




**TÉRMINOS DE REFERENCIA LEVANTAMIENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS LÍNEA 7
Y TERRENOS DE TALLERES CON COCHERAS LÍNEA 7
METRO DE SANTIAGO**

| | | | | | |
|---|----------|-----------------------------|----------------------------------|--------------|-------------------|
| 0 | 08-02-18 | Licitación | Subgerencia de Contratos y Pagos | | |
| REV N° | FECHA | EMITIDO PARA | ELABORADO POR: H. Corssen | REVISADO POR | APROBADO POR |
|  | | L7-C0700001-00-7CO-TDR-0001 | | | Página 1 de 12 |
| | | | | | Revisión 0 |

TÉRMINOS DE REFERENCIA**LEVANTAMIENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS
LÍNEA 7 Y TERRENO DE TALLERES CON COCHERAS
METRO DE SANTIAGO****CONTENIDO**

| | |
|---|-----------|
| 1. Identificación del Contrato..... | 3 |
| 2. Alcance de los Servicios..... | 3 |
| 2.1 <i>Trazado referencial Línea 7.....</i> | <i>3</i> |
| 3. Contenido de la oferta | 4 |
| 4. Personal de la Consultoría | 5 |
| 5. Prevención de Riesgos..... | 5 |
| 6. Entregables | 6 |
| 7. Metodología Aerofotogrametría | 6 |
| 7.1 <i>Aerofotogrametría</i> | <i>6</i> |
| 7.2 <i>Apoyo Topográfico y Control Terrestre.....</i> | <i>7</i> |
| 7.3 <i>Proceso de Restitución Digital.....</i> | <i>8</i> |
| 7.4 <i>Ortofoto Verdadera.....</i> | <i>8</i> |
| 7.5 <i>Ingreso a Autocad</i> | <i>9</i> |
| 7.6 <i>Red Base o Poligonal obtenida con GPS</i> | <i>9</i> |
| 7.7 <i>Transformación de datum WGS-84 a Datum Local</i> | <i>10</i> |
| 7.8 <i>Software de reducción y procesamiento.....</i> | <i>11</i> |
| 7.9 <i>Nivelación.....</i> | <i>11</i> |
| 8. Alternativa de Láser Aerotransportado..... | 11 |
| 8.1 <i>Procedimiento de Terreno con GPS.....</i> | <i>12</i> |
| 8.2 <i>Separación de Puntos.....</i> | <i>12</i> |
| 8.3 <i>Proceso.....</i> | <i>12</i> |
| 8.4 <i>Entregables especiales de esta alternativa.....</i> | <i>12</i> |

TÉRMINOS DE REFERENCIA

**LEVANTAMIENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS
LÍNEA 7 Y TERRENO COCHERAS
METRO DE SANTIAGO**

1. Identificación del Contrato.

Los presentes Términos de Referencia (TR) definen el alcance de los trabajos incluidos en las Asesorías denominadas "Levantamiento Aerofotogramétrico Línea 7 y Terreno de Cocheras", del Metro de Santiago.

2. Alcance de los Servicios.

Para el desarrollo del Proyecto y las Ingenierías de la Línea 7 del Metro de Santiago se requiere la elaboración de un levantamiento topográfico que permita disponer de un trazado con puntos de referencia (PR) fijos y un destacado de los tópicos que sirvan de base para desarrollar las Ingenierías Básica y de Detalle.

Los trabajos podrán ser cotizados en dos modalidades:

- a) Levantamiento Aerofotogramétrico:** con vuelos especiales y poligonal base obtenida con GPS, levantamiento de detalles catastrales en superficie a escala 1:2000 con información de edificaciones, fachadas, cierres, soleras, etc. Los planos finales deben ser entregados en escala 1:500. Se incluye transformación de coordenadas con sistemas de referencia Metro para estudios de conectividad con líneas existentes.
- b) Levantamiento con Láser Aerotransportado:** Se acepta ésta como alternativa y/o complemento a la aerofotogrametría, y con poligonales bases y levantamiento de detalles catastrales en superficie a escala 1:500 y 1:200 en sectores especiales.

El producto final requerido en ambos casos, es el levantamiento con referencias ligadas a la Red Metro y Ortofotos Digitales Verdaderas georeferenciadas a la base STANDARD UTM que utiliza SERVIU, permitiendo a la ingeniería la visualización de todos los sectores y la implantación del trazado de la Línea 7.

El trabajo que se solicita alcanza todo el recorrido que se señala en los cuatro planos que se adjuntan en ANEXO 1 que se describe a continuación:

2.1 Trazado referencial Línea 7 y acceso a futuros talleres y cocheras

Con objeto de facilitar la programación y administración de los trabajos de topografía en terreno, se propone dividir el trazado en cuatro sectores independientes:

- Sector 1 desde unos 250 m al norte de Brasil por Vicuña Mackenna en la comuna de Renca hasta el encuentro de Avda. Mapocho con Avda. Walker Martínez (Autopista Central). Son 6 estaciones y 6 piques de construcción y 8,1 kilómetros de recorrido. Este sector incluye un

ramal de acceso al terreno de Talleres y Cocheras de unos 800 m. El mencionado ramal nace a la altura del punto de intervención denominado S 09 en el kilómetro 1.943 y toma dirección al poniente paralelo a la Costanera Norte.

- Sector 2 desde el encuentro de Avda. Mapocho con Avda. Walker Martínez (autopista central) hasta la Plaza Baquedano. Son 5 estaciones y 4 piques de construcción y 5,6 kilómetros de recorrido.
- Sector 3 desde la plaza Baquedano hasta el encuentro de las calles Alonso de Córdoba, Américo Vespucio y Kennedy. Son 4 estaciones y 5 piques de construcción y 6,2 kilómetros de recorrido.
- Sector 4 desde el encuentro de calles Alonso de Córdoba, Américo Vespucio y Kennedy hasta unos 100 m al Oriente de Lo Fontecilla por Avda. Las Condes. Son 4 estaciones y 5 piques de construcción y 5,4 kilómetros de recorrido.

3. Contenido de la oferta

La oferta del Consultor, en términos generales, estará conformada por los siguientes documentos según se señala en las Bases de Licitación:

- 3.1 Identificación de la Empresa señalando el profesional representante ante Metro S.A. y su cargo dentro de la organización de la empresa. Se indicará además la dirección, número telefónico y correo electrónico.
- 3.2 Antecedentes legales. Se debe presentar el Certificado de Vigencia de la Sociedad Proponente y de la empresa asociada, cuando corresponda, cuya antigüedad no sea superior a 90 días desde la fecha de su presentación.
- 3.3 Antecedentes Financieros. Se debe presentar los Balances y Declaraciones de Impuestos a la Renta que se solicitan, tanto de la Sociedad Proponente como de la empresa asociada, cuando corresponda.
 - Balance general correspondiente al año 2013 y a Junio de 2014.
 - Declaraciones de Renta de la Sociedad y de la empresa asociada, si corresponde, para los períodos tributarios 2013 y 2014.
- 3.4 Presupuesto total del Contrato a suma alzada, impuestos incluidos.
Los valores totales de cada ítem deberán expresarse en Unidades de Fomento, en valores redondeados a la centésima, aproximando los 5 milésimos a la centésima superior, y presentados según "Formulario A" adjunto a los presentes términos de referencia.
- 3.5 Metodología de trabajo propuesta en gabinete y terreno.
- 3.6 Identificación de los especialistas a cargo de la Consultoría. (No incluye período de mantención y restitución de PRs, en el que la consultora debe designar una persona de contacto)

- 3.7 Programas de trabajo que incluya las distintas partidas, los hitos establecidos, todo en días corridos para cada entregable y dentro del plazo requerido de 120 días corridos, exceptuando el período de los 18 meses por mantención y restitución de los PR, los cuales serán contados a partir del último informe final aprobado.

Todos los documentos exigidos en esta presentación, deberán ser timbrados y firmados por la Empresa.

4. Personal de la Consultoría

Los especialistas propuestos por el Consultor deberán tener sólida formación y vasta experiencia en los aspectos relacionados con ella. Además el Consultor deberá contar con un equipo técnico amplio, que sea depositario de su experiencia en el tema y con el cual se pueda contar cuando eventualmente se requiera ampliar o profundizar el desarrollo de los trabajos.

El personal clave ofrecido es el que deberá utilizar en los trabajos y en caso eventual que alguno de ellos presente un impedimento grave para participar, podrá ser reemplazado por otro profesional con experiencia similar o mayor, previa autorización de Metro S.A.

Los párrafos anteriores se refieren a la asesoría y no incluyen el período de mantención y restitución de los PR's.

5. Prevención de Riesgos

El Consultor deberá tomar todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos para lo cual deberá dar cumplimiento a las siguientes normas generales, sin que el listado sea taxativo:

- “Manual de Señalización de Tránsito”.
- “Instructivo sobre Seguridad e Higiene Industrial para Contratistas M.O.P.”
- Ley 16.744 y sus modificaciones. “Seguro Social Obligatorio Contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y enfermedades Profesionales”.
- Decreto N°40 del 1969 de la Subsecretaría de Previsión Social y sus modificaciones “Aprueba Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales”.
- Decreto N°54 de 1969 de la Subsecretaría de Previsión Social y sus modificaciones “Aprueba Reglamento para Funcionamiento de Comités Paritarios de Higiene y Seguridad”.
- Ley N°18.290 “Ley de Tránsito”.
- Decreto N° 121 de la Subsecretaría de Transportes “Manual de Señalización y Tránsito”.
- Resolución N°1826 de la Dirección de Vialidad de 1983 “Normas Técnicas para Señalización, Control y Regulación del Tránsito, en vías donde se realicen Trabajos”.
- Decreto N°63 de la Subsecretaría de Transportes “Señalización y Medidas de Seguridad cuando se efectúan Trabajos en la Vía Pública”.

- Decreto N°54 de 1987 de la Subsecretaría de Economía “Aprueba Requisitos Mínimos para Instalación de Cilindros de Gas Licuado”.
- Decreto N°379 de 1985 de la Subsecretaría de Economía “Aprueba Reglamento de Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo, Destinados a Consumo Propio.
- Norma N.Ch. Eléct. 4/2003 Electricidad “Instalaciones Interiores de Baja Tensión”.

El Consultor deberá tomar además todas las medidas razonables para evitar riesgos y daños a terceros, cuidará de hacer el mínimo daño posible a árboles y jardines, deberá retirar de inmediato escombros y materiales extraídos y enviar a botaderos autorizados, deberá recibir materiales en lugares con cierros o directamente en el punto de utilización, evitará levantar polvo y deberá tomar las medidas de aseo, higiene, seguridad o protección del ambiente que ordene el mandante.

El personal contratado por el Consultor no tendrá relación alguna de carácter jurídico – laboral, ni de subordinación ni dependencia con METRO S.A.

6. Entregables

El contratista debe entregar para toda la línea 7 y para el terreno de los talleres lo siguiente:

1. Planos a escala 1:500 en papel y en forma digital de acuerdo al formato y normas de Metro S.A., con información de detalles como divisiones prediales, construcciones, líneas de solera, postaciones, servicios, anchos de calle y singularidades. Se considerarán para este efecto archivos tipo DWG. Estos planos se entregarán en tres (3) juegos de copias.
2. Monografías de PR's materializados en forma digital y física.
3. Ecuaciones de Transformación de coordenadas en cada estación de combinación o punto particular definido por Metro S.A.
4. Índice de los vuelos realizados con su numeración respectiva.
5. Ortofoto digital verdadera con un software para su visualización y manejo de información vectorial de ingeniería. (formatos GeoTiff y ECW)
6. Informe Final en papel y formato digital más dos (2) juegos de copias en papel.
7. Red poligonal de PRs con mantención o reposición hasta entrega a contratista de ingeniería de detalle o 18 meses a partir del Informe Final aprobado.

7. Metodología Aerofotogrametría

7.1 Aerofotogrametría

Los trabajos solicitados incluyen la realización de vuelos aerofotogramétricos tal de asegurar la obtención de una escala final en los planos de 1:500 sobre la zona de estudio, definida en un ancho de faja de 500 m (250 m a cada lado del eje de la línea). Este levantamiento debe ligarse en

aquellos lugares donde se interceptan Líneas en operación, a través de coordenadas planimétricas y altimétricas propias del Metro S.A.

En el proyecto se utilizarán fotografías aéreas digitales a color en alta resolución.

La escala de fotografía será 1:2000 de manera de obtener una buena definición de detalles, teniendo en consideración la naturaleza del terreno, la relación entre escala de fotografías y escala de plano, la relación entre el intervalo de curvas de nivel y la altura del vuelo aerofotogramétrico, y las limitaciones de la disposición de los modelos estereoscópicos.

Los fotogramas consecutivos deberán traslaparse un 60% +/- 5% para obtener buena información altimétrica.

Los fotogramas programados deben cumplir con lo especificado para levantamientos de precisión a la escala solicitada 1:500, permitiendo trazar curvas y planimetría con la misma precisión, aunque las variaciones topográficas en altura del terreno sean importantes.

En su oferta el Proponente deberá indicar las principales características del vuelo programado como:

- Escala de vuelo
- Líneas de vuelo
- Características del sensor digital y la cámara aérea fotogramétrica
- Recubrimientos longitudinales y laterales

7.2 Apoyo Topográfico y Control Terrestre

La etapa de apoyo topográfico en la aerofotogrametría tiene como finalidad la de proporcionar los antecedentes básicos relativos a las coordenadas de cada uno de los puntos de control necesarios para la fase de estéreo-restitución digital. Por otra parte permite mejorar la definición de algunos elementos relevantes del levantamiento.

El determinar la posición de cada uno de los puntos de control, supone la ejecución de una serie de etapas previas, las cuales se inician en la red GPS de control principal. Las coordenadas planimétricas se determinarán con GPS geodésicos de doble frecuencia y sus cotas por nivelación geométrica corriente vinculados a la red básica.

El trabajo que se efectuará para obtener la base planimétrica con GPS, y el trabajo requerido para determinar la base altimétrica se detallan más adelante.

Para la orientación y dimensionamiento de los modelos fotogramétricos se contempla realizar un control de terreno completo, es decir, deberán existir en lo posible 4 puntos estereoscópicos por cada par de fotogramas.

Se solicita apoyar la aerofotogrametría con levantamiento tradicional para definir con precisión las líneas de cierre y líneas de fachadas de las edificaciones vecinas al trazado (polígonos cerrados).

Para definir claramente las coordenadas que ligan el levantamiento de la línea 7 se debe utilizar el sistema de referencia base STANDARD UTM utilizado para las obras de SERVIU. Con ese objeto el Contratista debe comprar al SERVIU la certificación de aquellos puntos cercanos al trazado de la Línea 7. Además se deben considerar referencias puntuales del sistema Metro en especial en aquellos lugares donde se produce el atravesado de líneas en operación y estaciones de intercambio, considerando los PR's existentes, cuya ubicación será concordada con Metro S.A.

7.3 Proceso de Restitución Digital

Los resultados de la orientación de los modelos fotogramétricos deberán ser entregados por el Consultor, indicando el software de captura utilizado en el proceso de restitución, el cual permitirá obtener simultáneamente las tres coordenadas, de manera que todos los puntos capturados queden en su correcta posición espacial.

Se organizarán archivos magnéticos con los niveles o layers de información, de manera tal que cada archivo corresponda a una lámina de ploteo. Todos los archivos de traspaso serán del tipo DXF u otro a definir. Se restituirán "punto a punto" las líneas que delimitan a todos los elementos cartográficos relevantes de las fotografías.

Los planos serán ejecutados bajo estándar Metro para este tipo de trabajos con las debidas precauciones por cuanto es una zona urbana. La restitución será efectuada directamente a escala 1:500 y los planos serán editados e impresos según normas de Metro S.A. Además, de cada plano se requerirá un archivo computacional del tipo DWG.

En todo archivo de digitalización no podrán existir duplicaciones de segmentos de líneas en un mismo nivel o "layer". Entre niveles podrán darse las duplicaciones sólo en el caso en que se trate de segmentos compartidos por distintos elementos.

7.4 Ortofoto Verdadera

Es un producto obtenido como resultado de la rectificación de la imagen aérea sobre la base del Modelo Digital de Terreno (DTM), con el propósito de transformar la perspectiva óptica en una proyección ortogonal.

Se solicitará una metodología para la generación de las Ortofotos Reales, considerando como mínimo lo siguiente:

- Método de Ortorectificación
- Generación del Modelo Digital de terreno (DTM)
- Obtención de la Ortofoto verdadera
- Corrección Radiométrica de las Imágenes aéreas

7.5 Ingreso a Autocad

Esta última etapa consistiría en ubicar en coordenadas las ortofotos verdaderas en archivos de Autocad.

7.6 Red Base o Poligonal obtenida con GPS

Para el apoyo de los trabajos de aerofotogrametría y posteriores trabajos de levantamientos locales, se construirá una red de puntos que conforman una poligonal precisa. Las referencias de partida corresponderán a bases topográficas existentes de la red Metro.

Los puntos tendrán una distancia no superior a 250 m. entre ellos y se elegirán de modo que desde cualquier punto puedan realizarse mediciones ópticas sin dificultad a los puntos subsiguientes (para poder restituir la poligonal en el futuro si se pierde cualquier punto).

Esta red de puntos sigue en general el trazado de la vía, ubicando los puntos en lugares que no puedan ser afectados por las obras futuras, tanto por excavaciones, asentamientos o desvíos de tránsito. La ubicación de los puntos deberá ser propuesta a Metro S.A. para su aprobación.

Los puntos serán materializados con monolitos de hormigón de 30x30x30 cm., semienterrados en lugares protegidos, a fin de mantenerse largo tiempo sin que esté previsto puedan ser removidos por obras del municipio o de los vecinos. Los monolitos serán identificados mediante una placa de acero con marca estampada y un punto sobresaliente (para apoyar las miras) materializado con un perno de 25 mm de cabeza redondeada. La marca deberá indicar el número del vértice.

En todo caso la materialización de los PR's será propuesta y acordada en forma conjunta con Metro S.A., en casos donde existan razones fundadas que motiven una propuesta de solución diferente.

El contratista deberá mantener y restituir los PR hasta su entrega al contratista de ingeniería de detalle o hasta 18 meses después de la entrega de su Informe Final aprobado. Por este motivo el Consultor, bajo su responsabilidad y costo, en acuerdo con Metro, puede cambiar el diseño de un monolito por otro similar que, en su experiencia sea más apropiado al lugar y, tenga una mayor durabilidad.

El Consultor deberá ejecutar las obras de materialización de los PR. La ejecución de esas obras, que si bien son menores, deben cumplir con todas las condiciones de permisos, recepciones, protecciones, señalización, restituciones de superficie, limpieza, de salud ocupacional, de prevención de riesgos, de seguridad y de respeto de compromisos medioambientales y legales. Especialmente significativo es que se trabaje en los horarios permitidos, con los permisos correspondientes, que los trabajadores estén equipados de acuerdo a los riesgos que deben conocer, que los residuos sean llevados a botaderos autorizados que emitan certificados auditables, que se entreguen y recepcionen las obras conforme a los permisos y que los excedentes peligrosos tengan un plan de manejo y una disposición final en receptor autorizado que emita certificado legal y que los certificados y recepciones pertinentes sean oportunamente entregados a Metro S.A.

El cumplimiento de la totalidad de las certificaciones y recepciones que emanen de lo indicado en el párrafo precedente, incluyendo la entrega oportuna de dichos documentos a Metro S.A., es condición necesaria para la recepción del servicio por parte de Metro S.A.

Para el proceso de cálculo con GPS y determinación de las coordenadas de cada uno de esos puntos, se deben realizar y registrar mediciones de códigos y fases en forma estática y simultánea con un mínimo de una estación de referencia, mientras que con un segundo receptor, se localizan y miden los puntos remotos.

Esas mediciones consideran idealmente leer a un número superior de 5 satélites de navegación con un factor de geometría PDOP menor a 4.

Para obtener resultados confiables, en ningún caso el número de satélites debe ser inferior a cinco y si eso sucede estas observaciones deben ser desechadas. De igual modo, los datos de satélites con una elevación sobre el horizonte inferior a 5 grados no deben ser considerados.

Con el fin de mejorar la precisión se deben evitar distancias muy largas entre el receptor de referencia y el receptor remoto, en este caso se medirá en forma de radiación, mientras en otros casos, se tomará por tramos, es decir en forma de poligonal o de una posta. De todos modos se aplicarán mediciones redundantes y se seguirán adecuados procedimientos de chequeo, para asegurar la mejor precisión.

La metodología de medición GPS, será propuesta por el Consultor.

7.7 Transformación de datum WGS-84 a Datum Local

Los datos satelitales serán obtenidos sobre la base del sistema WGS-84 Sirgas compatible con SERVIU y deben referirse al Datum local. Para ello durante la medición, uno de los receptores será instalado sobre un punto de coordenadas conocidas en el datum local. Con ello se hará la

determinación de parámetros de transformación entre datum WGS-84 SIRGAS y el datum local mejorando así las variaciones del geoide en el área de trabajo.

7.8 Software de reducción y procesamiento

Las mediciones de datos GPS GNSS en los receptores geodésicos deben ser analizados y procesados en gabinete en forma diferencial mediante sistemas computacionales reconocidos, incluyendo señales de GLONASS.

De este proceso se obtienen las coordenadas geográficas en datum local de cada punto observado. Posteriormente, estas coordenadas geográficas son traspasadas a archivos con coordenadas UTM.

Una vez determinadas las coordenadas UTM en datum local, se procede a generar archivos computacionales tipo RINEX para representar la distribución de todos los puntos observados en sistemas gráficos. Finalmente se genera en AutoCad un archivo gráfico de todos los puntos generados.

Se debe elaborar un informe técnico con el detalle de parámetros del procedimiento, cantidad y calidad de los datos GPS registrados en terreno.

7.9 Nivelación

El transporte de las coordenadas altimétricas a los puntos de la red se realizará mediante nivelación geométrica corriente, esto es con una tolerancia de $10 \text{ mm} \times k 0.5$, en que k es la distancia en kilómetros. Para ello se empleará niveles digitales, cerrando en circuitos de ida y vuelta.

Las referencias de partida corresponderán a puntos de vinculación IGM. (MONO).

Los pilares de nivelación se encontrarán a lo más a 250 m. de distancia unos de otros, serán inter-visibles y estarán ubicados en lugares protegidos de perturbaciones por obras o por el tránsito. Estos pilares se materializarán con dados de hormigón de 30x30x30 cm identificados con una placa metálica estampada que diga el número del pilar. En su centro llevará un perno de 25 mm de diámetro, sobresaliente del hormigón y con cabeza redondeada.

8. Alternativa de Láser Aerotransportado

En el sistema de Láser Aerotransportado como alternativa se tomarán puntos suficientes para una escala 1:500 y 1:200 en sectores especiales. Esto implica el máximo de puntos por cada m² dada la necesidad de filtrar estos para las distintas escalas.

Se exigirá además, Ortofotos Digitales reales georeferenciadas con el propósito de superponer la información vectorial generada por Ingeniería, al igual que un software para modelar esta información.

8.1 Procedimiento de Terreno con GPS

Para el apoyo de los trabajos láser aerotransportado y posteriores trabajos de levantamientos locales se construirá una red de puntos que conforman una poligonal

8.2 Separación de Puntos

Se deberá generar un archivo separado de puntos de terreno propiamente tales y otro para puntos altos correspondientes a árboles y edificios. Estos últimos se usarán para corregir la distorsión de perspectiva que pudiera generarse en edificios de altura.

8.3 Proceso

Con la totalidad de los puntos se generará una malla con densidad variable para los planos 1:500. Esto implica un promedio de al menos 1 punto cada 5 metros en los sectores planos y 1 cada 2 metros en los sectores abruptos.

8.4 Entregables especiales de esta alternativa

Se entregarán los siguientes productos para el proyectos de Línea 7:

1. Totalidad de puntos x, y, z del levantamiento para trabajos futuros. (Formato LAS)
2. Planos a escala 1:500 y 1:200 en forma digital y análogos de acuerdo al formato y normas de Metro S.A. Se considerarán para este efecto archivos tipo DXF, DWG o DGN para interactuar con softwares de cálculo de caminos.
3. Ortofotos verdaderas georeferenciadas a las mismas escalas de los levantamientos, esto es 1:500 y 1:200 en sectores críticos. (Formatos GeoTiff y ECW)
4. Informe final que entre otros describe en detalle la metodología utilizada, la ubicación de los PR's del trazado y documentos entregables.