbico, entre otros<sup>3</sup>.

La medición hace referencia a la acción y efecto de medir y medir es determinar una cantidad comparándola con otra.

### **6.5.1 Importancia de la medición.**

- La medición nos permite planificar con mayor certeza y confiabilidad.
- Nos permite discernir con mayor precisión, la capacidad de obtener mejoras en el análisis de un presupuesto dado.
- Nos permite analizar y explicar como se han obtenido los resultados.

Se podrían seguir enumerando razones, sin embargo, el elemento más importante y que incluye a los anteriores, hace referencia a la medición como un trabajo indispensable para conocer que cantidades de elementos se van a analizar y en función a que se van a relacionar y de esta forma, lograr el acoplamiento perfecto entre unidades relacionadas medidas y precios, que es el aspecto que más nos interesa.

Muchas veces se interpreta que la medición solo, es útil para conocer las tendencias "promedios", olvidando que estas son útiles dependiendo de cómo se presentan o procesan y que cuando dirigimos procesos dentro de los análisis, no nos bastan sólo las tendencias "promedios" sino que debemos ir más allá,

conociendo con precisión la variabilidad en toda su gama y la interconexión de factores y causas en cada nueva situación.

Sin una correcta relación de la medición, no podemos tener ninguna clase de seguridad ni mejoramiento en la calidad de la información para evaluar, planificar, diseñar, prevenir, corregir y mantener resultados muy cercanos a la realidad.

La correcta relación en la medición no solo puede entenderse como un proceso de recoger datos, sino que debe insertarse adecuadamente en el sistema de toma de decisiones. Por ello debemos resaltar lo que varios autores siempre han destacado: para entender un fenómeno es necesario tener una teoría que nos ayude a explicarnos la concatenación y sucesión de los hechos que queremos estudiar. Los datos nos ayudaran a confirmar o a replantearnos nuestra teoría, pero siempre debemos contar con un marco teórico que nos posibilite caracterizar los datos que necesitamos y además nos ayude a interpretarlos. Se pueden tener muchos datos, pero si no se tiende a clasificarlos, estudiar su frecuencia, aislar los principales y establecer sus relaciones como se practica en la estadística, de poco servirán dichos datos y la medición. El análisis del comportamiento de los presupuestos y de los costos de las producciones y labores realizadas en las diferentes tareas concernientes a procesos constructivos, se ha convertido en una potente herramienta en la dirección de obra.

## **6.6 EJEMPLO PRÁCTICO ACERCA DE LA CREACIÓN DE UN INDICADOR PARA EVALUAR UN PUENTE PEATONAL EN KILOGRAMOS SOBRE METRO LINEAL**

Se realizó un ejemplo práctico en el correcto uso de indicadores, en este caso se tuvo que hallar de manera rápida, el costo total de un puente peatonal, partiendo

---

<sup>3</sup> [www.monografias.com/trabajos14/administ.-procesos/administ.-procesos.shtml#PROCE](http://www.monografias.com/trabajos14/administ.-procesos/administ.-procesos.shtml#PROCE)



A continuación se desarrollan los cálculos que corresponden únicamente a los componentes metálicos que forman la totalidad del puente peatonal, ubicado en el barrio Diamante II.

En esta hoja de cálculo, se puede observar las longitudes de cada uno de los componentes del puente peatonal, llámese tablero, rampa o escalera y la suma total de estas longitudes; también se puede apreciar el peso de cada uno de los componentes estructurales metálicos y su multiplicación por las cantidades calculadas con antelación, seguidamente se realiza la sumatoria individual para posterior a ello calcular el peso total de la estructura metálica.

**Figura 16. Hoja de cálculo donde se hallan longitudes y pesos totales del puente peatonal ubicado en el barrio Diamante II.**

TABLERO					
LONGITUD DEL TABLERO (M)	CANTIDAD	PESO (KG)	PESO TOTAL (KG)	ELEMENTO MET	
LONGITUD TOTAL TABLERO	34,64	69	122	8452,16	Long IPE 600
		13	122	1554,28	Trans IPE 600
		45	22,4	1001,0112	Trans IPE 200
		5	22,4	113,2544	Long IPE 200
		104	18,15	1886,148	Lámina colaborante
		69	11	762,08	Baranda metálica
RAMPA					
LONGITUDES DE RAMPA (M)	CANTIDAD	PESO (KG)	PESO TOTAL (KG)	ELEMENTO MET	
RAMPA ORIENTAL	34,62	295	122	36014,4	Long IPE 600
RAMPA OCCIDENTAL	34,62	11	122	1319,552	Trans IPE 600
RAMPA CENTRAL	69,32	147	22,4	3288,96512	Trans IPE 200
		509	18,15	9231,09	Lámina colaborante
		413	11	4545,64	Baranda metálica
		1	371,09	371,09	A T1 (1,8x1,8m)
		6	343,95	2063,7	A T1 (1,2x1,8m)
		3	371,09	1113,27	A T2 (1,8x1,8m)
		24	95,25	2266,96905	Columna D=0,5m
ESCALERAS					
LONGITUD ESCALERA (M)	CANTIDAD	PESO (KG)	PESO TOTAL (KG)	ELEMENTO MET	
LONGITUD TOTAL ESCALERA	30	75	11	823,68	Baranda metálica
<b>VALOR LONGITUD TOTAL (M)</b>	<b>203,2</b>	<b>VALOR PESO TOTAL (KG)</b>	<b>74807,28977</b>		

Fuente: Archivo equipo Técnico Geomática.

**6.6.1 Creación De Indicador Para El Puente Peatonal En El Diamante II.** A continuación se crea un indicador teniendo como base algunos indicadores preestablecidos.

Las medidas de longitudes del puente se tomaron de los planos arquitectónicos y los pesos de las especificaciones de los materiales, sino existen tablas con especificaciones de los elementos metálicos, se calculan los metros cúbicos del material y se multiplica por la densidad respectiva, para el acero se tomó una densidad de 7850 Kg/m<sup>3</sup>.

Seguidamente se hace la relación de medidas para obtener el indicador requerido, en nuestro caso se relacionan las unidades de kilogramo sobre metro lineal (Kg/m).

Ahora se puede comparar este valor con los valores de los indicadores que se tienen de base, logrando cumplir con el objetivo, el cual es, que exista una relación cercana de la cifra calculada con las que se tenían para efectuar la comparación evitando caer en errores garrafales.

En el momento de efectuar estos análisis, faltaban algunos datos no calculados por los diseñadores, pero el grueso de los elementos estructurales se encuentran listos, comprobando la utilidad que prestan estas cifras al poderse comparar en esta hoja la cifra que obtuvimos y su proximidad al valor de los indicadores que se tienen de soporte.

El primer indicador existente corresponde al puente peatonal Antonia Santos, ubicado sobre la autopista a Florida, antes del puente vehicular del Viaducto García Cadena, el segundo indicador existente, corresponde al puente metálico peatonal ubicado en la Ciudadela Real de Minas, al lado de Plaza Mayor.

**Figura 17. Creación de indicadores e indicadores existentes.**

INDICADOR GENERADO EN EL PROYECTO (KG/M)			INDICADORES BASES O EXISTENTES (KG/M)		
KG	M	INDICADOR (KG/M)	KG	M	INDICADOR (KG/M)
74807,29	203,2	368,1461111	85014	185	459,5351351
			93800	201	466,6666667

Fuente: Archivo equipo Técnico Geomática.

Para conocer el precio total del puente metálico o el costo por metro lineal, se multiplica el valor Kg de acero cotizado a precio actual por la relación de medida calculada anteriormente conocida como indicador, y tendremos un precio estimado muy cercano al valor real de la estructura metálica.

## 7. CONCLUSIONES

- Esta práctica empresarial permitió identificar con base en la experiencia adquirida, todos los procesos constructivos relacionados en cada uno de los ítems, a su vez, se logró optimizar dichos procesos, para elaborar un adecuado manejo en la consecución de presupuestos.
- La constante en la metodología y en el formato empleado por el grupo de Investigación Geomática, ha servido para evitar confusiones respecto al manejo de la información en la hoja de cálculo, manteniendo el criterio establecido y evitando interpretaciones erróneas en los procesos de análisis de presupuestos.
- El trabajo realizado dentro de un grupo interdisciplinario, ha permitido que cada profesional tenga en cuenta diferentes puntos de vista que desde otras áreas del conocimiento puedan aportar sus colegas. Lo cual es muy importante durante el desarrollo de cualquier tipo de proyecto de pequeña o gran envergadura, y favorece un crecimiento personal y profesional pues facilita la toma de decisiones oportunas y rápidas bajo esquemas de presión que se pueden presentar en determinados momentos del desarrollo de esta clase de proyectos.
- El aporte de la práctica consiste en dar a conocer un marco referencial acerca de lo que son los indicadores, la creación de los mismos y la utilidad que presentan. Respecto a la problemática que se afronte en la consecución de presupuestos, se deben obtener valores muy cercanos a los reales con relación a la estimación de precios y comparación de estos resultados con otros procesos similares para saber que tan acertados estamos siendo.

- Siempre se va a trabajar con costos directos en los respectivos análisis de precios unitarios – APU, debido a que los costos indirectos referentes a administración, imprevistos y utilidades, se manejan en el paso posterior a este análisis, correspondiente a las cantidades calculadas en la WBS.

## 8. RECOMENDACIONES

- Es aconsejable durante la elaboración de los análisis de precios unitarios – APU, cotizar con valores de precio de lista, debido a que los precios de los materiales suben en un buen porcentaje durante el año, en más de una ocasión, incluso en los subcontratos de fabricación e instalación de elementos especiales, que requieren de personal calificado, debido a que los componentes a instalar son de alta tecnología y los valores se mantienen respecto a la variación del mercado internacional. La mano de obra, por lo general, se incrementa de forma anual.
- Construir una base de datos o directorio para cotizar precios y procesos constructivos en más de dos sitios, en lugares reconocidos por su seriedad, que cumplan con los requerimientos de ley, facilitando el trabajo de los estudiantes que en adelante vengán a realizar una práctica similar. Es necesario averiguar lo que se requiera en más de un lugar, porque se puede llegar a cometer errores en la apreciación de un valor o una labor específica, dejando información errónea o sesgada.
- Es necesario seguir empleando la metodología aplicada por el grupo de investigación Geomática en el análisis presupuestal, y si es necesario, mejorar con algún modelo nuevo el existente, esto, debido a que se mantendrá una hegemonía en la forma de presentar la información y las personas que continúen el proceso, no tendrán ningún problema en la comprensión de estos documentos, dándole continuidad al trabajo de forma acertada.

- Proporcionar el valor de la herramienta menor de acuerdo al tipo de labor que se ejecute, logrando una adecuada distribución de precio de la herramienta vs trabajo a realizar.
- Analizar qué insumos o elementos presentan mayor influencia en el análisis del presupuesto. Esta práctica facilita el trabajo, en caso de requerir información actualizada de forma inmediata.

## BIBLIOGRAFÍA

AHUJA, HIRA N. y WALSWH, A. MICHAEL Ingeniería de costos y administración de proyectos. México: Alfaomega, 1995.

CONSUEGRA, Juan Guillermo. Presupuestos de construcción. Segunda Edición. Santafé de Bogotá DC. Colombia. Bhandar, 2002.

CONSTRUDATA. Construdata 136, informática para la construcción. Bogotá: Impresiones Legis, Septiembre - Noviembre 2005.

CONSTRUDATA. Construdata 139, informática para la construcción. Bogotá: Impresiones Legis, Junio - Agosto 2006.

FERNÁNDEZ O, Luís. Prontuario de la construcción, manual de tablas y fórmulas, ed. Alfaomega, 2006.

GÁMEZ T, Félix F. Cartilla de construcción vivienda de interés social proyecto villas de San Ignacio, Bucaramanga - Colombia, 2006.

HALPIN, Daniel W. Conceptos financieros y de costos en la industria de la construcción. México: Limusa, 1997. Cap. 7 y 10.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Normas Colombianas para la presentación de tesis de grado. Cuarta actualización. Bogotá: ICONTEC., 1996. 132 p. NTC 1307.

MEJÍA A, Guillermo. Alternativas posibles para moldear y elaborar presupuestos de obra. Tesis de magíster. Dpto. de la ing. civil y Ambiental, Universidad de los Andes, Bogotá DC., 2003.

Project Management Institute. A guide to the Project Management Body of Knowledge. PMBOK Guide Edition 2004.

SERPELL B, Alfredo. Administración de operaciones de construcción. Segunda edición. México: Alfaomega, 2002. p. 247-248.

SIKA. Sika Construcción, Manual de productos Sika, edición 2005.

[www.monografias.com/trabajos14/administ.-procesos/administ.-procesos.shtml#PROCE](http://www.monografias.com/trabajos14/administ.-procesos/administ.-procesos.shtml#PROCE)

[http://www.metrolinea-sa.com/sitm\\_new.htm](http://www.metrolinea-sa.com/sitm_new.htm)

<http://www.acesco.com/acesco/>

<http://www.camacol.org.co/htm/index.asp>

<http://www.arqhys.com/construccion/index.html>