

Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)

Red de monitoreo de la calidad del aire de
PROTRANSPORTE

18 de Enero de 2004

Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)

Red de monitoreo de la calidad del aire de
PROTRANSPORTE

18 de Enero de 2004

© PA Knowledge Limited 2004

Preparado para: Consejo Nacional del
Ambiente (CONAM)

Preparado por: Roland Klepel

PA Consulting Group
1750 Pennsylvania Avenue
Suite 1000
NW Washington
DC 20006
Tel: +1 202 442 2000
Fax: +1 202 442 2001
www.paconsulting.com

03209

Versión: 1.0



AGRADECIMIENTOS

El diseño de la "Red de Monitoreo de la calidad del aire de PROTRANSPORTE", fue realizada por la empresa consultora PA Consulting Group, bajo el auspicio de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Participaron en la elaboración de este estudio:

Por el Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM): La coordinación de la actividad fue efectuada por Giovanni Goyzueta de la Unidad de Cambio Climático y Calidad del Aire.

Por PROTRANSPORTE: Arnold Millet Luna

Por PA Consulting Group: Roland Klepel, Miguel Franco, José Andonaire Jessica Tantalean y Mónica Franchy.

Correcciones de forma y estilo: Marnie Ivonne Sotil Pérez Palma y Mónica Franchy

Estos términos de referencia fueron realizados sobre la base del Convenio de Donación de Objetivo Estratégico entre la República del Perú y los Estados Unidos de América para la Gestión Fortalecida del Medio Ambiente para Atender Problemas Prioritarios, a través de la empresa PA Consulting Group. El uso, distribución, copia o referencia de este documento por parte de personas o entidades no involucradas en el proyecto, deberá estar autorizado por USAID o PA Consulting Group.

Cabe señalar que CONAM se hace responsable de los cambios realizados al presente documento luego de la entrega por parte de PA Consulting Group del mismo.

PREFACIO

El estudio "Red de Monitoreo de la calidad del aire de PROTRANSPORTE" tiene la finalidad de elaborar una solución/propuesta óptima para la implementación y operación de una red de monitoreo de la calidad del aire en Lima la cual sería financiada con los créditos del Banco Mundial (BM) y el del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para dicho proyecto de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). Con esta red se pretende cumplir con dos metas principales: primero que la red de calidad del aire debe demostrar los efectos positivos esperados tras la implementación de líneas de buses de alta capacidad y del reordenamiento del transporte público en general en la ciudad de Lima generados por el proyecto y en segundo lugar, según PROTRANSPORTE ha manifestado, que dicha red debe ser el núcleo de una red de monitoreo de calidad del aire para toda la región metropolitana de Lima con lo cual se busca agilizar la creación del servicio ambiental de monitoreo de la calidad del aire tan importante para la ciudad de Lima.

PROTRANSPORTE identificó, de experiencias anteriores, la debilidad institucional que existe en el tema de monitoreo de la calidad del aire como uno de los grandes retos por resolver adecuadamente en el tema de los equipos y estaciones adquiridas por las autoridades peruanas para el monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Lima. Es por esta razón que se ha analizado, en un primer paso las diversas formas de organización para la operación de una red de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Lima, encontrando figuras tales como una: Red Estatal, Red Privada, Red de Asociación Público -Privada y Red Paralela. Sin embargo, entre todas estas, se recomienda la organización dentro de un esquema de Asociación Público - Privada debido a que representa la solución más flexible y abierta para la participación de las diferentes instituciones interesadas.

Para garantizar una propuesta coherente y dentro del presupuesto asignado se ha desarrollado el estudio en las siguientes fases:

1. Después de hacer un análisis de la institucionalidad para una red de monitoreo para Lima, se han definido los principales objetivos que debería tener esta red de monitoreo.
2. En base a la definición de los objetivos se analizó la relevancia y representatividad de la medición de ciertos contaminantes esenciales para la red de monitoreo de PROTRANSPORTE. Así mismo la necesidad de información que tiene dicha organización. Acto seguido se desarrollaron lineamientos para el aseguramiento y control de la calidad de los datos obtenidos por la red de monitoreo.
3. Se pre-definieron sitios de medición a través de estudios anteriores, principalmente del estudio de saturación de Swisscontact y DIGESA para el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima/Callao del año 2000 y en base a los objetivos establecidos se formularon los criterios relevantes para la selección de los sitios de medición correspondientes. Posteriormente, en un trabajo de campo, se buscaron los sitios en la zona de influencia y finalmente se seleccionaron y priorizaron los puntos para una red de monitoreo de cinco (5) o de cuatro (4) estaciones.
4. Para establecer los requerimientos para el Centro de Control se evaluó el sistema de almacenamiento de los datos obtenidos por los diversos equipos. Quedándose como un gran reto la definición del Centro de Control porque se preveía que, en la red final, se

iban a utilizar equipos de varios proveedores y tipos, lo cual implica un sistema total muy complejo.

5. En base a las definiciones anteriores se elaboró un presupuesto de inversión para la adquisición de la red y del Centro de Control para la operación de la misma por diez (10) años. Se siente un fuerte deseo de las autoridades involucradas en la vigilancia de la calidad del aire por implementar una red con equipos automáticos, por lo cual no se ha tomado en consideración métodos pasivos en el presupuesto, sin embargo se consideró como un gran potencial para reducir los costos de inversión y de operación en el futuro. Se asumió que el sistema debe ser operado por un cierto tiempo con los fondos presupuestados del crédito del BID y del BM hasta que el sistema de PROTRANSPORTE esté en funcionamiento y este posiblemente pueda ser financiado a través del boletaje de estos buses. Ese trabajo se hizo en pasos iterativos, es decir que se buscó un equilibrio dentro de lo deseado y el marco del presupuesto del crédito del proyecto.

6. Se elaboró un plan de trabajo con una estación móvil y pruebas al azar, siendo este esquema más intensivo y laborioso en el manejo y la administración, pero que sin duda representa una posibilidad de vigilancia de un territorio más extenso sin aumentar la inversión inicial significativamente.

7. Finalmente se presentan algunas pautas para la instalación de los equipos y estaciones de monitoreo de la calidad del aire en el campo.

De acuerdo con los objetivos formulados por PROTRANSPORTE se definió la evaluación del impacto del proyecto y la vigilancia de la contaminación del aire como los dos objetivos principales. Por eso se seleccionaron los contaminantes de Partículas Finas ($PM_{2.5}$) y de Dióxido de Nitrógeno (NO_2), los cuales son buenos representantes de la contaminación del aire causada por el tráfico, por lo que se establecen como los contaminantes a vigilar de primera prioridad.

Para el sistema del Centro de Control se recomienda una solución de terceros por empresas especializadas en el almacenaje y manejo de los datos obtenidos por una red de monitoreo de la calidad del aire, aunque a primera vista se vea como una solución cara. Eso por dos razones: principalmente porque es muy probable que la red tenga varios equipos de marcas y tecnologías diferentes con interfaces diferentes y segundo porque no existe una amplia experiencia en la instalación de redes extensas de monitoreo en el país.

Por restricciones presupuestales se concluyó que es viable tener cuatro (4) estaciones equipadas con equipos de monitoreo de Partículas Finas ($PM_{2.5}$) y de Dióxido de Nitrógeno (NO_2), y parcialmente con Ozono (O_3) y dos estaciones meteorológicas, de las cuales una sería una estación móvil. Eso permitiría un financiamiento de la operación de la red de monitoreo por 2 años (sin IGV) y 1.2 años (incl. IGV) con el presupuesto asignado a este fin.

Como puntos de monitoreo se recomiendan las siguientes ubicaciones:

| Código | Ubicación | En el ámbito urbano | Con campo | Comentario |
|------------------|---|---------------------|-----------|---|
| Total Estaciones | | 4 | 4 | |
| EMA 18 | SEDAPAL | | X | |
| EMA 20 | Club del Golf Villa | X | | |
| EMA 32 | Parque de Reducto | | | |
| EMA 22 | Plaza Grau | X | X | Punto Céntrico, Futuro cruce del transporte público |
| EMA 23 | Cl. Lampa | | | Sustitución de Grau, en el caso que no se pueda utilizar. Reemplazaría EMA 28 o EMA32 |
| EMA 24 | Emancipación | | | |
| EMA 7 | Payet | | | Uno de esos tres sitios (Altitud 300 [m]) EMA 7 puede tener problemas de seguridad y electricidad |
| EMA 9 | Estadio Tahuantinsuyo | X | | |
| EMA 10 | Urb. Tahuantinsuyo | | | |
| EMA 28 | Municipalidad Independencia | X | X | Cerca de la nueva línea de transporte público |
| EMA 1 EMA 3 | Planta de Tratamiento de Agua (Consortio Agua Azul) | | X | EMA 1, en la planta existe mayor seguridad, EMA 3 más interesante |

La estación móvil sería utilizada para realizar pruebas al azar desarrolladas en el plan de operación. Las pruebas al azar implican un incremento en el costo de operación, pero en el balance final permitirían extender la cobertura de la red de monitoreo de la calidad del aire significativamente. Se recomienda preparar todos los sitios de medición incluyendo los sitios que se visitarían con la estación móvil periódicamente por el sistema de prueba al azar, porque esto permitiría la reducción del tiempo necesario para su instalación significativamente y además facilitaría la buena calidad de los datos obtenidos.

ÍNDICE

| | |
|--|-------------------------------|
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| PREFACIO | iv |
| 1. Introducción | 9 |
| Índice de Tablas | 9 |
| Índice de Ilustraciones | 10 |
| Índice de Gráficos | 10 |
| Siglas y Acrónimos | 11 |
| Introducción | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2. Institucionalidad de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire | 13 |
| 2.1 Introducción | 13 |
| 2.2 Ámbito Institucional | 13 |
| 2.3 La futura Red de monitoreo de calidad del aire | 14 |
| 2.4 Esquema de las diversas formas de institucionalidad | 16 |
| 3. Definición de Red de Monitoreo | 25 |
| 3.1 Meta de la Red de Monitoreo | 25 |
| 3.2 Definición de los Contaminantes A medir | 25 |
| 3.3 Información requerida por el Proyecto de PROTRANSPORTE | 29 |
| 3.4 Selección de Sitios para la Instalación de los Estaciones de Monitoreo de la Calidad de Aire | 37 |
| 3.5 Sitios de Medición a Futuro de la Red | 44 |
| 4. Central de Control | 55 |
| 4.1 Introducción | 55 |
| 4.2 Almacenaje de los Datos Adquiridos | 55 |
| 5. Costos de una Red de Monitoreo del Aire | 59 |
| 5.1 Introducción | 59 |
| 5.2 Presupuesto para PROTRANSPORTE | 59 |
| 6. Plan de Operación | 68 |
| 6.1 Prueba al Azar para Mediciones de Calidad del Aire con Datos de Referencia de una Estación, con mediciones continuas | 69 |
| 6.2 Operación de una Estación de Prueba al Azar por PROTRANSPORTE | 71 |
| Requisitos para la Instalación de los Estaciones de Monitoreo de la calidad del Aire | 6-2 |
| 6.3 Conexión Eléctrica | 6-2 |
| 6.4 Preparaciones constructivos | 6-2 |

| | | |
|---------------------|---------------------|------------|
| 6.5 | Conexión telefónica | 6-3 |
| 6.6 | Seguridad adicional | 6-3 |
| Bibliografía | | 6-1 |

Anexos:

Anexo 1.- Sitios PROTRANSPORTE

Anexo 2.- Sitios de Medición PROTRANSPORTE

Anexo 3.- costo de 4 estaciones

Anexo 4.- costo de 5 estaciones

Anexo 5.- Red de Monitoreo de Calidad de Aire PROTRANSPORTE

1. INTRODUCCIÓN

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2-1: Ventajas/Desventajas Red Estatal..... | 18 |
| Tabla 2-2: Ventajas/Desventajas Red Privada..... | 20 |
| Tabla 2-3: Ventajas/Desventajas de una Red de asociación Publico - Privada..... | 22 |
| Tabla 2-4: Ventajas/Desventajas de una Red Paralela..... | 24 |
| Tabla 3-1: Contaminantes principales del aire: Sus efectos y sus fuentes principales..... | 25 |
| Tabla 3-2: Desarrollo de un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PNUMA/OMS, 2002)..... | 34 |
| Tabla 3-3: Objetivos del Aseguramiento y del Control de Calidad (PNUMA/OMS, 2002)..... | 35 |
| Tabla 3-4: Funciones de la visita al sitio (PNUMA/OMS, 2002)..... | 35 |
| Tabla 3-5: Validación de datos (PNUMA/OMS, 2002)..... | 37 |
| Tabla 3-6: Aspectos de la revisión de datos (PNUMA/OMS, 2002)..... | 37 |
| Tabla 3-7: Categorización de Sitios de Monitoreo del Aire, EPA (EE.UU.) (James P. Lodge, Jr. (Editor), 1988)..... | 38 |
| Tabla 3-8: Estación CONACO(*) -Concentración Media Anual en microgramos por metro cúbico (ug/m3)- Periodo 90 – 201 (DIGESA)..... | 39 |
| Tabla 3-9: Red Básica de Monitoreo. Concentración Media Anual- Año 2000 en [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (DIGESA)..... | 40 |
| Tabla 3-10: Sitios de Medición Recomendadas..... | 52 |
| Tabla 4-1: Ventajas/Desventajas Data Logger externo..... | 56 |
| Tabla 4-2: Ventajas/Desventajas Data Logger Interno..... | 57 |
| Tabla 4-3: Ventajas/Desventajas Data Logger Interno..... | 58 |
| Tabla 5-1: Costos de Monitoreo de contaminantes seleccionados..... | 59 |
| Tabla 5-2: Inversión para 4 Estaciones de Monitoreo de la calidad del aire (Una estación móvil)..... | 61 |
| Tabla 5-3: Inversión en la central del Red de Monitoreo..... | 64 |
| Tabla 5-4: Costos totales anuales para la operación de una red de monitoreo de 4 estaciones automáticos inclusive una estación móvil..... | 65 |

| | |
|--|----|
| Tabla 6-1: Exactitud y Disponibilidad del monitoreo en la Unión Europea..... | 68 |
|--|----|

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|-----|
| Ilustración 2-1: Red de Monitoreo de la calidad del Aire propuesta Swisscontact (Lazy, R., Pedroza, J. L., 2001 con algunos cambios por el autor) | 14 |
| Ilustración 3-1: Ejemplo de Valores de Partículas Finas PM ₁₀ diarios durante el Mes de Febrero 2004 en Suiza (cortesía de Lufthygieneamt beider Basel, Suiza, Publicado en el Internet: http://www.baselland.ch/docs/bud/lufthygiene/luftbull/2004/LuBu_Feb_2004.pdf) | 31 |
| Ilustración 3-2: Mapa de la contaminación de las Partículas Finas (En alemán Feinstaub) PM ₁₀ a las 16.00 h en 09.03.04 (Cortesía de Ostluft, Suiza, http://www.ostluft.ch/main.php?section=messdaten) | 32 |
| Ilustración 3-3: Punto de Medición del Estudio de Saturación 2000 con superposición de la línea troncal y los alimentadores del sistema de PROTRANSPORTE (Lazy, R., Pedroza, J. L., re-trabajada por la consultoría PA Consulting, 2004) | 41 |
| Ilustración 3-4: Estudio de Saturación 2000: Dióxido de nitrógeno (DIGESA, 2002, re-trabajada por la consultoría PA Consulting, 2004)..... | 43 |
| Ilustración 3-5: Estaciones propuestas por PA Consulting contrastados con los resultados del estudio de saturación NO ₂ invernal, los 30 sitios del dicho estudio y del sistema del transporte masivo de PROTRANSPORTE | 46 |
| Ilustración 3-6: Sitios de Medición con Densidad poblacional (INEI, 1993) | 48 |
| Ilustración 3-7: Superposición Sitios de Medición para PROTRANSPORTE sobre el Resultado de la Contaminación de NO ₂ en año 2007 de la Modelación EMOD/CMAP (Keller, M., 2002) .. | 54 |
| Ilustración 6-1: Programación de una Estación Móvil en el Sistema de Prueba a Azar (Rojo: revisión de las estaciones; celeste: Medición paralela de los dos equipos en el mismo sitio) . | 6-1 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 2-1: Instituciones de una red de monitoreo en Lima | 13 |
| Gráfico 2-2: Esquema de Discusión de Formas de Institucionalidad..... | 16 |
| Gráfico 2-3: Red Estatal | 17 |
| Gráfico 2-4: Red Privada | 19 |
| Gráfico 2-5: Red Cooperación Privada-Pública..... | 21 |
| Gráfico 2-6: Red Paralela | 23 |

Gráfico 3-1: Puntos del Estudio de Saturación 2000 (Lazy, R., Pedroza, J. L., 2001, redibujado por el Consultor)42

Gráfico 3-2: Estudio de Saturación 2000: Dióxido de nitrógeno (Lazy, R., Pedroza, J. L., 2001, re dibujado por el Consultor).....42

Gráfico 3-3: Estudio de Saturación: Promedio de Dióxido de Nitrógeno44

Gráfico 3-4: Zona de inversión (Lazy, R., Pedroza, J. L., 2001, redibujado por el Consultor).....45

Gráfico 4-1: Data logger de tercero (M = Meteorología, C = Clima dentro de la estación)55

Gráfico 4-2: Data Logger interno (DL= Data Logger)57

Gráfico 4-3: Internet Total (E-N= Ethernet, M = Meteorología, C = Clima dentro de la estación)57

Gráfico 5-1: Gastos primer Año66

Gráfico 5-2: Comparación Inversión versus mantenimiento del red de monitoreo.....67

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

| | |
|-----------|---|
| AWEL | Amt für Abfälle, Wasser, Energie und Luft, Oficina Cantonal de Desechos, Agua, Energía y Aire |
| BID | Banco Interamericano de Desarrollo |
| BM | Banco Mundial |
| CAI | Clean Air Initiative promovida por el Banco Mundial |
| CENICA | Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental |
| CEPIS | Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente |
| CONAM | Consejo Nacional del Ambiente |
| CONAMA-RM | Comisión Nacional de Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago de Chile |
| COSUDE | Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación |
| DIGESA | Dirección General de Salud Ambiental |
| ECA | Estándares de Calidad de Aire |
| EMOD/CMAP | Modelo para simular las emisiones e inmisiones |
| EPA | Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos |

| | |
|-----------------|---|
| GESTA | Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire |
| INFRAS | Empresa consultora especializada en modelación de inmisiones |
| IPIECA | International Petroleum Industry Environmental Conservation Association |
| MTC | Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. |
| NO ₂ | Dióxido de Nitrógeno |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| Pb | Plomo |
| PISA | Plan Integral de Saneamiento Atmosférico |
| PM10, PM 2,5 | Material Particulado |
| PNUMA | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente |
| PROTRANSPORTE | Entidad de la Municipalidad Metropolitana de Lima para la planificación y de la ejecución del proyecto de un nuevo sistema de transporte público masivo con buses en vías segregados. |
| PTS | Partículas Totales en Suspensión |
| SC | Swisscontact |
| SENAMHI | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología |
| SO ₂ | Dióxido de Azufre |
| USAID | Agencia para el Desarrollo Internacional - Embajada de los Estados Unidos |

2. INSTITUCIONALIDAD DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

2.1 INTRODUCCIÓN

Se vislumbró al inicio de esta consultoría que la institucionalidad de la red de monitoreo de la calidad de aire es un punto clave para el desarrollo de la actividad y la sostenibilidad de la operación de la red de monitoreo de la calidad del aire en el futuro. Asimismo es importante recordar que los primeros intentos de realizar una vigilancia de la calidad del aire fracasaron por falta de recursos para: el personal, el mantenimiento del equipo y la operación de los mismos. Por falta de recursos la red tiene que ser abierta a instituciones que puedan brindar datos relevantes y de la calidad deseada, es decir que cualquier operador de la red tiene que permitir el acceso de otras estaciones de medición de calidad de aire. Es por esto que esta consultoría ha buscado proponer varias formas de institucionalidad. En este documento se pretende ponderar las ventajas y desventajas de cada una de las propuestas.

2.2 ÁMBITO INSTITUCIONAL

En el área metropolitana de Lima hay varias instituciones que trabajan el tema de la calidad del aire y a la fecha vienen operando o intentando iniciar la operación de estaciones de control de la calidad del aire. El siguiente gráfico da una vista panorámica de las diversas instituciones y el ámbito de su Trabajo:

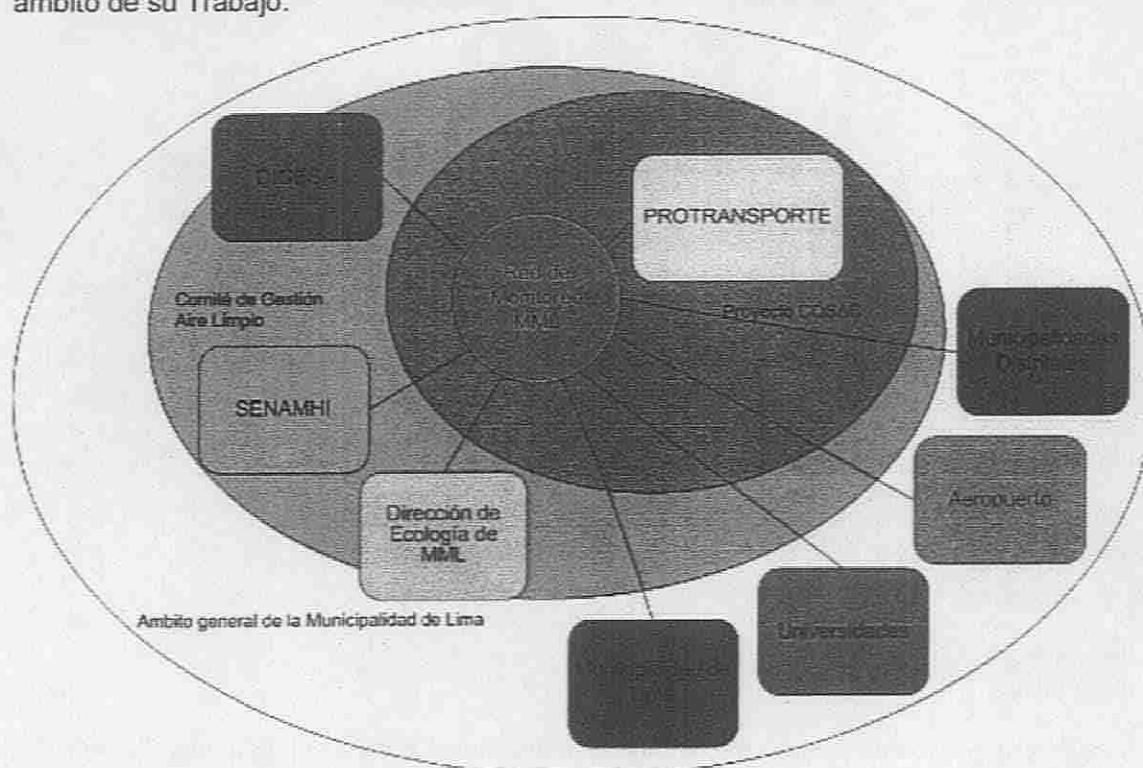


Gráfico 2-1: Instituciones de una red de monitoreo en Lima

PROTRANSPORTE está planificando iniciar la medición de la calidad del aire lo antes posible para crear una línea base para medir el impacto del nuevo sistema de transporte público masivo (COSAC) y la influencia de la construcción de la vía segregada y los desvíos del tráfico que ésta implicaría. DIGESA ya hizo algunos estudios de calidad del aire. Sería importante mencionar las mediciones realizadas por DIGESA en CONACO, que son mediciones de varios años; así como el estudio de saturación que se elaboró en conjunto con Swisscontact (SC) para el Comité de Aire Limpio para Lima y Callao; La Municipalidad Metropolitana de Lima que operó una estación en la municipalidad misma; SENAMHI que opera la red nacional de las estaciones meteorológicas y una estación de calidad del aire; el Comité de Aire Limpio que se encuentra buscando fondos para la compra y operación de estaciones propias y las universidades que han adquirido estaciones para la formación de sus estudiantes.

2.3 LA FUTURA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

La red futura que se busca instalar se basa en la propuesta de la consultoría de Swisscontact del año 2000/2001 financiada por COSUDE y el Banco Mundial la cual propone implementar una red de 15 estación con estaciones de monitoreo automáticas. En una primera etapa 5 estaciones completas y en una segunda etapa 10 estaciones parcialmente equipadas, dentro de aquellas una estación móvil:

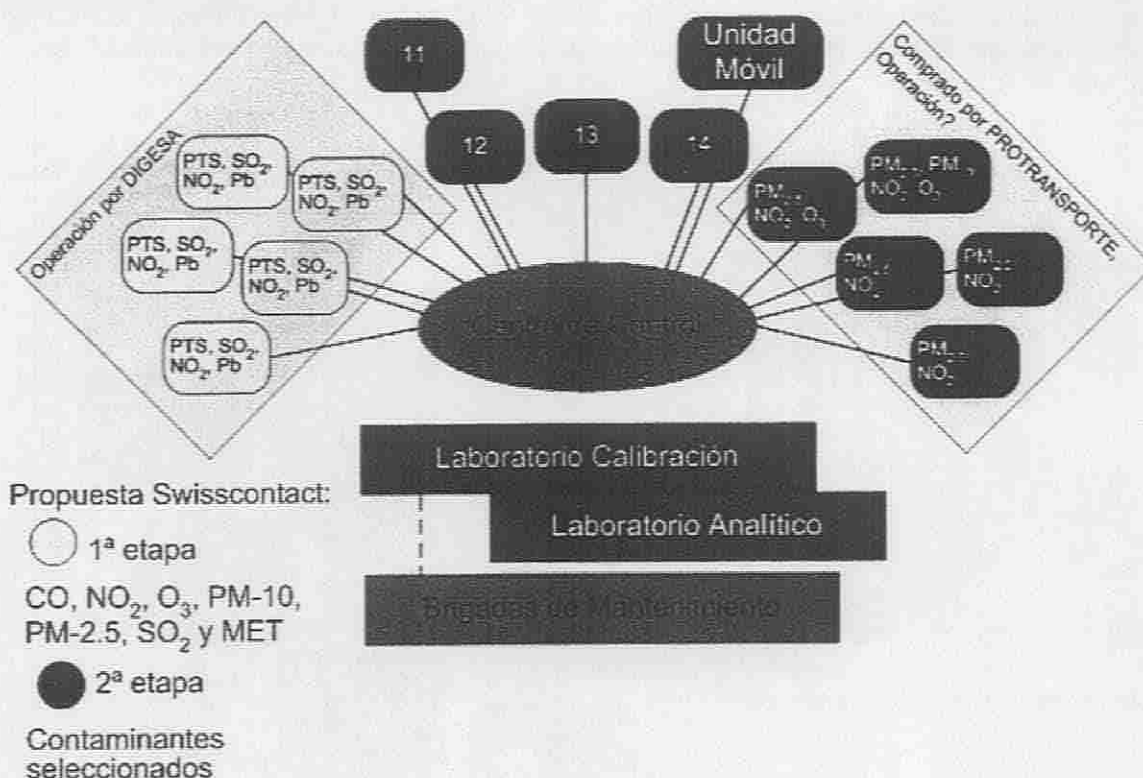


Ilustración 2-1: Red de Monitoreo de la calidad del Aire propuesta Swisscontact (Lazy, R., Pedroza, J. L., 2001 con algunos cambios por el autor).

En la ilustración de arriba se asume que DIGESA tiene la voluntad de integrar las estaciones instaladas por dicha organización y que ya están en funcionamiento, en una red de monitoreo de la calidad del aire para Lima. Además hay que tener en cuenta que el equipamiento de esas

5 estaciones no es exactamente lo recomendado por la consultoría de SC, la cual incluyó los contaminantes: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de Azufre (SO₂), Ozono (O₃), Partículas Finas (PM₁₀) y (PM_{2.5}), así como una estación meteorológica, para la primera etapa. Se asume que hay suficientes fondos en DIGESA o fondos de otras instituciones para reacondicionar las estaciones con los equipos necesarios.

Entonces las cuatro a cinco estaciones, que PROTRANSPORTE puede adquirir con los fondos asignados a esos fines, complementarían la red existente. Con respecto a la segunda etapa las estaciones no tienen que ser equipadas con monitores para todos los contaminantes, sino que pueden enfocarse en los contaminantes más apropiados para su proyecto (Ver Capítulo 3.3). Con esas cuatro a cinco estaciones adicionales se habría cumplido con dos tercios de la propuesta de SC.

PROTRANSPORTE debe considerar que una de sus estaciones puede ser configurada como la estación móvil, como se ve en el gráfico en la tercera parte de las estaciones. La necesidad de contar con 5 estaciones de monitoreo sería un punto a discutir, considerando el presupuesto restringido, no solamente de la MML, sino de las demás instituciones estatales. Se debe considerar el sustituir esas 5 últimas estaciones con métodos que den un mayor costo beneficio como los muestreadores de difusión pasiva, conocidos como los tubos pasivos, y por una modelación de la contaminación.

Con los fondos de PROTRANSPORTE se puede reforzar el centro de control ya existente. Como por ejemplo, el centro de control de meteorología en SENAMHI que, según su representante en el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio Lima/Callao, podría asumir ésta tarea o adquirir su propio centro de control. Finalmente la consultoría de Swisscontact recomendó armar su propio laboratorio de calibración, analítico y contratar personal para el mantenimiento de las estaciones y equipos.

2.4 ESQUEMA DE LAS DIVERSAS FORMAS DE INSTITUCIONALIDAD

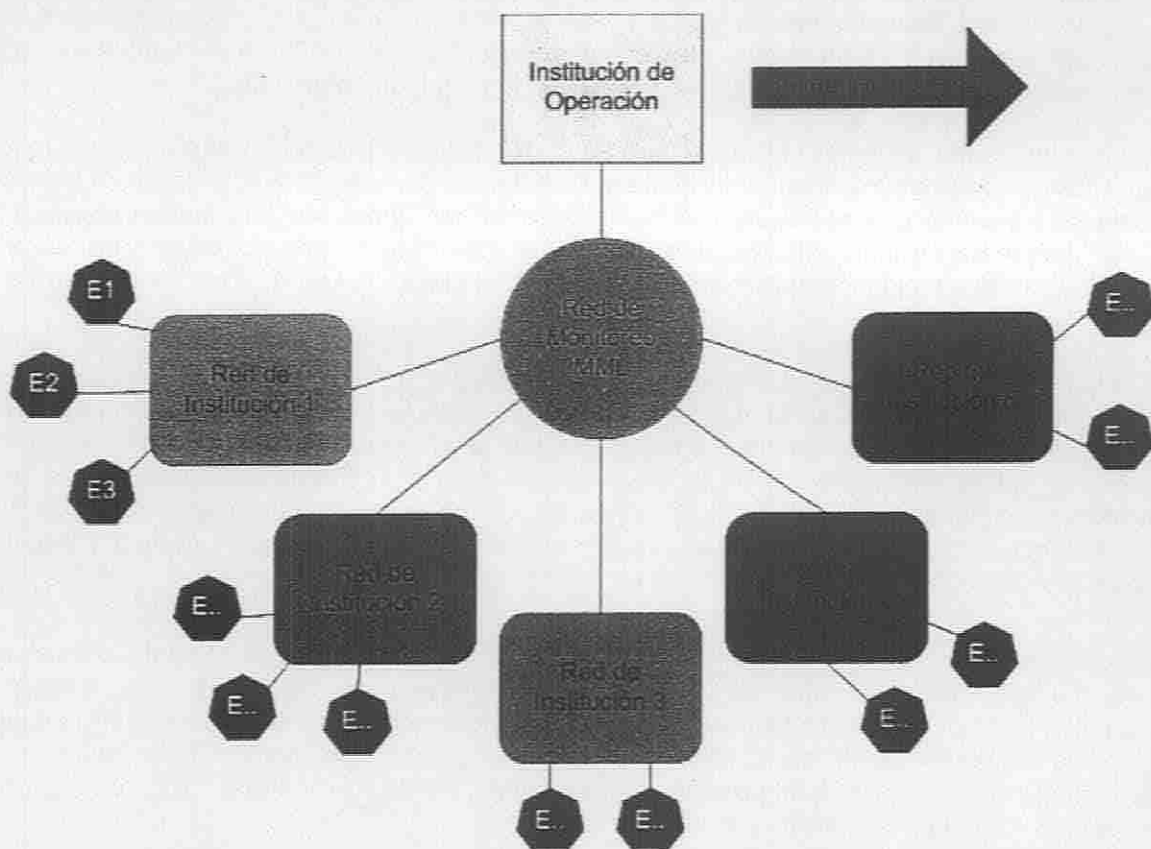


Gráfico 2-2: Esquema de Discusión de Formas de Institucionalidad

En los siguientes capítulos se discutirán las diversas formas posibles de institucionalidad de la red de monitoreo para la Municipalidad Metropolitana de Lima desde la óptica de PROTRANSPORTE, debido a que son ellos los que promueven la red núcleo de control de la calidad del aire. Después de un breve gráfico, que trata de visualizar las diversas formas de organización, se describe la organización y se sopesan las ventajas y desventajas de cada solución.

En el gráfico 2-2 la flecha roja visualiza la información que va al público no solamente al público en general, sino también la publicación como parte de estudios científicos, la información a grupos de interés, al gobierno y a los políticos, etc. En el rectángulo se plantea la operadora y el círculo refleja el conjunto de la red. Las instituciones operadoras o dueños de los diversas sub-redes están reflejadas por el rectángulo con bordes redondeados y las estaciones de medición con heptágonos.

2.4.1 Red Estatal

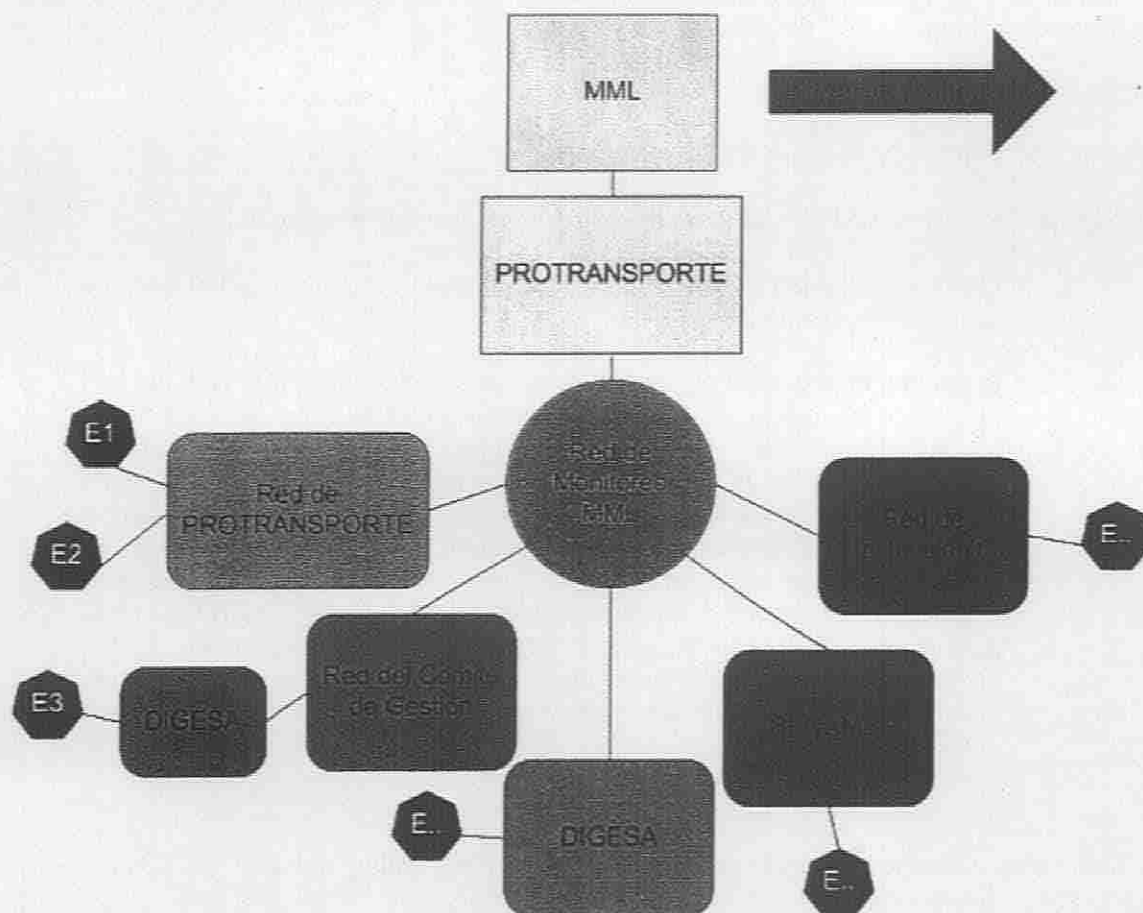


Gráfico 2-3: Red Estatal

Para los interesados en una red de monitoreo para Lima, se vería como una solución simple el que se junten los diversos esfuerzos que ya existen es decir: estaciones y los equipos de monitoreo correspondientes en una sola red estatal. Se designaría una institución estatal responsable de la operación de la red de monitoreo y de la central de control. En esta red cada institución pondrá a disposición de la red de monitoreo de Lima, sus equipos y sus estaciones, sin embargo seguiría siendo dueña de los equipos con toda la responsabilidad que esto involucra, es decir operación, administración y mantenimiento de su propio equipo. En este momento se puede apreciar que las siguientes organizaciones tienen interés en participar de éste modelo de organización: SENAMHI, DIGESA y la Municipalidad Metropolitana de Lima a través del Comité de Gestión que coordina diversas actividades en la materia. Asimismo DIGESA tiene y opera algunos equipos de monitoreo antiguos que fueron donados por el Cantón de Zurich de Suiza al Comité de Gestión de la iniciativa de aire Limpio Lima/Callao (Por eso se incluyeron en el gráfico a DIGESA dos veces: Una vez de manera independiente y la otra como operadora de los equipos del Comité de Gestión).

PROTRANSPORTE participará con sus equipos en una red de este tipo y reforzará la misma. En éste modelo de organización PROTRANSPORTE debe operar sus mismos equipos o entregarlos a una institución tercera como DIGESA, o a un departamento de la misma

municipalidad. Esa transferencia se puede ejecutar al inicio o después de un cierto tiempo en el cual la red ya esté funcionando, cuando se haya demostrado cual institución tiene la capacidad para garantizar la operación de los equipos.

Tabla 2-1: Ventajas/Desventajas Red Estatal

| | |
|-------------|--|
| Ventaja: | Rápido en la realización. |
| Desventaja: | <p>PROTRANSPORTE debe de adquirir los equipos al inicio.</p> <p>No hay seguridad que la MML reciba buenos datos de calidad del aire de las otras instituciones.</p> <p>Poca responsabilidad en común en el funcionamiento de la red. No hay una seguridad de que existan suficientes fondos para la operación y mantenimiento de los equipos (La adquisición, operación y mantenimiento están financiados por el presupuesto normal de cada institución). Depende de la voluntad de cada institución de contribuir a la red con financiamiento, personal y equipo y por ende de los directivos de las distintas instituciones. A causa de estos motivos no hay seguridad para la operación a largo plazo. Hasta la institución más débil podría alterar la calidad de la información. La integración de los diversos equipos y sistemas en un solo sistema son difíciles y costosos. Las instituciones públicas son muy reservadas con la publicación y el intercambio de sus datos.</p> |

Aunque existen algunas estaciones de monitoreo de la calidad del aire en Lima, no se han juntado esfuerzos en los últimos años en este tema. Así mismo se desconoce si las estaciones existentes están operando y si es que hay suficientes equipos existentes para equipar y operar una red de monitoreo de calidad del aire.

2.4.2 Red Privada

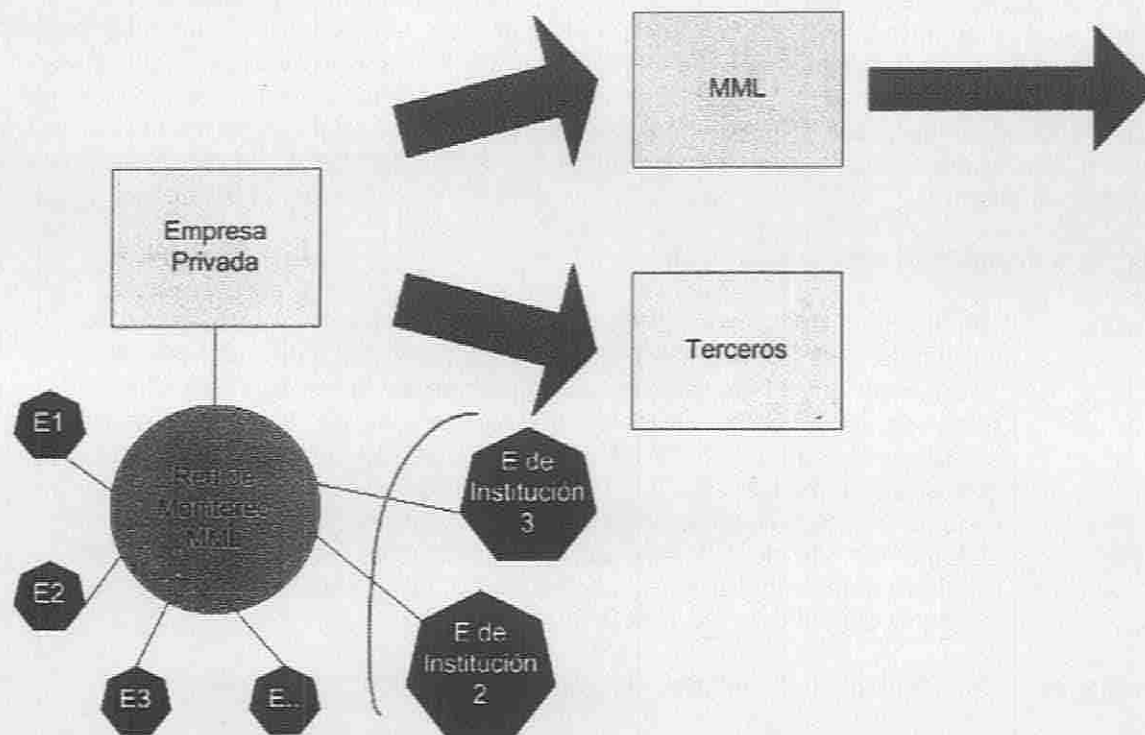


Gráfico 2-4: Red Privada

En una red privada PROTRANSPORTE encargaría a un tercero: una empresa o una institución como una universidad por ejemplo, la operación, administración y el mantenimiento de una red de monitoreo de la calidad del aire. El reembolso de los costos se haría a través de la compra de la información al proveedor de servicio. La información puede ser la información bruta producida por las estaciones o la información trabajada y sistematizada en informes. Se elegiría una duración de contrato de la compra de la información que permitiría a la empresa la recuperación de la inversión inicial. Un punto que debería evaluarse sería si las estaciones, una vez terminado el contrato, se transferirían a la Municipalidad Metropolitana de Lima o a PROTRANSPORTE, o si el operador se quedaría en posesión de las mismas. Esa decisión tiene una influencia en el precio de los datos. De ser el caso que PROTRANSPORTE encargue los datos a terceros este puede concentrarse en su competencia núcleo o más bien en su tarea principal de introducir un nuevo sistema de transporte público masivo y no tendría que preocuparse de una red de monitoreo de la calidad del aire.

Una vez que la red de monitoreo este operando por una empresa privada el rol de PROTRANSPORTE sería el del intermediario que se responsabiliza en el control de la operación, y la administración de la red de monitoreo sería rol del operador, con el fin de garantizar la buena calidad de los datos obtenidos. Estos datos serían usados para los fines de PROTRANSPORTE directamente y transmitido a las instituciones y autoridades a quien corresponda/pertenece la fiscalización de la contaminación del aire (DIGESA/MML).

Puede darse el caso de que el operador de la red de monitoreo de la calidad del aire venda los datos obtenidos a terceros como Universidades o Empresas. Sin embargo esta posibilidad se

encuentra bien restringida porque PROTRANSPORTE o la MML deberán poner los resultados a disposición pública. De ser este el caso, el valor que hubieran tenido los datos para terceros se perdería en el momento en que se publiquen estos, en ese sentido la disposición de pagar por la información es tendencialmente nula. En el caso que hubiera un requisito muy especial de información, sería muy probable que no se pudiera generar dicha información con la red sin hacer previamente una re-configuración de las estaciones, la cual talvez no podría hacerse debido a que el operador no podría hacerla por las demandas de consistencia de los datos obtenidos en el tiempo.

Tabla 2-2: Ventajas/Desventajas Red Privada

| | |
|--------------|---|
| Ventajas: | Rápido en la realización. El desembolso para la red de monitoreo no es inmediato para PROTRANSPORTE, si no en el transcurso del contrato. Asumiendo que la compra de la información de la red se financiara en parte por el boletaje. Una vez que el sistema de transporte tenga operativo el crédito de PROTRANSPORTE estaría libre para financiar la operación, administración y el mantenimiento de la red de monitoreo de calidad del aire durante los primeros dos años y medio cuando el sistema todavía no esté operativo. Seguramente eso liberaría fondos que permitirían ampliar la red de monitoreo, Lo que no sería posible con la adquisición directa por PROTRANSPORTE. |
| Desventajas: | Cumplimiento del contrato por parte de la operadora como del estado. Es difícil que se de una participación activa de las demás instituciones gubernamentales en una red de medición de la calidad del aire dirigida por una operadora privada. |

Una solución de la última desventaja podría ser, que el operador privado o la institución encargada de la administración, operación y el mantenimiento de la red pueda alquilar los equipos o estaciones de otras instituciones como DIGESA, SENAMHI o administrarlos, de ser el caso que la institución los traspase con el fin de completar la red de calidad del aire para la región de Lima (en el Gráfico 2-4 separado con una línea verde). En ese caso es importante que las competencias y responsabilidades dentro de las contrapartes estén definidas claramente: Mantenimiento, reemplazo, etc.

2.4.3 Red Privada-Pública

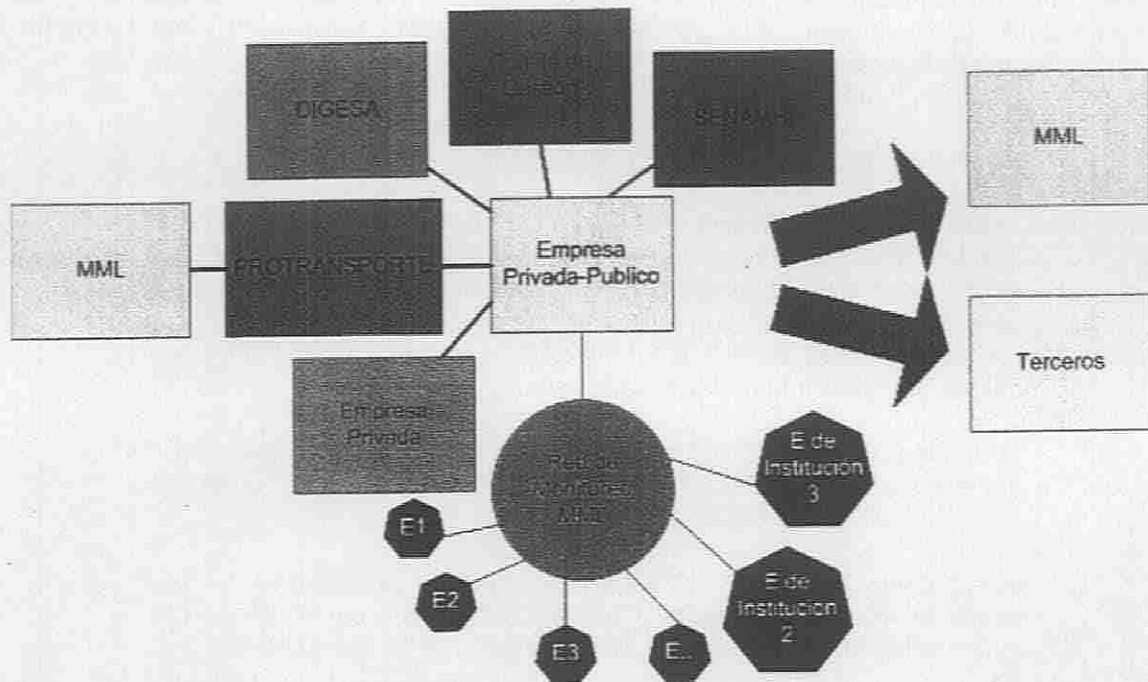


Gráfico 2-5: Red Cooperación Privada-Pública

Todas las instituciones involucradas e interesadas en la medición de calidad del aire y la operación de una red en Lima se juntan y forman una empresa privada o una cooperación bajo el régimen de una empresa privada. En este caso las diversas instituciones públicas entregarían sus equipos de monitoreo de aire designados para la red de monitoreo de calidad del aire en Lima a la empresa como bienes para el capital de fundación a la operadora después de una valorización de cada equipo por un experto externo. Adicionalmente las instituciones pueden capitalizar la empresa en efectivo según su interés en el control del aire, sus posibilidades presupuestales o las necesidades que se presentará durante la formación de la empresa. Así la empresa se abriría a instituciones que en ese momento no tienen equipos pero que quieren/pueden participar en una red de monitoreo de aire como es el caso de la Municipalidad Provincial del Callao. Bajo las mismas condiciones (derechos y obligaciones) una empresa privada que ya opera su propia estación de monitoreo de la calidad del aire o tiene el interés en el tema puede participar como socio adicional en la empresa de operación del monitoreo de aire.

La empresa creada en esa forma también puede ser manejada por empresas o instituciones privadas o semi-privadas como Universidades privadas o PROTRANSPORTE mismo. La adquisición de los equipos, que faltarían para equipar las estaciones deseadas, sería con fondos de los accionistas o con préstamos gestionados por ellos mismos o del sector bancario. La administración, operación mantenimiento y el reemplazo regular de los equipos serían financiados por la venta de la información a la Municipalidad Metropolitana de Lima, las instituciones mismas o terceros (Ver comentario en el capítulo anterior). Los contratos de venta de información deben garantizar un ingreso suficiente y a largo plazo (> 10 años) que sirva para la administración, operación y mantenimiento de los equipos.

Se organizaría la empresa en los mismos lineamientos como una empresa privada. Una asamblea anual o semestral con todas las instituciones que han aportado a la creación de la operadora decidiría los lineamientos grandes de la red de monitoreo para Lima y elegiría un directorio que vigile la operación de la red de monitoreo y la gerencia. La gerencia con los trabajadores operarían y mantendrían la red de monitoreo de calidad del aire.

Tabla 2-3: Ventajas/Desventajas de una Red Privada-Pública

| | |
|-------------|---|
| Ventaja: | <p>Todas las instituciones, que tienen interés en la red de monitoreo, pueden participar en la empresa privada-pública según su potencias económicas en el caso de una empresa y en partes iguales el caso de una cooperación. Eso puede permitir solucionar el conflicto de competencia que paraliza la instalación de una red de monitoreo de calidad de aire en Lima hace varios años.</p> <p>Todas las instituciones, que tienen interés en el monitoreo de la calidad del aire en Lima podrían aportar equipos o financiamiento - en el caso de PROTRANSPORTE financiamiento.</p> <p>Las responsabilidades y roles están claramente definidas en comparación a la red estatal (Véanse 2.4.1). Hay un operador semi-independiente de las diversas instituciones, políticas del día etc.</p> <p>La venta de la información y por ende la operación de la red está asegurada.</p> |
| Desventaja: | Hay pocas experiencias en el país con esta forma de organización. |

2.4.4 Red Paralela

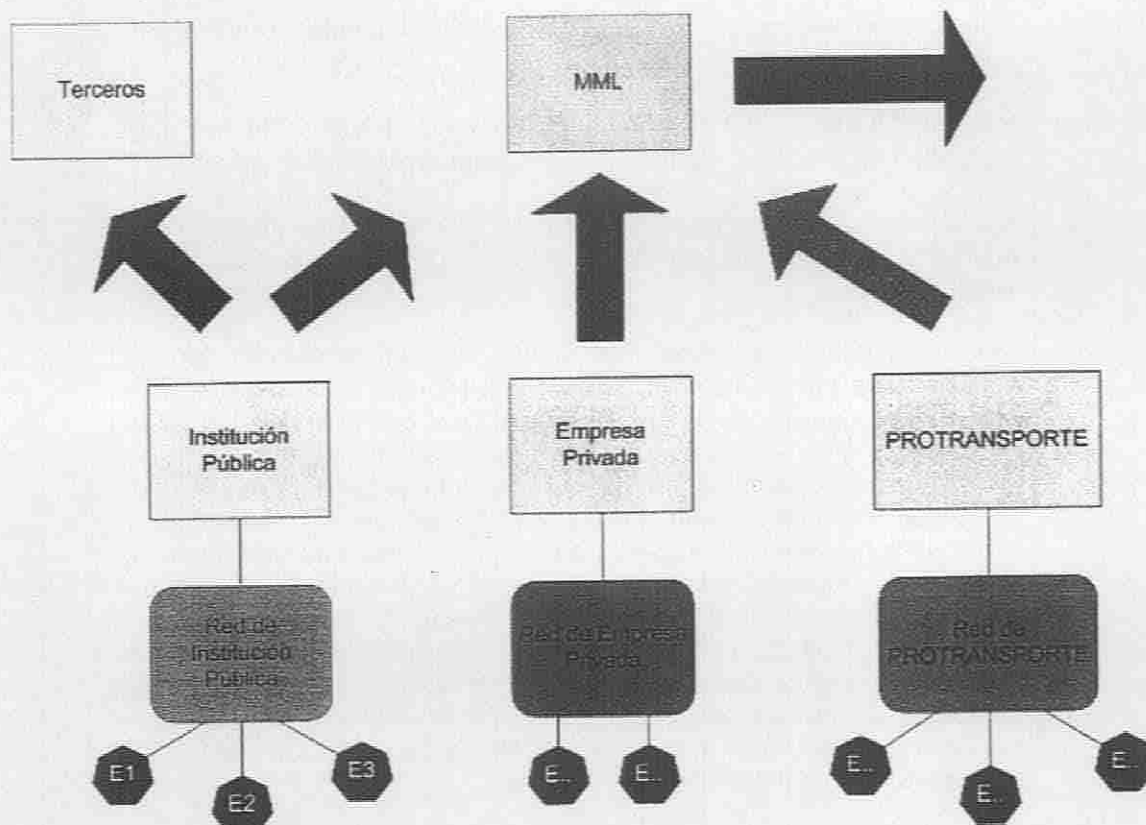


Gráfico 2-6: Red Paralela

Por último es pensable que las diversas instituciones, ya sean estatales o privadas, operen sus propias redes de monitoreo de calidad de aire en paralelo, es decir que no hay una conexión o un manejo en conjunto dentro de las diversas redes. Cada institución es responsable por la administración, operación y el mantenimiento de las estaciones. Sin embargo las instituciones acuerdan intercambiar los datos obtenidos entre ellas mismas o transferirlos a un tercero para el procesamiento de los datos obtenidos, en este caso la Municipalidad Metropolitana de Lima. Adicionalmente se puede intensificar el trabajo en conjunto hasta una coordinación en la selección de puntos de muestreo, la cual permitiría reducir la cantidad de estaciones, porque no habrían traslapes entre las estaciones, y por fin reducir costos.

PROTRANSPORTE operaría sus equipos en una red independientemente de las demás redes y reforzaría la información que llegaría a la Municipalidad Metropolitana de Lima. En éste modelo de organización PROTRANSPORTE debe operar sus mismos equipos o de lo contrario se entregarían a una institución tercera como DIGESA, o a un departamento de la misma municipalidad. Esa transferencia se podría ejecutar al inicio o después de un cierto tiempo que la red esté funcionando, cuando se haya demostrado cual institución tiene la capacidad para garantizar la operación de los equipos.

Tabla 2-4: Ventajas/Desventajas de una Red Paralela

| | |
|-------------|---|
| Ventaja: | Rápido en la realización. El acuerdo con el denominador común más pequeño. |
| Desventaja: | <p>PROTRANSPORTE debe adquirir los equipos al inicio. No hay una seguridad para la MML de recibir buenos datos de calidad del aire.</p> <p>No se puede aprovechar sinergias en el manejo de las redes, cada una tiene su personal, centro de control, compra de repuestos por separado, etc.</p> <p>Las instituciones públicas se verían muy restringidas con la publicación e intercambio de datos. Poca responsabilidad en común para el funcionamiento de las redes y al final con la integridad de la información que se entregaría a la Municipalidad Metropolitana de Lima. No hay seguridad de contar con suficientes fondos para la operación y mantenimiento de equipos (La adquisición, operación y mantenimiento están financiados por el presupuesto normal de cada institución). Depende de la voluntad que tenga cada institución de contribuir a la red con financiamiento suficiente, personal y equipo a fin de producir datos confiables para la Municipalidad Metropolitana de Lima y por ende de los directivos de las distintas instituciones que conforman la red. Es por estos motivos que no hay una seguridad en la operación de la red a largo plazo. Hasta la institución más débil podría alterar la calidad de la información.</p> |

En este modelo de organización el aseguramiento de la calidad de los datos obtenidos por las diversas redes debe recibir la mayor atención posible para que los datos "sean comparables y compatibles de tal manera que se puedan realizar evaluaciones significativas." (PNUMA/OMS, 2002) Ahí se detecta el mayor problema y los costos escondidos en la implementación de las redes en paralelo.

Inherente en mis comentarios sobre la red de monitoreo paralelo está la recomendación que la cooperación se debe enfocar hacia la producción de datos. "Este tipo se concentra en la especificación de objetivos generales de los datos en función a parámetros como la calidad de los mismos (exactitud y precisión), tasas de recolección de datos, consistencia de largo plazo y trazabilidad respecto a los patrones absolutos o aceptables de metrología." (PNUMA/OMS, 2002)

3. DEFINICIÓN DE RED DE MONITOREO

3.1 META DE LA RED DE MONITOREO

La red de monitoreo para PROTRANSPORTE tiene los siguientes fines:

1. Medir el impacto en la calidad de aire por la implementación de la primera vía segregada para el transporte público masivo COSAC 1.
2. Lograr que los equipos adquiridos por PROTRANSPORTE sean el núcleo inicial de una red de monitoreo automático para la Municipalidad Metropolitana de Lima.

3.2 DEFINICIÓN DE LOS CONTAMINANTES A MEDIR

3.2.1 Principales Contaminantes del Aire y sus efectos

Es importante definir los requerimientos de información que una red de monitoreo de calidad del aire tiene que generar antes de iniciar la etapa de planificación. Esto es aún más importante cuando los recursos financieros para la adquisición y operación de una red están restringidos. Con una buena selección de los contaminantes que se medirían en cada estación, se puede disminuir el costo por estación/punto, lo cual permitiría ampliar la red a más puntos cuando haya un presupuesto limitado. Por esto, se presenta a continuación aquellos contaminantes principales del aire que ayudarían a evaluar los efectos en la salud y las principales fuentes que los generan. La mayoría de los contaminantes son mencionados en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM):

Tabla 3-1: Contaminantes principales del aire: Sus efectos y sus fuentes principales

| Contaminante | Efectos | Fuentes Principales |
|--------------------------------------|--|--|
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | <ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades en el sistema respiratorio - Daña en múltiples formas la fauna y sistemas ecológicos sensibles - Daña construcciones y materiales | <ul style="list-style-type: none"> - Se emite cuando se quema combustible con contenido de azufre. El Diesel vendido en el Perú tiene un alto contenido de azufre (hasta 7000 ppm). - Fuentes: Industria, Transporte |
| PM ₁₀ | <ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades en el sistema respiratorio - Aumenta la mortalidad prematura y el riesgo cancerígeno | <ul style="list-style-type: none"> - Se emite por procesos de producción industrial y comercial y procesos de combustión en general - Fuentes: Industria y Comercio, Tráfico (Motores a Diesel) |
| Monóxido de Carbono (CO) | <ul style="list-style-type: none"> - Tóxico respiratorio para hombres y animales de sangre caliente. | <ul style="list-style-type: none"> - Se emite por combustión incompleta de combustible - Fuente: Tráfico |



| Contaminante | Efectos | Fuentes Principales |
|---|---|--|
| Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) | <ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades en sistema respiratorio - Daña en múltiples formas la fauna y sistemas ecológicos sensibles en conjunto con otros contaminantes | <ul style="list-style-type: none"> - Se emite por combustión incompleta de combustible, especialmente con una temperatura de combustión alta. - Fuente: Tráfico |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Fertilización excesiva de sistemas ecológicos | - |
| Ozono (O ₃) | <ul style="list-style-type: none"> - Afecta al sistema respiratorio - Daña la fauna, reduce el crecimiento de las plantas y bosques aumentando su vulnerabilidad por enfermedades | <ul style="list-style-type: none"> - Principal contaminante secundario, que se forma a base del NO₂ y COVs con radiación solar. |
| Plomo (Pb) | <ul style="list-style-type: none"> - Perjudica la formación de la sangre y el crecimiento de los niños - Daña la flora y fauna - Enriquecimiento en cadenas alimenticias - Irregularidad en la fertilidad del suelo | <ul style="list-style-type: none"> - Se emite por el uso de gasolina con plomo, por incineración de basura y durante la aplicación de anticorrosivos - Fuente: Tráfico, incineración de basura, depósitos de plomo |
| Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) | <ul style="list-style-type: none"> - Olor típico a "huevos podridos". - Daños neurofuncionales, neuropsicológicos y del carácter por concentraciones bajas a través de los años. | <ul style="list-style-type: none"> - Se genera en procesos químicos, fundiciones, refinerías de petróleo. Además se emite en fábricas de harina de pescado. - Fuentes: fabricas químicas, fundiciones, refinerías, fabricas de harina de pescado |
| PM _{2.5} | Ver PM ₁₀ | Ver PM ₁₀ |
| PTS | Perjuicio del suelo, fauna y – a través de la cadena alimenticia – del hombre por los metales pesados y dioxinas/furano que contiene en el polvo. | <ul style="list-style-type: none"> - Se emite por procesos de producción industriales y comercial y procesos de combustión en general - Fuentes: Industria y Comercio, Tráfico (Motores a Diesel) |

De la tabla anterior, se puede concluir que la circulación de vehículos motorizados contribuye con los siguientes contaminantes:

1. Dióxido de Azufre
2. Dióxido de Nitrógeno
3. PM₁₀, PM_{2.5} y PTS
4. Monóxido de Carbono
5. Plomo
6. Ozono

El sulfuro de hidrógeno no ha sido considerado porque es un problema básicamente de fuentes fijas. En el Perú, la principal fuente de sulfuro de hidrógeno son las fábricas de harina de pescado y a pesar de que causan un fuerte olor, las concentraciones ambientales son bajas.

El dióxido de azufre es un buen representante de la contaminación generada por los vehículos a Diesel y además, puede demostrar las implicancias del alto contenido de azufre en los combustibles derivados del petróleo en el Perú. Sin embargo, a pesar de su importancia, es un hecho que en el futuro el contenido de azufre en el combustible será disminuido, por lo que la medición del SO₂ no se considera prioritaria.

Lo mismo sucede en el caso del plomo el cual todavía se encuentra en la gasolina de 84 Octanos. Aún cuando la intención del gobierno del Perú es eliminar el plomo a finales del año 2003 se ha postergado un año más, se puede asumir con cierta seguridad que la gasolina con plomo estaría saliendo del mercado en los próximos años. Además, la gasolina no sería el combustible usado por los buses del sistema de transporte público masivo, y la disminución del transporte privado a causa de la mejora en la calidad del transporte público, se podría medir a través de otros contaminantes.

De igual manera, considerando que la generación de monóxido de carbono se debe a un mal mantenimiento del motor, se puede asumir que la emisión de este contaminante se verá reducida al iniciarse las revisiones técnicas. Las revisiones técnicas que la Municipalidad Metropolitana de Lima quiere implementar el año entrante, a través de su Ordenanza N° 506, la cual establece que "los vehículos automotores que circulan en la provincia de Lima deberán aprobar las revisiones técnicas, de acuerdo con el nuevo Reglamento Nacional de Vehículos (Decreto Supremo N° 058-2003-MTC) y Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulan en la red vial (Decreto Supremo N° 047-2001-MTC). Desde el punto de vista de PROTRANSPORTE, el monóxido de carbono no debe ser un asunto para preocuparse ya que los buses introducidos en el nuevo sistema tendrán un régimen estricto de mantenimiento y control de emisiones lo cual significaría una combustión óptima con emisiones de CO bajas.

DIGESA todavía mide las Partículas Totales en Suspensión (PTS), aunque no se ha establecido un Estándar de Calidad Ambiental del Aire para este contaminante. Esta medición es continua primero porque DIGESA, entre los pocos equipos automáticos con los que cuenta, ya tiene monitores de alto volumen que miden las PTS y segundo porque el método pasivo con jarras es barato. Sin embargo, es posible cuestionar el valor de esas mediciones considerando que Lima es una zona desértica con pocas lluvias y por lo tanto, un porcentaje alto de las mediciones de PTS está siendo generado por fuentes naturales.

Al mismo tiempo los estudios científicos actuales se enfocan hoy en día con mayor énfasis en las partículas más finas de PM₁₀ y últimamente en las de PM_{2.5}, primero por su relación más directa a las emisiones antropogénicas y segundo, por su impacto negativo en la salud; y la fracción de PM_{2.5} (McGranahan, Gordon, Murrey Frank (Editores): *Aire Pollution and Health in rapidly Developing Countries*. y EPA: *August 2003 Draft Staff Paper For Particulate Matter Fact Sheet*). La Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en Inglés) todavía limita como estándar de calidad de aire ambiental el PM₁₀, pero está en el proceso de re-establecer los estándares de calidad ambiental del aire para el PM_{2.5} y cambiar el estándar de PM₁₀ a un estándar de PM_{2.5}, hasta Diciembre 2005. EPA está considerando bajar los estándares para PM_{2.5} de 15 [µg/m³] a 12 [µg/m³] anual y de 65 [µg/m³] a uno entre 50 a 30 [µg/m³] por 24 horas, y para PM₁₀ en un rango de 30 a 13 [µg/m³] anual y de 75 a 30 [µg/m³] por 24 horas. Por eso la

discusión internacional de los estándares apropiados para las partículas finas por CONAM a través del Presidente del Consejo de Ministros (PCM) estableció un valor referencial para el $PM_{2.5}$ de 15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] anual y de 65 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] por 24 horas, además del estándar para el PM_{10} . Debido a esa tendencia se recomienda adquirir principalmente Monitores de $PM_{2.5}$ para la red de monitoreo de calidad de aire y solamente proporcionar un Monitor de PM_{10} para cumplir con el estándar actual. Este procedimiento se justifica por los recursos limitados disponibles y la vida útil de los equipos de alrededor de 10 años, debido a que no sería razonable el reemplazar los equipos después de transcurridos pocos años. Si se planificara aplicar una estación móvil se recomienda instalar un monitor de PM_{10} y un monitor $PM_{2.5}$ en esa misma estación.

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un contaminante clásico sumamente importante, porque es una sustancia precursora para la formación de ozono y partículas muy finas ($PM_{2.5}$) por procesos fotoquímicos en los cuales se involucra además la radiación solar y los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). Estos dos contaminantes secundarios tienen graves efectos en la salud humana. Además, el NO_2 es un buen indicador de la contaminación en general y de la contaminación ocasionada por vehículos motorizados (se genera en los motores por la combustión a altas temperaturas). Por lo tanto, es importante y se recomienda incluir el dióxido de nitrógeno en la red de monitoreo. Cabe mencionar que la medición automática de dióxido de nitrógeno en la primera fase permitiría emplear el método de los tubos pasivos para este mismo contaminante cuando posteriormente se amplíe la red de monitoreo o cuando se realicen estudios de saturación. El método de medición pasiva es relativamente más barato en comparación a los métodos automáticos y por eso sería más accesible para la autoridades encargadas del monitoreo. Muestreadores de difusión pasiva, para los cuales falta la prueba de equivalencia a un método de referencia, se llaman mediciones de orientación (CEN 13528 -1 a 3). La experiencia demostró, que esos tubos pasivos producen resultados equivalentes/similares como los métodos de referencia en periodos de mediciones largas (Valores promedio anuales y semestrales). En países desarrollados, el método pasivo para NO_2 se emplea para reemplazar estaciones automáticas.

Finalmente el ozono (O_3) es un contaminante secundario importante por su impacto negativo en la salud humana y los ecosistemas. El ozono se forma por un proceso de reacción fotoquímica en el que interviene el contaminante primario dióxido de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COV's) en presencia de la radiación solar. Este proceso se da normalmente en el campo, en zonas peri urbanas, lejos de las fuentes emisoras. Se asume que la red núcleo (tres a cinco estaciones) de la red de monitoreo que financiaría PROTRANSPORTE, sería instalada en el centro de la ciudad de Lima, cerca de la primera ruta de vía segregada para transporte público masivo y no en la periferia. Por lo tanto, no se considera el contaminante ozono como prioritario en esta primera fase.

En conclusión, se recomienda en primer lugar la adquisición de monitores para las partículas más finas ($PM_{2.5}$) y para el dióxido de nitrógeno (NO_2). En el último lugar se sugiere incluir monitores para los contaminantes dióxido de azufre y plomo si se quiere documentar los efectos positivos de los combustibles más limpios, o monitores para el contaminante monóxido de carbono (CO) si se quiere demostrar los efectos producidos a raíz de las revisiones técnicas. Finalmente, si se localiza una estación en la periferia de Lima se recomienda incluir en la red inicial de monitoreo un monitor de ozono (O_3) en dicha estación por lo cual se presupuestó dos equipos.

3.3 INFORMACIÓN REQUERIDA POR EL PROYECTO DE PROTRANSPORTE

Además de las consideraciones sobre la importancia y representatividad de los diversos contaminantes, para poder definir la red de monitoreo se tiene que considerar el fin que tiene la información recolectada. En este sentido, el fin principal de una red de monitoreo es vigilar la contaminación del aire en relación a los estándares nacionales e internacionales establecidos.

La vigilancia tiene componentes de largo y corto plazo, los que también tienen implicancias en los costos de la red de monitoreo. A largo plazo, el monitoreo de la calidad del aire tiene la finalidad de obtener información sobre las tendencias de la contaminación en un determinado lugar. La información que se obtenga debe permitir la planificación de medidas de forma anticipada y a largo plazo, lo cual permitiría también una amplia discusión y participación en la definición de medidas de los grupos afectados por estas medidas permitiéndoles ajustarse a las nuevas circunstancias a mediano y largo plazo. Este mecanismo ayudará a que no exista un impacto mayor como el que habría de darse medidas solo a corto plazo. Es cierto que las medidas a largo plazo que pretenden romper las tendencias negativas a largo plazo tienen efectos positivos más aún que las medidas de corto plazo pueden ser un poco drásticas. Estas medidas a largo plazo disminuyen la posibilidad que estos eventos ocurran y disminuyen el período del mismo y su intensidad. Por otro lado, un organismo menos estresado por la contaminación es más resistente a eventos graves de corto plazo.

Una vigilancia a corto plazo permitiría tomar decisiones y medidas también de corto plazo, las que normalmente están predefinidas. Generalmente, estas redes son más sofisticadas, no solamente por los equipos de monitoreo de contaminación que tienen que ser automáticos y generar datos en tiempo real, sino también por que cuentan con estaciones meteorológicas y modelos computarizados que permiten una prognosis en un período muy corto. Por eso, estas redes o sistemas de vigilancia de contaminación del aire son normalmente más costosas tanto en su implementación como en su operación en comparación con las redes que tienen que monitorear las tendencias a largo plazo. En estas últimas, no solamente se puede emplear monitores automáticos sino que se puede complementar con métodos pasivos que implican costos menores.

La red de monitoreo no solamente vigila la calidad del aire, sino que es una herramienta importante para controlar la efectividad de las medidas tomadas y aplicadas, como por ejemplo, la introducción de un sistema de transporte público masivo como es el caso de PROTRANSPORTE. Por eso, es muy importante que la red que PROTRANSPORTE introduzca en Lima esté operativa antes de que empiecen las obras con el nuevo sistema de transporte. Así se generará una base de datos confiable con información sobre la situación antes y durante la construcción de la primera vía segregada y una vez que el sistema se encuentre en operación se pueden evaluar los efectos logrados con las medidas.

Adicionalmente, una red de monitoreo tiene que producir datos que puedan ser usados en los estudios epidemiológicos para relacionar las enfermedades típicas causadas por la contaminación del aire con la contaminación misma. Esto permitiría cuantificar las personas afectadas por la contaminación y el costo generado por estas enfermedades no solamente para el sistema de salud sino también por pérdidas de tiempo de trabajo y muertes prematuras. Esto normalmente justifica las medidas políticas y se debe balancear los costos de la implementación de las medidas con los costos de la salud y en la naturaleza (Friedrich, R., Bickel P. (Editores), 2001).

Asimismo, los datos generados por la red de monitoreo sirven para la modelación de la contaminación del aire. Esto se da en tres etapas, en un proceso iterativo que dura años: Primero, como base para la modelación segundo, para ajustar los resultados obtenidos por la modelación a la realidad y finalmente, como un control de la modelación. La modelación puede ayudar en la selección de los sitios para la red de monitoreo, después se puede mejorar el modelo con los resultados obtenidos por la red, lo cual permitiría mejorar la red y otra vez el modelo y finalmente éste dejará aclarar la red de monitoreo y sustituir algunos puntos de medición, reduciendo así los costos de la red. Esto ocurrió por ejemplo en Suiza, así como en otros países.

Finalmente, la red tiene que informar al público y a la ciudadanía sobre la contaminación del aire en el lugar donde viven y en el lugar de trabajo para que aquellos estén preparados para entender y soportar las medidas, a veces drásticas, tomadas por las autoridades. Por eso se recomienda fuertemente que los resultados obtenidos sean publicados en los medios de comunicación y en una página de Internet. En este último caso, se pueden publicar los resultados casi en tiempo real sobre un mapa y en informes mensuales.

En el caso específico de la red de monitoreo de la calidad del aire de PROTRANSPORTE, se tiene que cumplir principalmente con dos funciones:

- Producir datos confiables para medir el impacto sobre la calidad del aire del proyecto de PROTRANSPORTE.
- Generar datos que permitan mejorar la modelación de la mitigación de la contaminación del aire por este proyecto.

Es por esto, que la medición de los contaminantes $PM_{2.5}$ y NO_2 es lo más recomendable. Con el $PM_{2.5}$ se evalúa el impacto del proyecto directamente y con el NO_2 se ajusta la modelación del impacto del proyecto. Se debe mencionar que la modelación de la distribución de la contaminación del aire del modelo EMOD/CMAP de Infrasuiza, Suiza se basa exactamente en la química del contaminante de Dióxido de Nitrógeno en el aire ambiental, por ser representativo para la modelación del impacto de las emisiones del tráfico (Véanse Párrafo 3.2.1). El modelo EMOD/CMAP es el único modelo que se ha aplicado en la región de Lima para modelar la contaminación del aire ambiental en la región hasta la fecha. Por eso se recomienda equipar la red de monitoreo de la calidad del aire de tal manera que se pueda (re-)alimentar el modelo con los valores del dicho contaminante.

Como segunda prioridad y como núcleo de una red de monitoreo, la red de PROTRANSPORTE tiene que generar información que permita hacer un seguimiento de las tendencias a largo plazo de la contaminación del aire, lo que se cumple perfectamente con los dos contaminantes mencionados en el párrafo anterior. Por último, la información producida por la red serviría para fortalecer los estudios epidemiológicos para lo cual se podría incluir el ozono si existiera una estación en la periferia de la ciudad de Lima.

3.3.1 Administración de los Datos obtenidos por la Red de Monitoreo

Los datos obtenidos por las estaciones de monitoreo de la calidad del aire tienen que ser procesados para recibir información relevante para los diversos tomadores de decisiones (partes interesadas). Es decir, después de un control de calidad de la información (Véase 3.3.2) los datos tienen que ser agrupados de forma tal que los diversos grupos de interés los puedan entender e interpretar. Es claro que las necesidades de los científicos son diferentes a las del público en general. Entonces, es importante que la entidad que se encargue de la operación de

REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Por las condiciones especiales en las que se encuentra Lima con respecto a la red pública de electricidad y de seguridad se deben considerar los siguientes puntos para la instalación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

6.3 CONEXIÓN ELÉCTRICA

Cada sitio donde se instalen las estaciones tiene que estar preparado de la siguiente forma:

1. La conexión eléctrica a la red pública tiene que ser a través de un transformador para interrumpir la conexión directa y una unidad UPS, porque la red pública de Lima no es suficientemente estable y puede influir en los sensores de los monitores automáticos y a su vez en la calidad de los datos obtenidos por la red del monitoreo de aire.
2. Tierra eléctrica: Es recomendable construir para cada estación su propia conexión a tierra eléctrica porque las conexiones a tierra comunes son muchas veces débiles, y no están adecuadas por equipos de medición científica y computadoras, hasta pueden influir en los valores de las mediciones con equipos automáticos. Por eso se recomienda construir una conexión a tierra con las siguientes características para cada estación:
 - Clavar palos de tierra (VA) en el suelo. Se puede llegar hasta una profundidad de 30 metros (!) dependiendo de las condiciones geológicas del lugar. Los palos que se fijarán en la tierra tienen una longitud pre-fabricada de 1.5 metros y se atomillarán uno con otro hasta que mida lo necesario para llegar a la resistencia eléctrica indicada. Para empujar los palos en la tierra hay que usar un pequeño martillo de más o menos 30 Kg.

Durante todo el proceso de la construcción se mide la resistencia eléctrica de la tierra con un aparato especial: Las dos sondas del equipo de la medición de tierra están clavados a 20 m de distancia de la superficie del suelo. Se mide la resistencia eléctrica de esas dos sondas de la tierra que se prepara para la estación. La resistencia tiene que ser entre 2 a 20 Ohmios.

- Si no se logra una resistencia eléctrica dentro de 2 a 20 Ohmio o la geología no permite clavar los palos, se puede tender espaciosamente un cable especial de tierra como segunda solución. Es preferible usar material plano y no redondo por su mejor conductividad con la tierra.

El cable a tierra tiene que ser conectado al palo con un collar apropiado y al final protegido ante corrosión con una pintura determinada.

6.4 PREPARACIONES CONSTRUCTIVAS

Los sitios deben ser preparados de la siguiente manera: Donde se colocará el contenedor de la estación sería recomendable hacer una base de cemento la cual permitiera a su vez nivelar la estación horizontalmente. La misma serviría como un ancla para el contenedor, se colocan tornillos en el interior del contenedor, estos entran en la estación con lo cual se fija la estación contra robo. Si no se desea poner una base de cemento se puede usar anclas de tierra como se usan en construcción y minería, con la misma función.

Se planifica una semana para la revisión y mantenimiento de las dos estaciones y una semana para la medición paralela. Una vez al año la estación se queda en cada sitio dos semanas seguidas – las cuales también serían espacios para recuperar semanas perdidas por cualquier problema que pueda surgir durante un año. Todos los sitios, donde se coloca la estación, deben ser pre-preparados y se deben mantener las conexiones vitales de luz, teléfono y a tierra durante el año para reducir el tiempo de re-instalación de la estación móvil cada vez que se cambie el sitio de medición.

Es claro que se puede reproducir y ampliar el sistema de mediciones al azar con mas estaciones móviles, sin embargo, como se puede apreciar, el esfuerzo del personal y logística para trasladar la(s) estación(es) móvil(es) es enorme, casi permanentemente la(s) estación(es) está(n) en movimiento. Sin embargo el sistema con una estación móvil permitiría triplicar los sitios de medición en el caso de PROTRANSPORTE y por eso se considera a este sistema como una buena alternativa.

| Semana | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
|------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Estación 1 | Sitio 1 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Estación 2 | Sitio 2 | ■ | | | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | | | ■ | | | | | | ■ |
| | Sitio 3 | | ■ | | | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| | Sitio 4 | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | ■ | ■ | | | | | | | ■ | | | | |
| | Sitio 5 | | | | ■ | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | ■ | | | | | ■ | | | |
| | Sitio 6 | | | | | ■ | ■ | | | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | | ■ | | |
| Semana | | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Estación 1 | Sitio 1 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Estación 2 | Sitio 2 | ■ | | | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | ■ |
| | Sitio 3 | | ■ | | | | | | ■ | | | | | ■ | | | | | | | | | ■ | | | | ■ |
| | Sitio 4 | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | ■ | | | |
| | Sitio 5 | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | ■ | | | | | ■ | | | | | ■ | | |
| | Sitio 6 | | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | ■ | |

Ilustración 6-1: Programación de una Estación Móvil en el Sistema de Prueba a Azar (Rojo: revisión de las estaciones; celeste: Medición paralela de los dos equipos en el mismo sitio)

Se lamenta que no se hubieran ejecutado mediciones paralelas con los equipos de las estaciones, de los cuales se utilizaron los datos de concentración para ejecutar los cálculos de prueba del método de prueba al azar. Además durante la simulación de las pruebas al azar no se tomaron en cuenta la frecuencia de las condiciones meteorológicas típicas. Sin embargo las simulaciones dieron como error de cálculo relativo para NO_2 , NO_x y O_3 en los valores promedio anual de 8% a 12% con una seguridad estadística de 90%, y de 6% a 9% con una seguridad estadística de 68%. (Correspondiente a la desviación estándar). Para el SO_2 el error de cálculo es un poquito más elevado. Por sus experiencias adquiridas se espera, que se pueda reducir el error más con comparaciones transversales dentro de los equipos empelados. Asimismo se recomienda utilizar, para la estación referencial así como para la estación de prueba al azar, métodos idénticos de calibración y equipos idénticos, para minimizar más el error del cálculo.

6.1.5 Ampliación del concepto

Se puede ampliar el concepto del cálculo de los valores promedios anuales y del error estimado por pruebas al azar, a estándares de calidad del aire limitado por porcentajes, valores promedios diarios o de 1-hora.

6.2 OPERACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE PRUEBA AL AZAR POR PROTRANSPORTE

En el caso de PROTRANSPORTE el concepto permitirá bajar los costos significativamente en comparación con equipar todas las estaciones durante todo el año o mejor dicho permitirá vigilar más puntos lo que sería factible con el presupuesto adicionado a la tarea del control de la contaminación en el presupuesto del Proyecto COSAC. Asimismo al no tener equipo de calibración en cada estación, el esfuerzo de visitar las diversas estaciones no sería muy diferente en los dos casos, porque el personal de control de calidad del aire tiene que acercarse de todas maneras a las estaciones cada 15 días para calibrar los equipos.

Por lo tanto se puede programar una operación de la siguiente manera: 6 veces en 10 días o 9 veces en 7 días (Una semana):

los logaritmos naturales de los valores promedios diarios de la estación referencial con la estación de prueba al azar. Se puede realizar una regresión lineal para esos valores lo cual permitirá, en conjunto con los valores promedios anuales de la estación referencial, una aproximación a los valores promedios anuales de la estación de prueba al azar y el cálculo del error de la estimación.

6.1.2 Influencias Meteorológicas

La condición previa de ese concepto es, que se toma énfasis en la correcta distribución de las condiciones climáticas típicas, porque las concentraciones de los contaminantes gaseosos están determinadas por las condiciones meteorológicas. La estructura vertical de la atmósfera y las condiciones de las corrientes determinan el transporte de los contaminantes emitidos en dirección horizontal y vertical. La condición de la transformación de los contaminantes del aire está influida por condiciones meteorológicas como temperatura, radiación, humedad y la presencia de agua, líquidos, entre otros.

Por eso es importante conocer las condiciones meteorológicas de la cuenca las cuales felizmente son sumamente estables en la cuenca en la cual se encuentra Lima, con una velocidad del viento de 1 a 4 m/s de la dirección de sur al norte, una humedad promedio de 72.5% (valor promedio anual en la tarde) y una capa de inversión térmica a 295 m en el invierno y alrededor de 690 m en verano.

6.1.3 Exigencias para una Campaña de Medición

Para minimizar el error de la estimación la campaña debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El tamaño de muestra por cada estación tiene que ser por regla general de 60 días, y como mínimo 40 días de medición.
- La situación de las emisiones alrededor de la estación no debe cambiar significativamente durante el período de medición.
- La diferencia dentro de la distribución de frecuencias de las estaciones climáticas por la totalidad de la prueba y de la prueba al azar no debe ser grande.
- En la estación de prueba al azar tiene que medirse también durante los días con altas concentraciones de contaminación.
- Por calibración y medición paralela de los equipos de medición previstos para la estación de referencia en conjunto con los equipos para la estación de la prueba al azar se garantiza la precisión de muestreo. Así mismo se tiene que realizar esta calibración antes de cada campaña.

6.1.4 Error del Cálculo

El estudio de Thudium, J. y Kiefer B., 1987, desarrolló y evaluó el concepto de la prueba al azar a través de una simulación de las pruebas al azar con datos de contaminación de estaciones de medición continua. Se realizaron casi 1000 pruebas al azar, las cuales permitieron evaluar:

- La exactitud, que puede ser esperada.
- El cálculo del margen de error de cada una de las estimaciones, que es el que interesa en la práctica.

Esta reserva permitiría cubrir averías del equipo, mediciones falsas y la mudanza de equipos, si eso fuera necesario.

Por eso es claro que el operador, si este fuese una empresa privada o una institución estatal, tiene que tener equipos en reserva (Stand-by) en óptimas condiciones, para reemplazar el equipo en caso de emergencias y de mantenimiento del equipo. Es por esto que se necesita incluir en el contrato respectivo con los proveedores del equipo que garantice un reemplazo inmediato del equipo si eso fuese necesario o durante el mantenimiento o reparaciones regulares. Esta es la estrategia utilizada en suiza la cual permite tener una captura mínima de datos superior a los 90% estipulados.

En el caso de la calibración de los equipos sería recomendable dar cada 24 horas una inyección de aire cero así como, cada semana, una calibración con los gases patrón (con concentraciones definidas del contaminante a medir) para el "span" del equipo. Sin embargo debido al limitado presupuesto de PROTRANSPORTE para este componente se sugiere adquirir un equipo de generación de Aire Cero y un equipo de calibración, para lo cual se debe planificar las visitas de calibración – las cuales servirán también para la supervisión periódica del estado de los equipos y de la estación en general - con intervalos mas largos. Se recomienda un intervalo de 15 días.

6.1 PRUEBA AL AZAR PARA MEDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE CON DATOS DE REFERENCIA DE UNA ESTACIÓN, CON MEDICIONES CONTINUAS

Las restricciones del presupuesto de PROTRANSPORTE y de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) impiden una medición continua en todos los puntos importantes, por la cual se recomienda una medición de prueba, al azar, en algunas de las estaciones propuestas con el fin de comprobar los datos obtenidos por una estación fija equipada con monitores automáticos, la cual mide de forma continua. De esta forma se podría reducir el número de equipos automáticos, los costos iniciales de adquisición y su posterior mantenimiento. Sin embargo es importante mencionar que el sistema con pruebas al azar aumenta las demandas logísticas y operacionales del operador de la red. Asimismo la red podría ser ampliada por algunas estaciones con tubos pasivos, que reduzcan los costos significativamente.

Las condiciones climáticas en la región de Lima son favorables a esa modalidad, debido a que se presentan solamente dos estaciones marcadas durante el año, verano e invierno con comportamientos mayormente estables.

6.1.1 Concepto de Prueba al Azar

Una Prueba al azar consiste de un número de secuencias con varios días seguidos de medición (Por ejemplo: 6 secuencias cada una con 10 días seguidos de medición). La estimación (calcula) de los valores "medianas anuales" se calcula a partir de los valores recolectados en media hora. (Thudium, J. y Kiefer B., 1987, Traducido por el autor).

La condición para la aplicación del concepto de la prueba al azar es la instalación de una estación referencial con medición continua en cada cuenca atmosférica. La ubicación de la estación tiene que ser elegida de tal manera que la estación represente la historia de la meteorología y la contaminación de la cuenca. Las estaciones de la prueba al azar se distribuyen según la necesidad del estudio o problemas a investigar. Para todos los días en los cuales se midió en la estación referencial, como en la estación de prueba al azar, se contrasta

6. PLAN DE OPERACIÓN

En el plan de operación se definen los trabajos frecuentes que se requieren para mantener la red de monitoreo de calidad del aire en operación, con el fin de garantizar la alta disponibilidad y buena calidad de los datos obtenidos. Esto permitiría a la población y a las autoridades estar bien informados sobre el estado de la contaminación ambiental para así poder tomar decisiones adecuadas en la gestión de calidad del aire. El plan de operación no solamente debe proponer los lineamientos óptimos para la operación de las estaciones sino también debe tomar en cuenta las posibilidades y limitaciones del operador de la red de monitoreo teniendo en cuenta consideraciones presupuestales las cuales se reflejan en el personal que maneja la red y en los equipos de la misma.

Se busca llegar a una disponibilidad de tiempo de la red de monitoreo de un 90%, es por eso que el plan de operación debe contener una planificación minuciosa que contemple el mantenimiento de los equipos, así mismo los protocolos de información del estado del equipo los cuales servirán para tomar las acciones adecuadas en caso fuese necesario. En el plan del mantenimiento se toman en cuenta las recomendaciones e intervalos de tiempo recomendados por los proveedores de los equipos adquiridos, en los cuales se realizaría el mantenimiento (servicio) al equipo.

Tabla 6-1: Exactitud y Disponibilidad del monitoreo en la Unión Europea

| | SO ₂ , NO ₂ , NO _x | PM y Pb |
|----------------------------|---|---|
| Medición continua | | |
| Exactitud | 15% | 25% |
| Captura mínima de datos | 90% | 90% |
| Medición indicativa | | |
| Exactitud | 25% | 50% |
| Captura mínima de datos | 90% | 90% |
| Tiempo mínimo de registro | 14% (una medición a la semana al azar, distribuida uniformemente durante el año, o 8 semanas distribuidas uniformemente durante el año) | 14% (una medición a la semana al azar, distribuida uniformemente durante el año, u 8 semanas distribuidas uniformemente durante el año) |
| Modelación | | |
| Exactitud | | |
| Promedio horario | 50% - 60% | |
| Promedio diario | 50% | Aún no definido |
| Promedio anual | 30% | 50% |
| Estimación objetivo | | |
| Exactitud | 75% | 100% |

Consejo Directivo (Council) 1999/30/EC 22 de abril 1999 (Anex VIII).

En el tiempo de captura mínima de datos no se incluye la calibración de los equipos. La calibración de los equipos se haría en el tiempo fuera de la captura mínima de datos. Debido a que en la calibración del equipo se puede utilizar solamente 5% del tiempo de captura mínima de datos. Esto permitiría calibrar el equipo de medición cada día (si la calibración demorara 1 hora cada día). Así se lograría una reserva del 5% hasta llegar a la captura mínima del 90%.

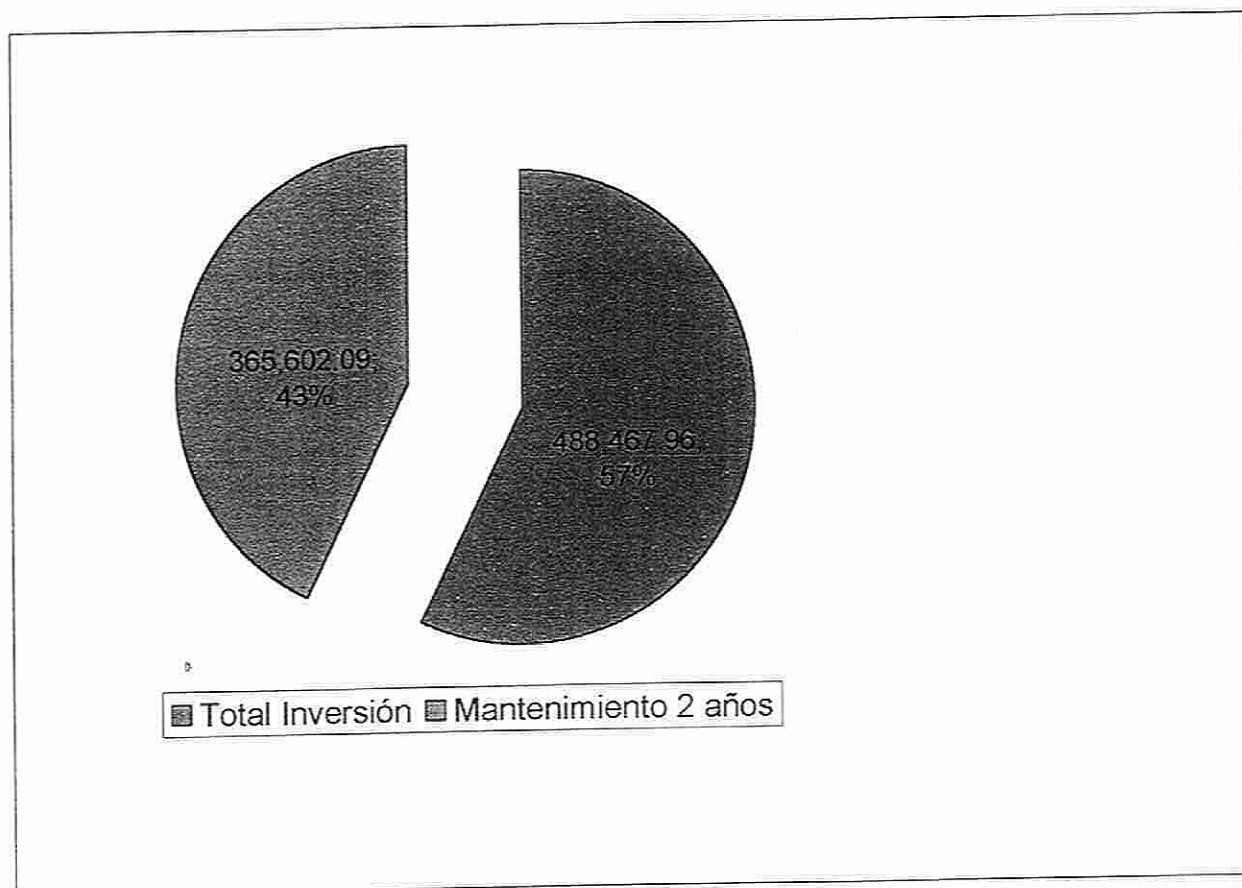


Gráfico 5-2: Comparación Inversión versus mantenimiento del red de monitoreo

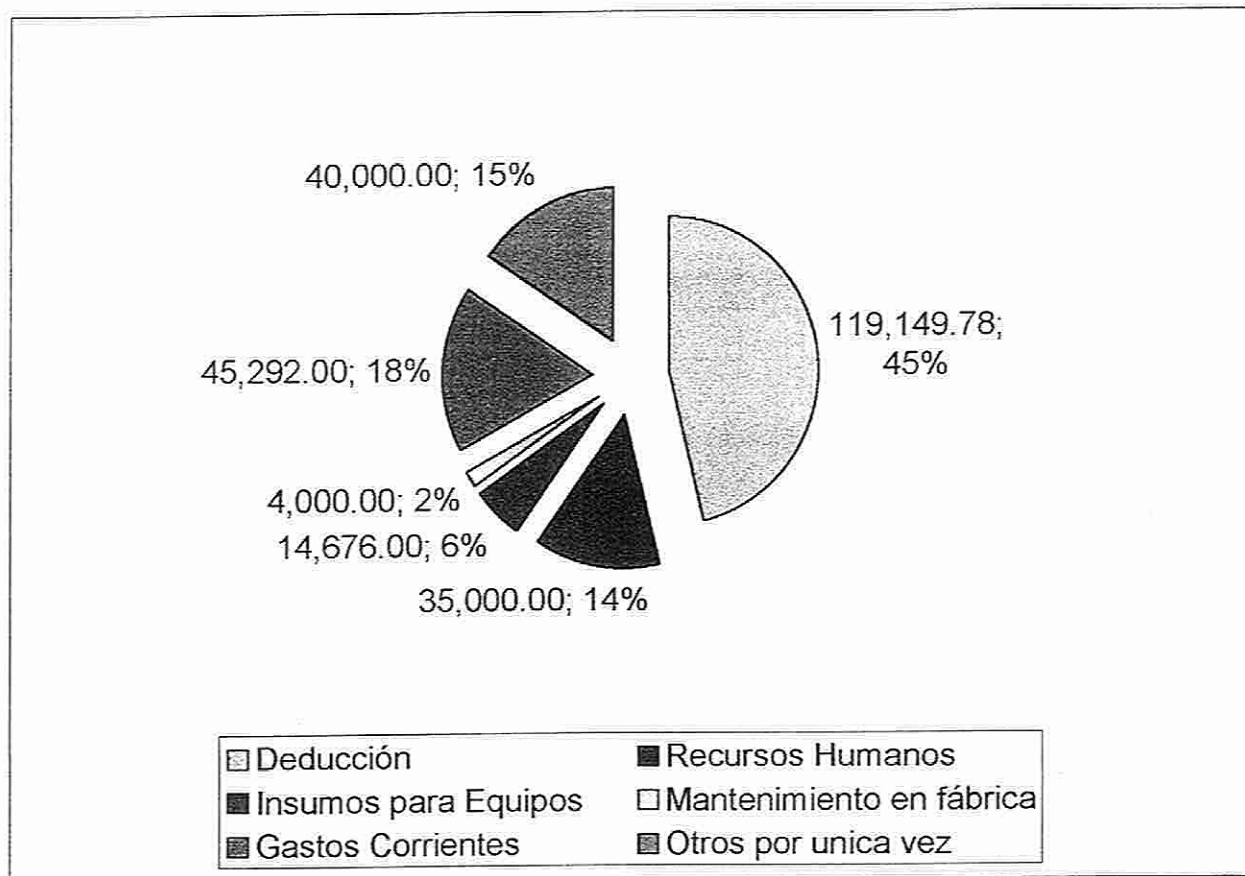


Gráfico 5-1: Gastos primer Año

Los gastos en el primer año se comparten casi en la mitad por la deducción de la inversión inicial y los gastos corrientes lo cual no se cambia significativamente durante los primeros años. Durante el tiempo financiado por PROTRANSPORTE la inversión por las estaciones es 57% y para el mantenimiento 43% de su presupuesto a disposición.

| ITEM | Unidad | Precio Indicativo | Inversión | Comentario |
|-------------------------------------|--------|-------------------|--------------------|------------|
| | | USD | USD | |
| Útiles oficina | 12 | \$500 | \$6,000 | |
| Comunicación | 12 | \$300 | \$3,600 | |
| Mantenimiento | 12 | \$300 | \$3,600 | |
| Electricidad, agua, seguridad | 12 | \$400 | \$4,800 | |
| Auditorías | 2 | \$5,000 | \$10,000 | |
| Total costos oficina por año | | | \$40,000.00 | |

La inversión sería amortizada dentro de 7 años y se asume un interés de capital de 15% anual. La cual implica los siguientes costos anuales (Véanse detalles en el anexo YYY la cual incluye también el cálculo para 5 estaciones fijas):

Tabla 5-4: Costos totales anuales para la operación de una red de monitoreo de 4 estaciones automáticos inclusive una estación móvil

| | 1 año | 2 año | 3 año | 4 año | 5 año |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Equipos para Monitoreo automático | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 |
| Equipos Estación Meteorológica | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 |
| Comunicación Estación - Central | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 |
| Infraestructura para la Estación | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 |
| Recursos Humanos | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 |
| Insumos para Equipos | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 |
| Calibración de la estación meteorológica | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| Gastos Corrientes | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 |
| Otros por única vez | 40,000.00 | | | | |
| Total | 258,117.78 | 212,075.78 | 215,363.78 | 212,075.78 | 218,117.78 |
| | 6 año | 7 año | 8 año | 9 año | 10 año |
| Equipos para Monitoreo automático | 66,218.58 | 66,218.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Equipos Estación Meteorológica | 5,538.14 | 5,538.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Comunicación Estación - Central | 11,430.34 | 11,430.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | 2,504.55 | 2,504.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Infraestructura para la Estación | 33,458.16 | 33,458.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Recursos Humanos | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 |
| Insumos para Equipos | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 |
| Calibración de la estación meteorológica | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| Gastos Corrientes | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 |
| Otros por única vez | | | | | |
| Total | 212,075.78 | 215,363.78 | 92,926.00 | 98,968.00 | 92,926.00 |

Otro factor de costos es la central de control, su conexión con las estaciones y el almacenaje de los datos generados por los diversos monitores. Considerando las diversas posibilidades de manejo y almacenaje de los datos: data logger interno, data logger de un tercero por estación, y una transmisión de datos a tiempo real sobre un red de Internet ADSL o de teléfonos móviles, se optó por la solución de data loggers por terceros, aunque en una primera vista se presenta como la mas cara (Ver Capitulo 4.2), se le favorece por dos razones: Primero el deseo de PROTRANSPORTE y de la Municipalidad Metropolitana de Lima de integrar otras estaciones y equipos de otras instituciones del país y de la ciudad con sus diversas marcas y tipos y segundo porque es una solución comprobada y así presenta el menor riesgo para generar costos imprevistos.

Como personal mínimo se asume dos técnicos: Un jefe de equipo para procesamiento de datos e interpretación, para lo cual trabajaría solamente una tercera parte de esa función, y un técnico (electrónico) a tiempo completo, que sea responsable del mantenimiento de los equipos y la operación de las estaciones día a día.

Para la estación central se recomienda como el equipamiento mínimo para la administración de las estaciones y de los datos obtenidos una PC de última generación con sus equipos complementarios (Impresora, Router) y un sistema de Back-up de 80 GB. En el presupuesto también se incluye el mobiliario necesario, herramientas y un vehículo para el transporte de equipos de monitoreo y el remolque de la estación móvil, asumiendo que PROTRANSPORTE debe financiar la fundación de la red de monitoreo de calidad del aire y PROTRANSPORTE optará por una organización independiente para la administración y operación, que no tiene acceso a equipamiento existente. Eso también con la idea de transparencia de los costos de una red de monitoreo. Una oficina sería alquilada con todos sus costos de mantenimiento y función, la cual entraría en los costos corrientes como los útiles de oficina.

Tabla 5-3: Inversión en la central del Red de Monitoreo

| ITEM | Unidad | Precio | Inversión | Comentario |
|--|--------|-------------|--------------------|---|
| | | Indicativo | | |
| | | USD | USD | |
| Computadora | 1 | \$1,500.00 | \$1,500.00 | Procesador Intel Pentium 2.8 GHz, RAM 256, Monitor Flatron 17", Disco Duro: 40GB, Floppy Drive, Teclado, Mouse, CDROM, Parlantes, Estabilizador, Garantía 1 Año |
| Software | 1 | \$1,000.00 | \$1,000.00 | |
| Sistema de Back-up (80 GB) | 1 | \$300.00 | \$300.00 | |
| Impresora | | \$180.00 | \$180.00 | |
| Router | | \$150.00 | \$150.00 | |
| Herramientas | | \$10,000.00 | \$10,000.00 | |
| Software para el manejo de los estaciones y los data loggers | | \$7,200.00 | \$7,200.00 | EL software permite de evaluar los datos obtenidos al instante. |
| Fax - MODEM | | | \$125.00 | |
| Línea Teléfono | | | \$100.00 | |
| Vehículo | | | \$22,000.00 | |
| Mobiliario | | | \$5,000.00 | |
| Total | | | \$47,555.00 | |
| Oficina | | | | |
| Alquiler | 12 | \$1,000 | \$12,000 | |

| ITEM | Precio indicativo* | Uso general | | Estación 1 | | Estación 2 | | Estación 3 | | Estación 4 | |
|--|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|--------------|
| | | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible |
| | USD | USD | | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD |
| Infraestructura para la Estación | | | | | | | | | | | |
| Container 2.5m x 4.5m | \$7,200.00 | | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | |
| Bagón | \$5,000.00 | | | | | | | | | \$5,000.00 | |
| Fundación para la estación | \$5,000.00 | | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | |
| Toma de tierra | \$800.00 | | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | |
| | | Uso general | | Estación 1 | | Estación 2 | | Estación 3 | | Estación 4 | |
| ITEM | Precio indicativo* | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible |
| | USD | USD | | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD |
| Instalaciones adicionales (eléctrico, aparturas, etc.) | \$15,000.00 | | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | |
| Total estación: | | \$50,381.00 | \$2,420.00 | \$95,414.74 | \$1,365.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$100,414.74 | \$1,365.00 |
| Total: | | | | | | | | | | | \$421,119.96 |

| ITEM | Precio indicativo* | Uso general | | Estación 1 | | Estación 2 | | Estación 3 | | Estación 4 | |
|---|--------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible |
| | USD | USD | | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD |
| Sensor 370 precipitación, 10 m cable 1566 | \$950.00 | \$950.00 | | | | | | | | | |
| Registrador de datos modelo 466 ^a | \$1,800.00 | \$1,800.00 | | | | | | | | | |
| Software Micromet Plus (MMP) para procesamiento de información y gráficos | \$550.00 | \$550.00 | | | | | | | | | |
| AX-130 panel solar de 30 watt, incluye panel w36 amp/hr batería | \$1,100.00 | \$1,100.00 | | | | | | | | | |
| 970895 Torre de 10 m | \$3,000.00 | \$3,000.00 | | | | | | | | | |
| 191-1 Soporte para sensores | \$200.00 | \$200.00 | | | | | | | | | |
| Ax-961 modulo de transferencia de datos | \$550.00 | \$550.00 | | | | | | | | | |
| Sensor de presión barométrica | \$650.00 | \$650.00 | | | | | | | | | |
| Sensor de radiación neta | \$1,450.00 | \$1,450.00 | | | | | | | | | |
| Evaporímetro, tanque de evaporación | \$3,000.00 | \$3,000.00 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Equipos Estación Meteorológica | | | | | | | | | | | |
| Sensor para dirección de viento | \$776.00 | \$776.00 | | | | | | | | | |
| Sensor para velocidad de viento | \$715.00 | \$715.00 | | | | | | | | | |
| Sensor RH/Temperatura | \$1,232.00 | \$1,232.00 | | | | | | | | | |
| Piranómetro | \$1,750.00 | \$1,750.00 | | | | | | | | | |
| 8" Rain Gauge (pluviometro) | \$572.00 | \$572.00 | | | | | | | | | |
| Translator W/multinet | \$1,170.00 | \$1,170.00 | | | | | | | | | |
| Cross arm assembly | \$185.00 | \$185.00 | | | | | | | | | |
| Torre para la estación (10 metros) | \$841.00 | \$841.00 | | | | | | | | | |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | | | | | | | | | | | |
| Estabilizador | \$410.00 | | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | |
| UPS | \$1,190.00 | | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | |
| Protectores de línea telefónica y fusibles | \$384.00 | | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | |
| Jabalina para protección contra rayos | \$100.00 | | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | |
| | | | | | | | | | | | |

Tabla 5-2: Inversión para 4 Estaciones de Monitoreo de la calidad del aire (Una estación móvil)

| ITEM | Precio indicativo* | Uso general | | Estación 1 | | Estación 2 | | Estación 3 | | Estación 4 | |
|---|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible |
| | USD | USD | | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD |
| Equipos para Monitoreo automático | | | | | | | | | | | |
| Analizador O3 | \$10,430.00 | | | \$10,430.00 | \$700.00 | | | | | \$10,430.00 | \$700.00 |
| Válvulas internas | \$770.00 | | | \$770.00 | | | | | | \$770.00 | |
| Analizador SO2 | \$12,610.00 | | | | | | | | | | |
| Válvulas internas | \$760.00 | | | | | | | | | | |
| Analizador NOx | \$13,325.00 | | | \$13,325.00 | \$665.00 | \$13,325.00 | \$665.00 | \$13,325.00 | \$665.00 | \$13,325.00 | \$665.00 |
| Válvulas internas | \$600.00 | | | \$600.00 | | \$600.00 | | \$600.00 | | \$600.00 | |
| Analizador CO | \$12,675.00 | | | | | | | | | | |
| Válvulas internas | \$600.00 | | | | | | | | | | |
| Monitor continuo de PM 10 TEOM | \$25,330.00 | | | | | | | | | | |
| Monitor continuo de PM 2.5 TEOM | \$25,330.00 | | | \$25,330.00 | | \$25,330.00 | | \$25,330.00 | | \$25,330.00 | |
| Calibrador | \$13,610.00 | \$13,610.00 | \$1,500.00 | | | | | | | | |
| Integral Ozone Generador | \$2,600.00 | \$2,600.00 | | | | | | | | | |
| Local Automatic Leak Check | \$150.00 | \$150.00 | | | | | | | | | |
| Aire cero | \$4,900.00 | \$4,900.00 | \$920.00 | | | | | | | | |
| Hidrocarbón | \$1,980.00 | \$1,980.00 | | | | | | | | | |
| Gas Patrón | \$2,050.00 | \$4,100.00 | | | | | | | | | |
| Data logger | \$5,005.00 | | | \$5,005.00 | | \$5,005.00 | | \$5,005.00 | | \$5,005.00 | |
| Acondicionador de Aire | \$1,545.74 | | | \$1,545.74 | | \$1,545.74 | | \$1,545.74 | | \$1,545.74 | |
| Soporte para equipos de monitoreo (rack) | \$8,000.00 | | | \$8,000.00 | | \$8,000.00 | | \$8,000.00 | | \$8,000.00 | |
| Bomba | \$200.00 | | | \$200.00 | | \$200.00 | | \$200.00 | | \$200.00 | |
| Fax MODEM | \$125.00 | | | \$125.00 | | \$125.00 | | \$125.00 | | \$125.00 | |
| | | | | | | | | | | | |
| Equipos Estación Meteorológica | | | | | | | | | | | |
| Sensor 014º velocidad de viento, 15 m cable 1805 | \$550.00 | \$550.00 | | | | | | | | | |
| Sensor 024º velocidad de viento, 15 m cable 1806 | \$650.00 | \$650.00 | | | | | | | | | |
| Sensor 083D-1-35, temp. Y Humedad relativa, 12 m cable 2348 | \$1,350.00 | \$1,350.00 | | | | | | | | | |

necesario para elaborar la línea base y la influencia de la construcción de la línea. En un primer acercamiento se ha definido un periodo adecuado de dos años y medio con 5 estaciones, después de un costeo más profundo se distingue un período de 1.2 años como posible (Ver Anexo 3: costo de 4 estaciones y Anexo 4: costo de 5 estaciones), si se requiere mantener las 4 estaciones de monitoreo reducidas de 5. Si se reduce la cantidad de estaciones se puede mantener por 2,5 años.

Por las consideraciones arriba señaladas se definieron los contaminantes prioritarios bajo el título de "2. Definición de los Contaminantes a medir" bajo el cual se concluye que sería recomendable medir los dos contaminantes Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y partículas finas $\text{PM}_{2.5}$ en primer lugar, y Ozono (O_3) si se decide poner unas dos estaciones en la periferia de la ciudad, o Dióxido de Azufre (SO_2) o Monóxido de Carbono (CO) si se quiere concentrar las estaciones en la zona urbana.

5. COSTOS DE UNA RED DE MONITOREO DEL AIRE

5.1 INTRODUCCIÓN

La adquisición, administración, operación y el mantenimiento de una red de control de calidad del aire conlleva costos significativos para cualquier entidad que esté encargada de esta tarea. Mencionado esto se considera muy importante seleccionar los métodos adecuados para los objetivos de observación de la calidad de aire o/y limitarse a las posibilidades financieras existentes. Esto se da especialmente en los países en desarrollo que tienen presupuestos restringidos/eficaces y con obligaciones importantes para mejorar la situación económica del país y de la vida de sus habitantes menos fortalecidos.

Los costos están compuestos por los costos de capital, los costos para la operación y para el mantenimiento. Los costos de capital o los costos de adquisición se pueden estimar relativamente bien, por las ofertas de los proveedores que se encuentran en el Perú. Con la colaboración de un proveedor en Lima se ha estimado los costos reales para el caso de PROTRANSPORTE. Asimismo se han tomado en cuenta los costos recientes para una estación de monitoreo de la calidad del aire en Suiza, porque los monitores están colocados en un container, que permite una instalación independiente de construcciones existentes y permitiría una fácil re-localización de la misma, si fuera necesario. Aunque se puede asumir que la mano de obra en Suiza es más cara que en el Perú, los costos aquí descritos nos dan una buena idea de los costos reales para un container de monitoreo de calidad del aire. Los costos de operación y mantenimiento dependen mucho de los costos locales de mano de obra y de la dificultad de encontrar los repuestos necesarios. Una estimación hecha por la agencia de protección ambiental de Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés) en el año 1993 indicó un costo anual alrededor de USD 26,000.00 por contaminante importante. En un estudio más reciente hecho en Alemania en 1997 se estimó un costo anual de USD 20,000.00 por contaminante. Aún este es un costo significativo para un presupuesto limitado como el encontrado en el Perú (Banco Mundial, Pollution Prevention and Abatement Handbook).

Tabla 5-1: Costos de Monitoreo de contaminantes seleccionados

| Contaminante | Periodo de Monitoreo | Costo anual (USD) |
|--|----------------------|-------------------|
| Material particulado (PM ₁₀) | Continuos | 19,000.00 |
| Dióxido de Azufre | Continuos | 26,000.00 |
| Dióxido de Nitrógeno | Continuos | 27,000.00 |
| Plomo | Diario | 20,000.00 |
| Ozono | Continuos | 26,000.00 |
| Monóxido de Carbono | Continuos | 26,000.00 |

Fuente: USEPA, 1993 data

5.2 PRESUPUESTO PARA PROTRANSPORTE

Como anteriormente se mencionó se ha elaborado un presupuesto detallado para el caso de PROTRANSPORTE con la idea mas que nada de definir la cantidad posible de estaciones para la red de PROTRANSPORTE asumiendo que solamente los contaminantes de prioridad definidos dentro del capítulo 3.2, estarían siendo implementados.

El presupuesto total de PROTRANSPORTE actualmente es alrededor de USD 850,000.00 incluyendo la adquisición de las estaciones y un período de operación. Esta segunda parte, el asegurar la operación de la red durante un cierto periodo pre-operación de la primera línea del sistema de transporte público masivo es muy importante. Este período es

Tabla 4-3: Ventajas/Desventajas Data Logger Interno

| | |
|-------------|---|
| Ventaja: | Precio. No se necesita mucha infraestructura en informática y telecomunicación (IT). Los datos están disponibles a tiempo real a través del Internet. |
| Desventaja: | La seguridad de la red de información (Líneas Telefónicas y Internet) por ataques de hackers etc. tiene que ser sumamente alta, por eso se debe de definir los estándares de seguridad y estos tienen que ser cumplidos rigurosamente. Se necesita conexiones de teléfono en cada estación de monitoreo. Si no hay ADSL o tarifa plana, habría altos costos telefónicos. No hay mucha experiencia con esta solución en el mundo. Se recomienda más los programas a largo plazo (por un mínimo de 1 año) o una buena red de teléfono móvil. En general la red de teléfono tiene que ser sumamente estable. Si no hay conexión a la computadora central se pierde la información, quizás esta red no esté apta para zonas de menor ingreso económico. Se necesita una herramienta adicional para la preparación de la información para la página Web y quizás un software para la base de datos. Para el operador y la administración de red de monitoreo de calidad de aire, la coordinación e integración de los diferentes sistemas y elaboración de las herramientas para el procesamiento y almacenaje es un gasto y trabajo adicional, que no se debe subestimar. |

Aunque la solución del "Internet total" tiene mayor potencial de ahorro de costos y la solución con los data logger internos de los equipos es a primera vista la más económica, se optaría por una red con data logger en las estaciones, porque la red todavía está en una fase de implementación y se requieren entregar equipos antiguos y de diferentes proveedores. Asimismo se tienen dudas si la red telefónica es suficientemente estable, como para optar por una red que trabaje vía Internet y que tenga la seguridad de conexión y robo de datos. Sin embargo se tiene que rescatar que cualquier solución tiene sus obstáculos propios y preguntas abiertas (controlador para equipos nuevos, para equipos adicionales, realización de calibración automática a distancia etc.) en la realización concreta de la red de comunicación la cual no se puede prevenir en este informe.

4.2.4 Transmisión de Datos de la Estación de Monitoreo del Aire a la Central de Control

Con las nuevas posibilidades de transmisión de datos, se puede pensar en utilizar las redes de celulares para la transmisión de los datos adquiridos en las estaciones de monitoreo a la central de control. Esa sería la solución predilecta para las estaciones aisladas en las cuales no llegaron las redes públicas de teléfono. O en el caso que se elija una estación móvil, que se desplace por la ciudad con gran frecuencia.

Tabla 4-2: Ventajas/Desventajas Data Logger Interno

| | |
|-------------|--|
| Ventaja: | Precio |
| Desventaja: | No es una solución para equipos antiguos que tienen un output análogo o equipos digitales, que no tienen un data logger interno. No hay la posibilidad de mezclar equipos de diferentes proveedores y marcas. Perdida de flexibilidad con respecto al tratamiento de los datos insertados (Intervalo de up-date del software). Se necesita una herramienta adicional para la preparación de la información para la página Web y quizás un software para la base de datos. Para el operador y la administración de red de monitoreo de calidad de aire, la coordinación e integración de los diferentes sistemas y elaboración de las herramientas para el procesamiento y almacenaje es un gasto y trabajo adicional, que no se debe subestimar. |

4.2.3 Internet Total

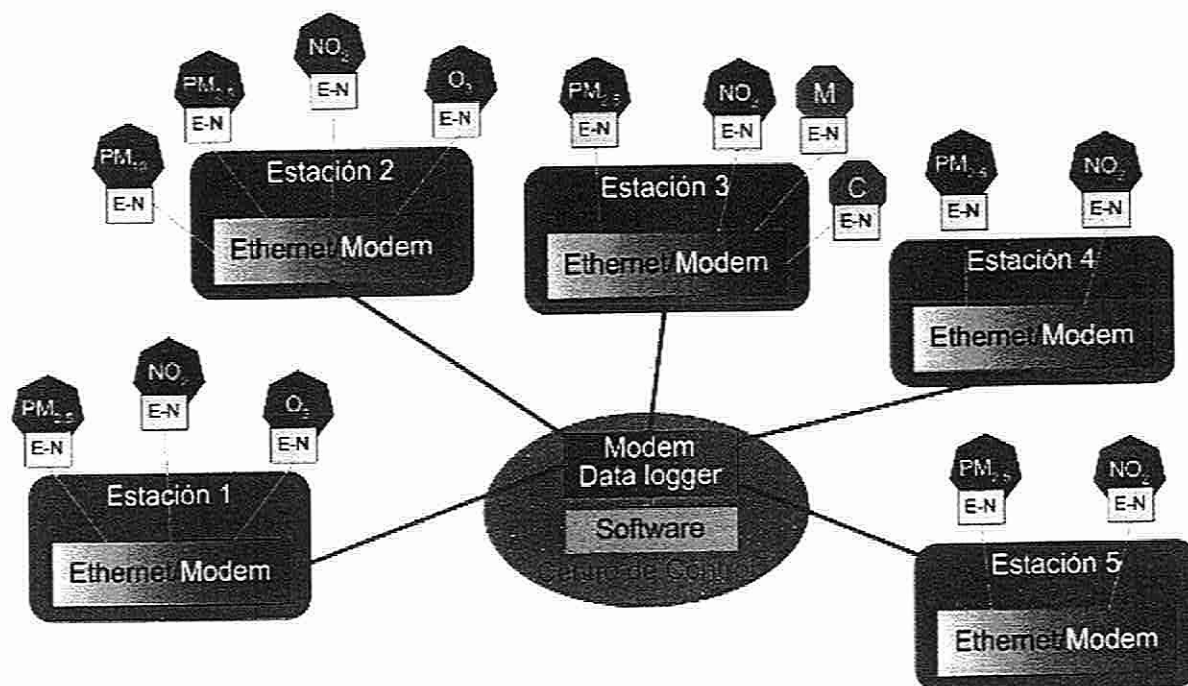


Gráfico 4-3: Internet Total (E-N= Ethernet, M = Meteorología, C = Clima dentro de la estación)

Todos los monitores y sensores están conectados a través de Ethernet y del Internet a tiempo real con el centro de control. Los equipos análogos y digitales están equipados con una conexión de Ethernet. Los que no tienen, se pueden equipar posteriormente con adaptadores de un tercero. El almacenaje de los datos se realiza en el centro de control.

especialmente con conexiones análogas y digitales mezcladas. El almacén normalmente es suficientemente grande para guardar datos de todos los equipos e inclusive estaciones meteorológicas y del clima interno de la estación, etc. de un intervalo de 1 minuto por más de 2 años. Los datos pueden ser jalados del control central y al instante controlado por su plausibilidad, elaborado y exportado. Los proveedores ofrecen también soluciones para generar la información para la Página Web.

Tabla 4-1: Ventajas/Desventajas Data Logger externo

| | |
|-------------|---|
| Ventaja: | Alta flexibilidad en la selección de registro de los datos más apto para las necesidades de la red de monitoreo. Permite la mezcla de equipos análogos antiguos (Como por ejemplo los equipos donados por el Cantón de Zurich/Swisscontact) y los monitores digitales de última generación y de diversas marcas. Eso puede ser una gran ventaja si la red de monitoreo de PROTRANSPORTE se integra a una red de la Municipalidad de Lima, en la cual participan varias instituciones. El almacenaje de datos es de la central y por eso es más seguro. El software que viene adjunto permite la generación de la información de medición para la página Web relativamente fácil. Hay una gran experiencia sobre esta forma en el mundo. |
| Desventaja: | El precio, es una solución bastante cara. |

4.2.2 Data Logger Interno

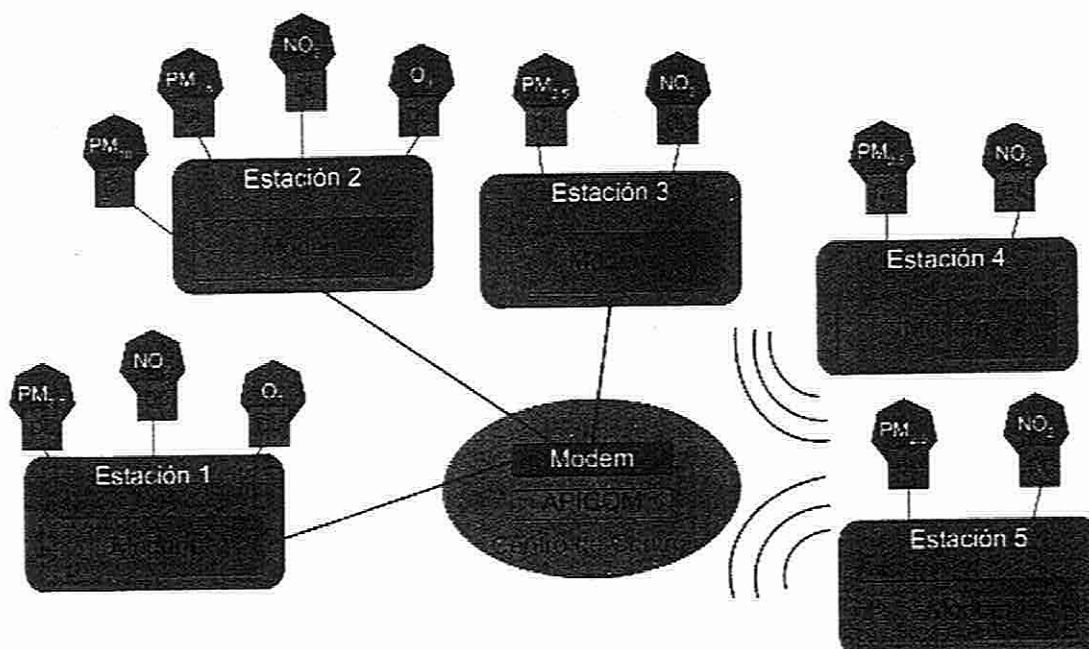


Gráfico 4-2: Data Logger interno (DL= Data Logger)

Los proveedores de los equipos de monitoreo instalan en sus equipos los data loggers internos, que permiten un almacenamiento de datos de cada minuto hasta un año en la última generación de modelos. Asimismo se ofrece el software propio de la marca para la manipulación de los equipos a distancia y de datos.

4. CENTRAL DE CONTROL

4.1 INTRODUCCIÓN

Se evaluaron las diferentes formas de almacenaje de los datos generados por los monitores automáticos en la red de monitoreo del aire para luego poder definir las necesidades y el equipamiento de la central de control la cual sería el cerebro de toda la red.

4.2 ALMACENAJE DE LOS DATOS ADQUIRIDOS

Los valores producidos por los monitoreos deben de ser almacenados continuamente. Años atrás los datos se hubieran escrito en papel continuamente para realizar su análisis manual, posterior. En los últimos años por el desarrollo de la tecnología de la computación los valores se guardaban en data loggers en cada estación de monitoreo de la calidad del aire y los operadores del monitoreo recolectaban regularmente la información de esos data loggers. Últimamente los productores de los monitores automáticos han incorporado los data loggers en cada equipo y por el desarrollo del Internet se presentan nuevas posibilidades en el almacenaje de los datos y en la transferencia al centro de control. Se puede distinguir 3 diferentes soluciones, cada una con sus ventajas y desventajas. Que se presenta a continuación:

4.2.1 Data logger de Tercero

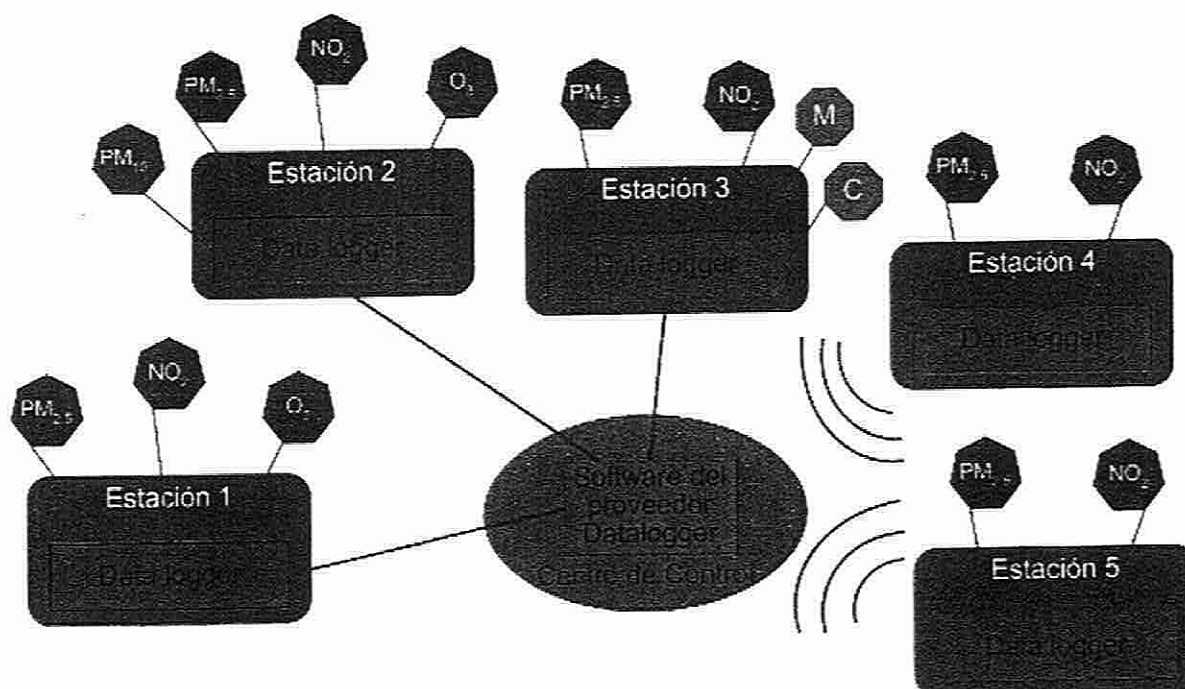


Gráfico 4-1: Data logger de tercero (M = Meteorología, C = Clima dentro de la estación)

Cada estación tiene su data logger (Computadora Personal o equipo especial), la cual registra los valores recibidos por los monitores automáticos. Los monitores automáticos no tienen que tener un almacenaje de datos grandes internos. Normalmente estos data loggers pueden ser equipados con varias tarjetas de datos para el Input/Output de datos

(Véase el Anexo 1: Sitios PROTRANSPORTE y Anexo 2: Sitios de Medicion PROTRANSPORTE para más detalles sobre los puntos)

Finalmente se tomó una vista en el futuro con una introducción de las estaciones en la modelación EMOD/CMAP de NO_2 en el año 2007. La cual demuestra con los datos actualmente disponibles que los sitios se justifican también para el desarrollo futuro.

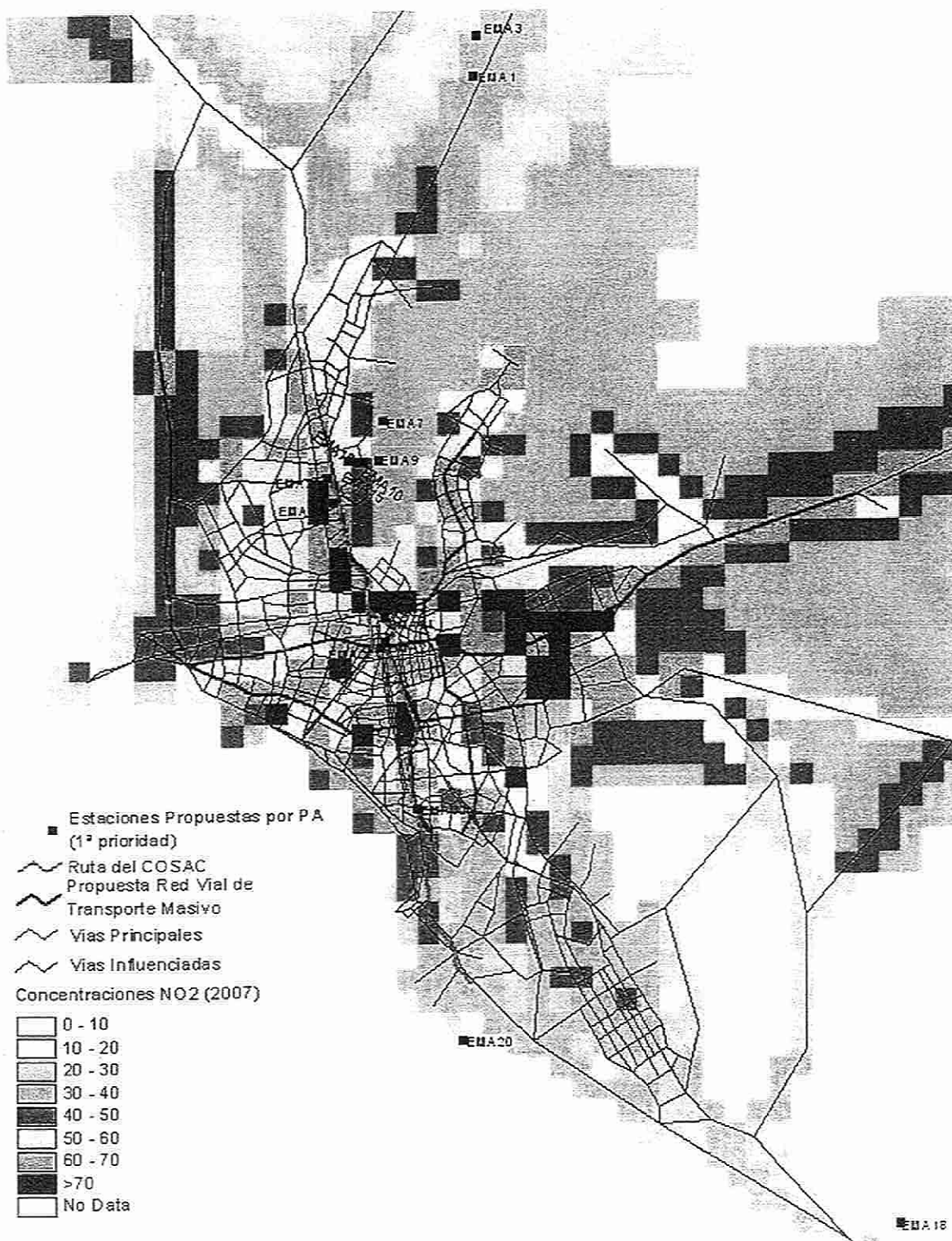


Ilustración 3-7: Superposición Sitios de Medicion para PROTRANSPORTE sobre el Resultado de la Contaminación de NO_2 en año 2007 de la Modelación EMOD/CMAP (Keller, M., 2002)

Por eso se recomienda seleccionar dentro de los siguientes 14 sitios, los 4 a 5 sitios para las estaciones. Es claro que cada punto tiene sus ventajas y desventajas, y solamente una visión coherente puede garantizar una selección apropiada, que se complementará de tal manera que los resultados representen el impacto del nuevo sistema de transporte público masivo en la contaminación del aire de la ciudad de Lima. Asimismo se puede asumir, que por la movilidad intermedia de los contenedores con los equipos adentro, se facilite la rotación de los equipos y la red se pueda complementar con tubos pasivos, lo cual permitiría reducir sitios con monitores automáticos.

Tabla 3-10: Sitios de Medición Recomendadas

| Código | Ubicación | En el Ámbito Urbano | | Con Campo | | Comentario |
|------------------|---|---------------------|---|-----------|---|---|
| | | 4 | 5 | 4 | 5 | |
| Total Estaciones | | 4 | 5 | 4 | 5 | |
| EMA 18 | SEDAPAL | | | X | X | |
| EMA 20 | Club del Golf Villa | X | X | | | |
| EMA 32 | Parque de Reducto | | X | | X | |
| EMA 22 | Plaza Grau | X | X | X | X | Punto Céntrico, Futuro cruce del transporte público |
| EMA 23 | Ci. Lampa | | | | | Sustitución de Grau, en el caso que no se pueda utilizar. Reemplazaría EMA 28 o EMA32 |
| EMA 24 | Emancipación | | | | | |
| EMA 7 | Payet | | | | | Uno de esos tres sitios (Altitud 300 [m]) EMA 7 puede tener problemas de seguridad y electricidad |
| EMA 9 | Estadio Tahuantinsuyo | X | X | | X | |
| EMA 10 | Urb. Tahuantinsuyo | | | | | |
| EMA 13 | Parque Cauchez | | | | | |
| EMA 15 | Parque Atahualpa | | | | | |
| EMA 28 | Municipalidad Independencia | X | X | X | | Cerca de la nueva línea de transporte público |
| EMA 1 EMA 3 | Planta de Tratamiento de Agua (Consortio Agua Azul) | | | X | X | EMA 1, en la planta existe mayor seguridad, EMA 3 más interesante |

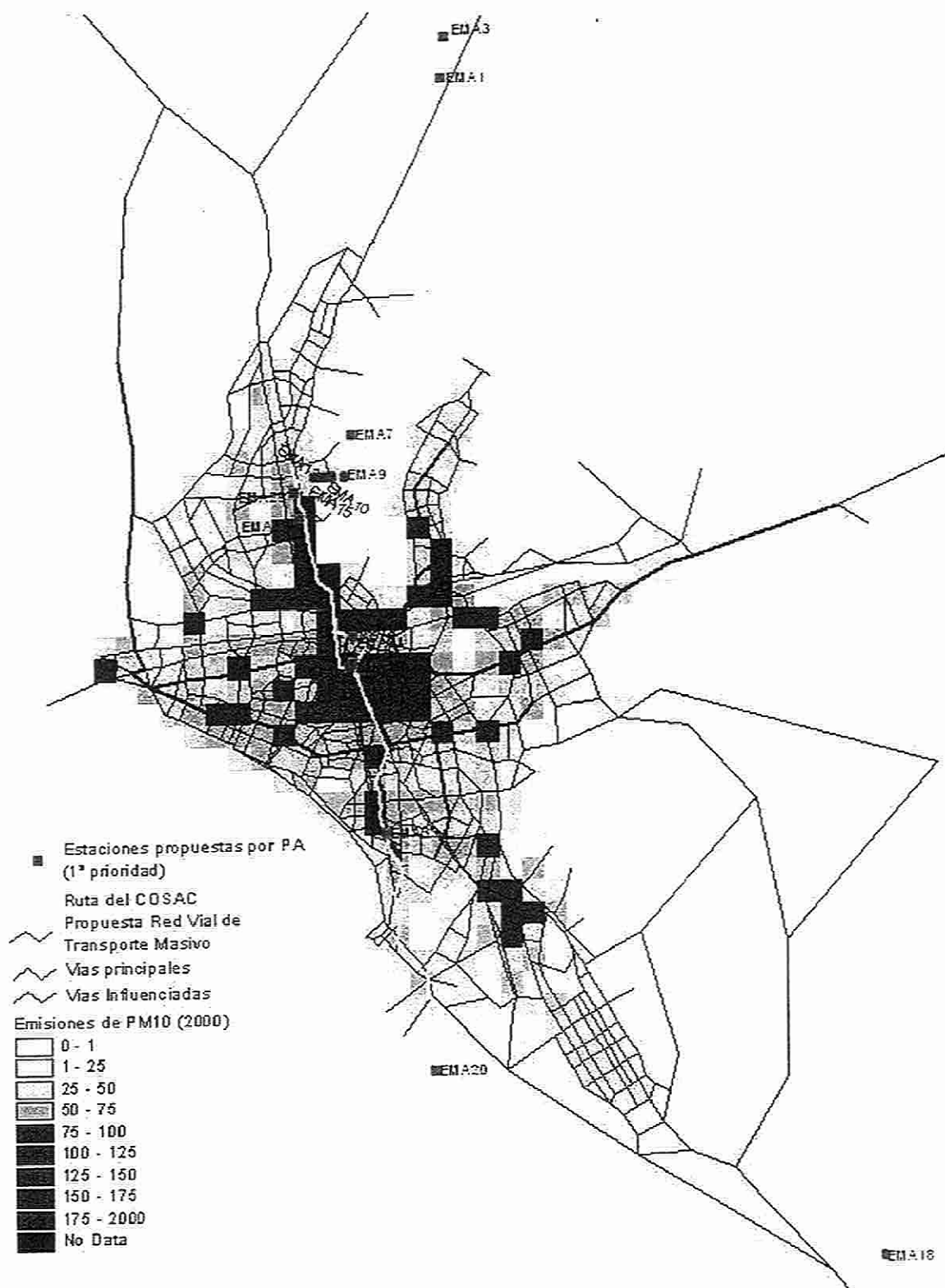


Ilustración 3-6: Superposición de Sitios de Medición para PROTRANSPORTE sobre el Resultado de la emisión de PM₁₀ en año 2000 de la Modelación EMOD/CMAP (Keller, M. et al., 2002)

Se puede apreciar que la mayoría de los sitios seleccionados están cerca de las fuentes actuales de las emisiones de partículas finas del tráfico. Por eso se espera que se pueda demostrar el impacto positivo de la introducción del nuevo régimen con sus buses con tecnología de punta.

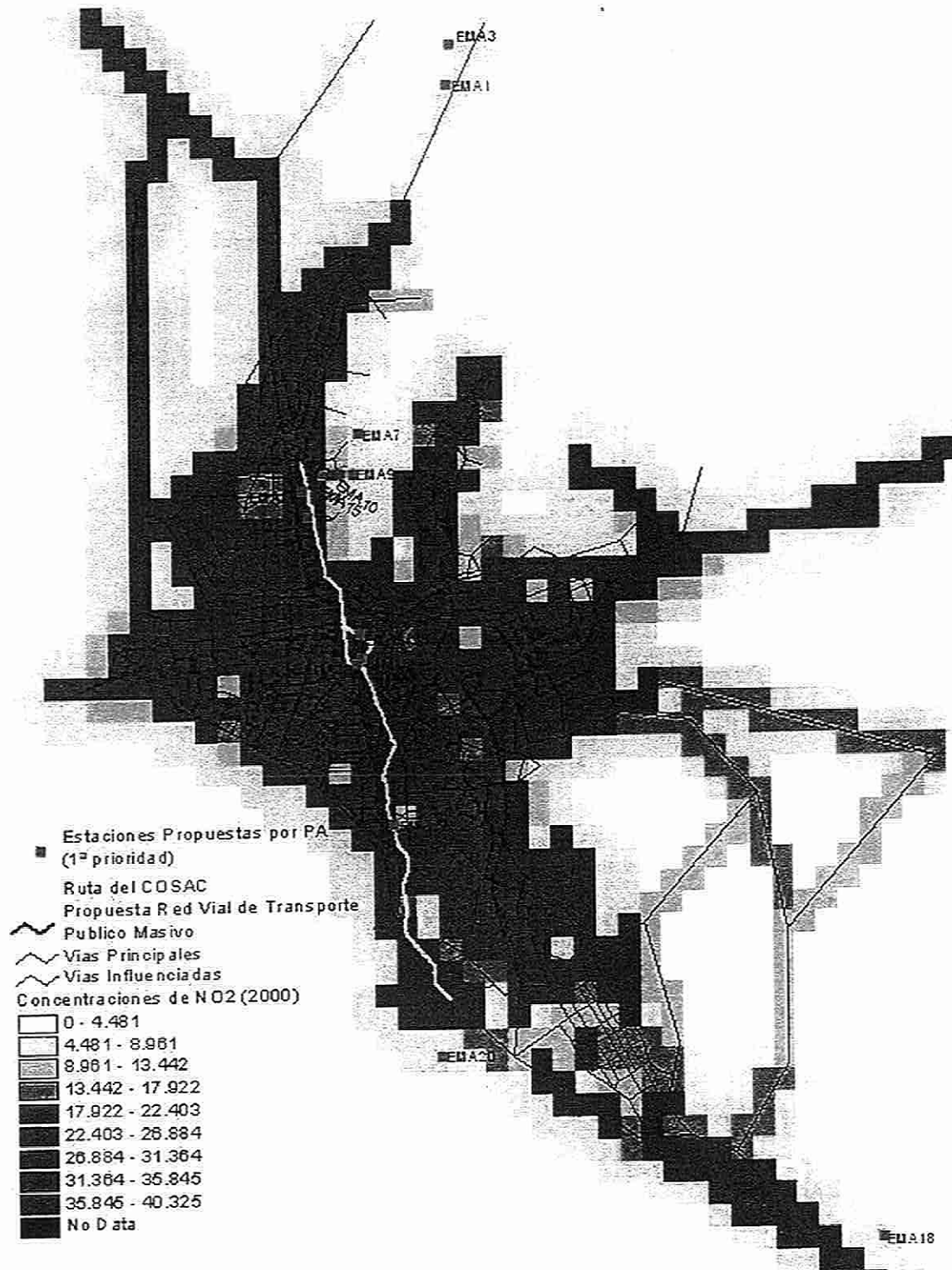


Ilustración 3-5: Superposición Sitios de Medición para PROTRANSPORTE sobre el Resultado de la Contaminación de NO₂ en año 2000 de la Modelación EMOD/CMAP (Keller, M. et al., 2002)

importantes para obtener datos sobre el impacto de la contaminación a la salud de la población.

Como último paso se contrastan los sitios con algunos resultados de la modelación de la contaminación del aire en Lima y el modelo de EMOD/CMAP, la cual es la única modelación de la contaminación del aire de Lima causada por el parque vehicular. La resolución espacial de los resultados obtenidos por el modelo es de 1 [Km.] por 1 [Km.] y aunque no es muy detallada, permitió una aproximación para la selección de los sitios.

Nota: La base de la modelación EMOD/CMAP se tomó del modelo de transporte de METRO-Lima. En el escenario 1: "Red Metropolitana", que se ha utilizado para demostrar la influencia del sistema de PROTRANSPORTE, está basado a una propuesta de una red de transporte público masivo, que no necesariamente corresponde a la futura red de PROTRANSPORTE. (Véase Mario Keller et al., PISA Lima/Callao: EMOD/CMAP, Assumptions and Results, 2002).

Se insertaron los sitios propuestos en el resultado de la modelación de la contaminación de NO₂ generado por el tráfico motorizado del año 2000 (Base case, Véase Ilustración 3-5) y enseguida en el mapa de las emisiones de PM₁₀ del mismo año. (Ojo: en el último gráfico son emisiones y no concentraciones de PM₁₀, no incluye tráfico zonal del modelo sino solamente las emisiones por el tráfico en las conexiones (link).

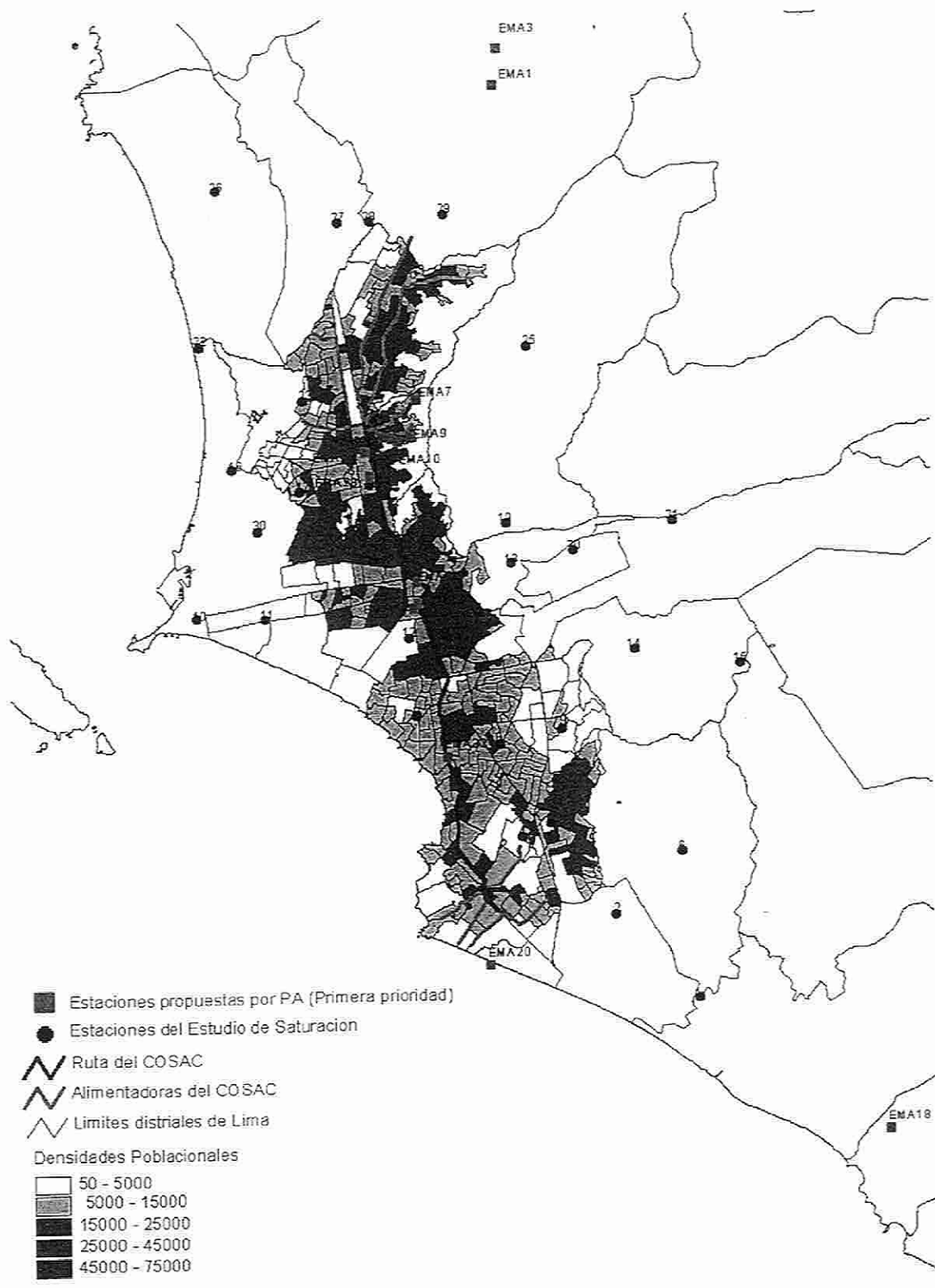


Ilustración 3-6: Sitios de Medición con Densidad poblacional (INEI, 1993)

En la ilustración 3-6 se puede ver que los sitios propuestos para las estaciones de la red de monitoreo de la calidad del aire, que están ubicados dentro del margen de la ciudad, están situados en zonas de alta densidad poblacional. Hay que tener en cuenta que la información del INEI ya tiene una antigüedad de 10 años y su resolución no permite un análisis detallado. Sin embargo, es suficiente para verificar el cumplimiento de los criterios que son

bombas de agua en la zona agrícola. Asimismo se encontró una agrupación (cluster) de posibles estaciones en el cono norte al costado de dos alimentadoras, subiendo a los asentamientos humanos en los cerros del desierto en los cuales se asume que se encontrará el efecto de la capa de inversión.

En un segundo paso se contrastaron los sitios encontrados con varios criterios adicionales, lo cual permitió seleccionar 9 sitios recomendados.

Se contrastan esos sitios encontrados con información poblacional georeferenciada del INEI del último censo en el año 1993 para situar por lo menos una estación en una ubicación con alta densidad poblacional y de ingresos eficaces.

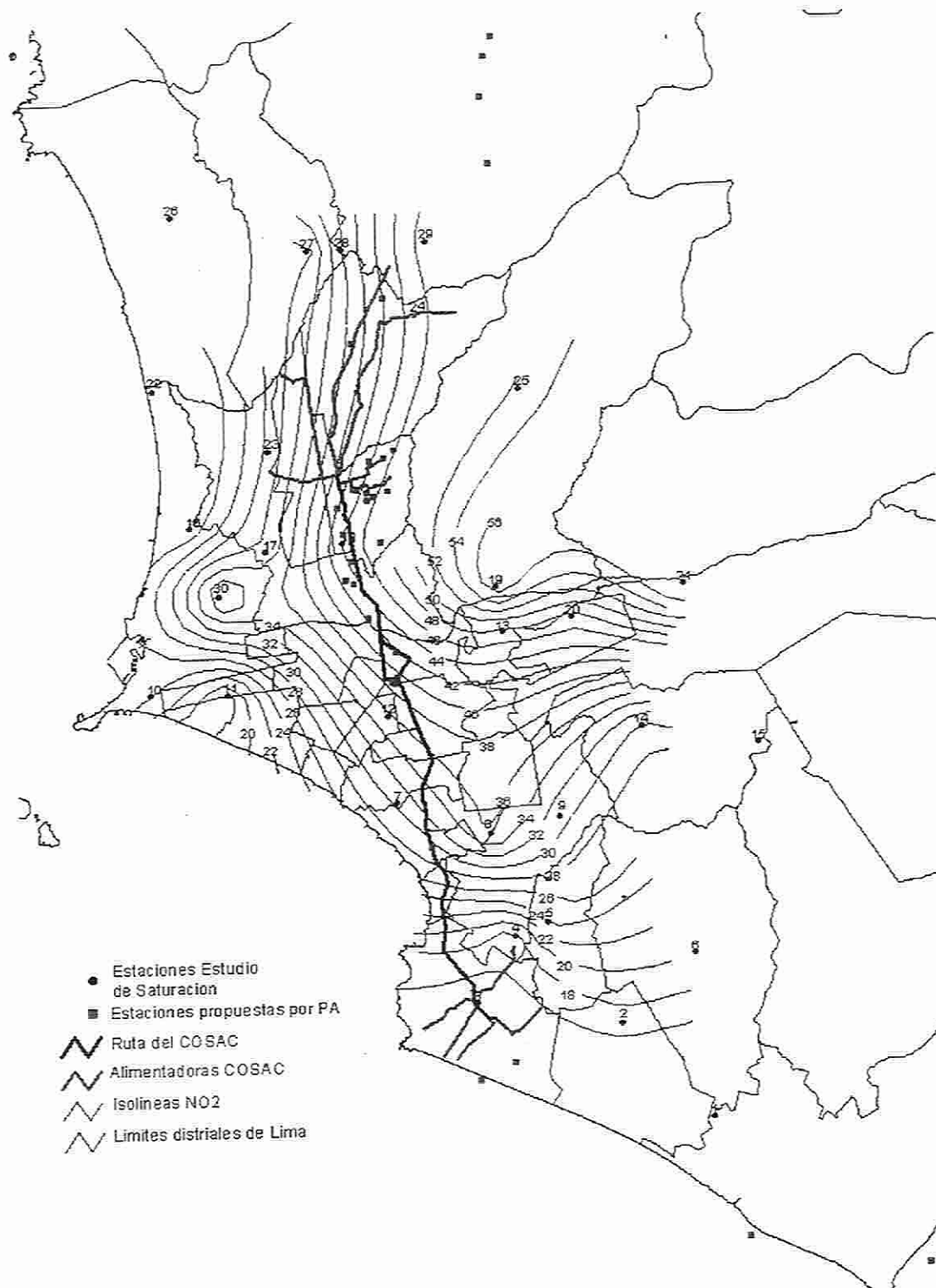
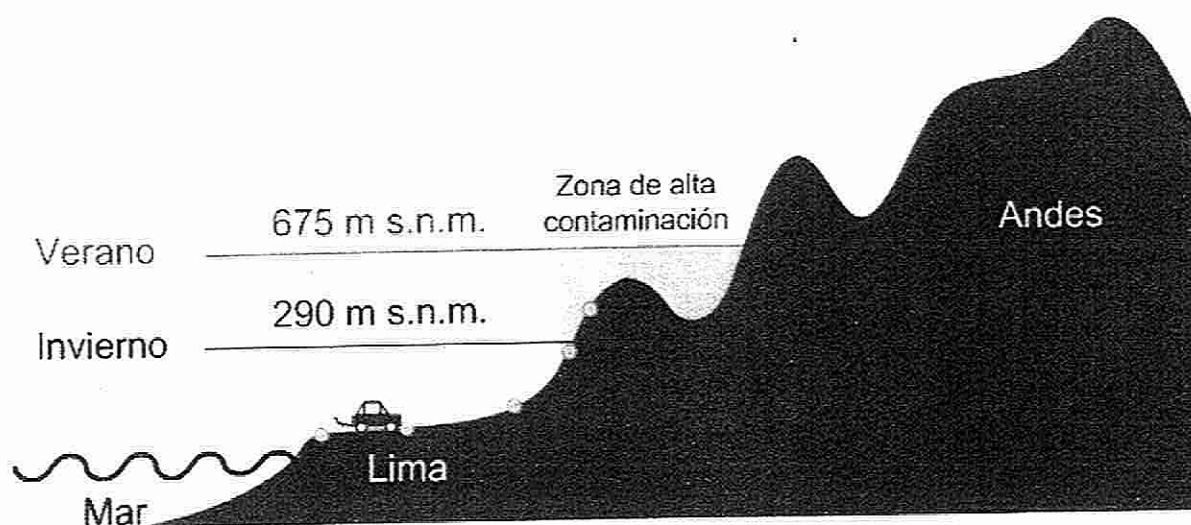


Ilustración 3-5: Estaciones propuestas por PA Consulting contrastados con los resultados del estudio de saturación NO2 invernal, los 30 sitios del dicho estudio y del sistema del transporte masivo de PROTRANSPORTE

En la ilustración anterior se puede notar que las estaciones en el sur están afuera de la ciudad, cerca de la planta de tratamiento de agua de SEDEPAL, lo cual puede proveer de cierta seguridad a la estación y también de una conexión a la red de electricidad pública de la ciudad. Los sitios seleccionados, desde SEDEPAL, siguen por la troncal de PROTRANSPORTE hasta el centro de la ciudad de Lima, saliendo al final por el valle del río Chillón, ahí también se puede pensar en aprovechar el servicio de la compañía Agua Azul, que está instalando



Estación de medición

Gráfico 3-4: Zona de inversión (Lazy, R., Pedroza, J. L., 2001, redibujado por el Consultor)

Aprovechando esta oportunidad favorable se buscó un sitio afuera de la ciudad en el sotavento como estación cero. Y una estación barlovento en el norte de la ciudad para medir la influencia difusa de toda la ciudad de Lima y para medir el contaminante secundario Ozono, el cual influye en el crecimiento de los cultivos de esta zona agrícola y en el recreo de la población del cono norte.

Con estos pre-requisitos y el análisis de los estudios de contaminación de aire anteriores se realizó una visita de campo. Buscando sitios que puedan cumplir los requisitos científicos como libre flujo de viento, representatividad y los requisitos técnicos como conexión a la red pública de electricidad, teléfono, accesibilidad, seguridad etc. Los cuales no se pueden evaluar a través de mapas e información escrita. Se han preseleccionado 29 sitios del extremo sur al extremo norte de la ciudad de Lima.

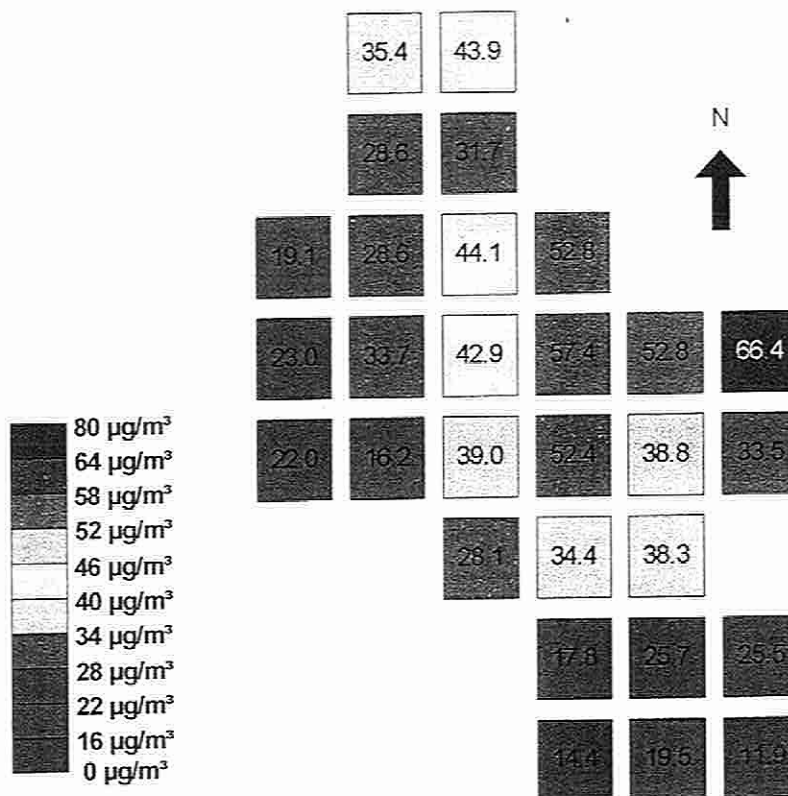


Gráfico 3-3: Estudio de Saturación: Promedio de Dióxido de Nitrógeno

3.5 SITIOS DE MEDICIÓN A FUTURO DE LA RED

En la selección de los puntos de la medición se ha buscado representar la ciudad de Lima en un corte que sigue la primera troncal de PROTRANSPORTE, la cual corta la ciudad de sur a norte; aprovechando la representatividad de las condiciones climáticas, estructura urbana, y los resultados de los estudios anteriores (Véanse 3.4.2). Dicho esto la propuesta nos da un recorrido de profundidad espacial al interior de la costa. Se asume que esto se puede lograr con las estaciones de otras instituciones como DIGESA, ya en operación o las de SENAMHI, o quizá con una segunda etapa del proyecto de PROTRANSPORTE mismo, la cual será muy probablemente una línea de transporte masivo de oeste a este que cruzaría la primera línea y permitiría adquirir estaciones adicionales. Sin embargo se pueden representar las diversas elevaciones de la ciudad y así entrar a la zona de inversión climática (Véase Gráfico 3-4).

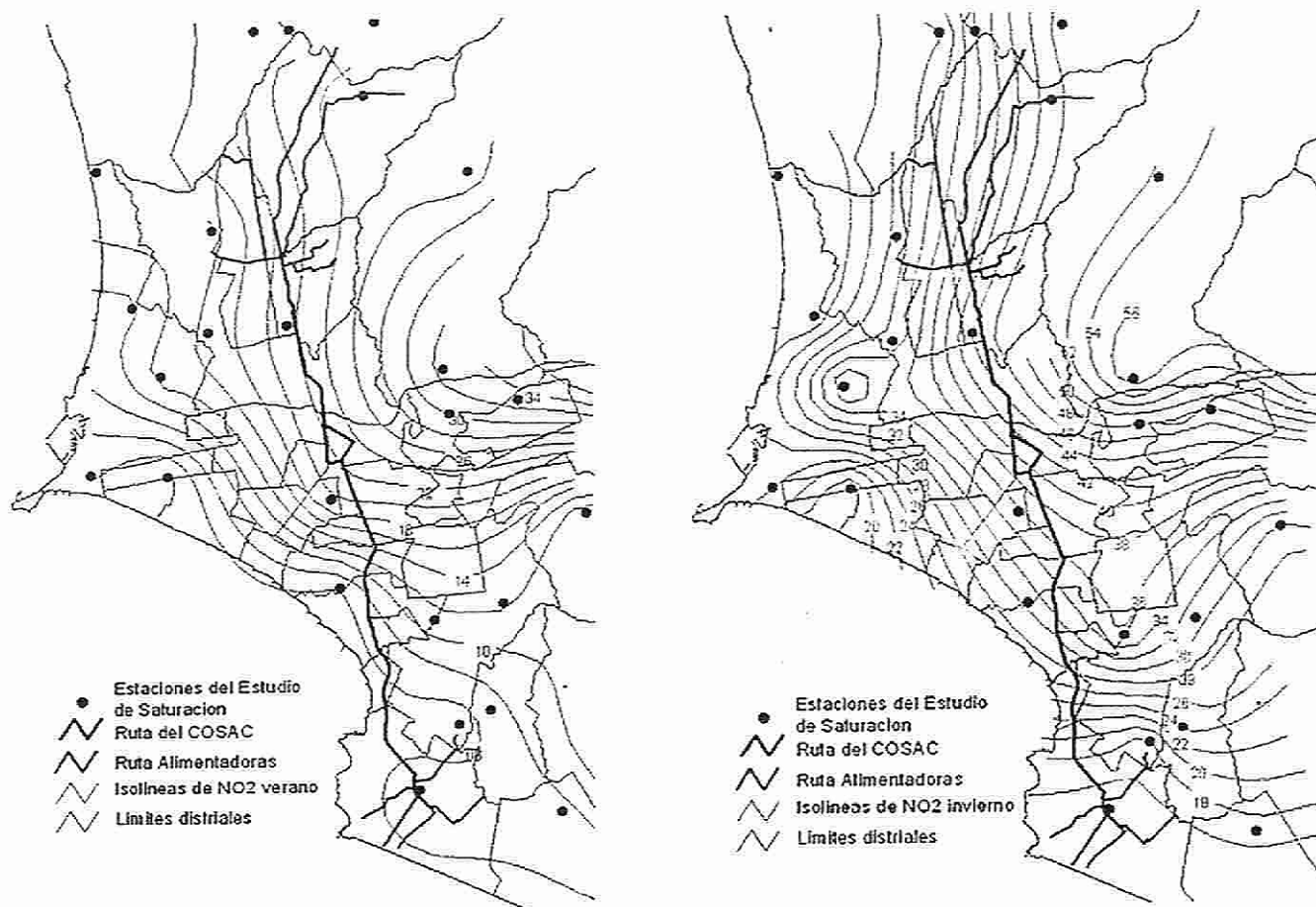


Ilustración 3-4: Estudio de Saturación 2000: Dióxido de nitrógeno (DIGESA, 2002, re-trabajada por la consultoría PA Consulting, 2004)

La combinación de los dos estudios (verano e invierno) refuerza la tendencia que la acumulación de los contaminantes se da en los conos Norte y Este de la ciudad de Lima que son cuencas al pie de los Andes. El viento también juega un papel importante arrastrando los contaminantes de sur a norte, dirección del viento predominante. Además, la capa de inversión que existe sobre Lima impide que la contaminación sea limpiada de las cuencas.

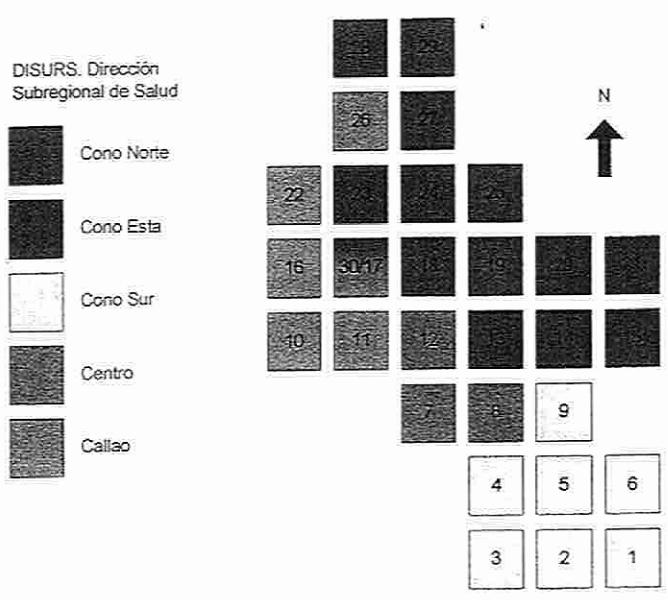


Gráfico 3-1: Puntos del Estudio de Saturación 2000 (Lazy, R., Pedroza, J. L., 2001, redibujado por el Consultor)

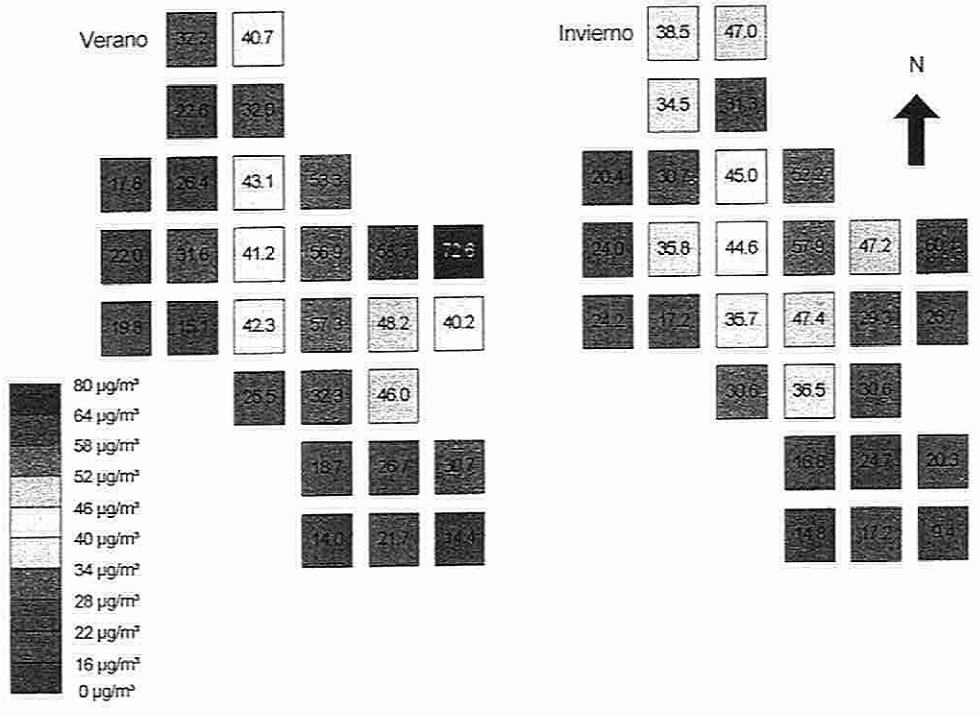


Gráfico 3-2: Estudio de Saturación 2000: Dióxido de nitrógeno (Lazy, R., Pedroza, J. L., 2001, redibujado por el Consultor)

Estos resultados pueden ser convertidos a isólineas, las cuales demuestran fuertemente un aumento de la contaminación del aire de sur al norte de la ciudad y de la costa a las pies de los Andes. (Véase Ilustración 3-4).

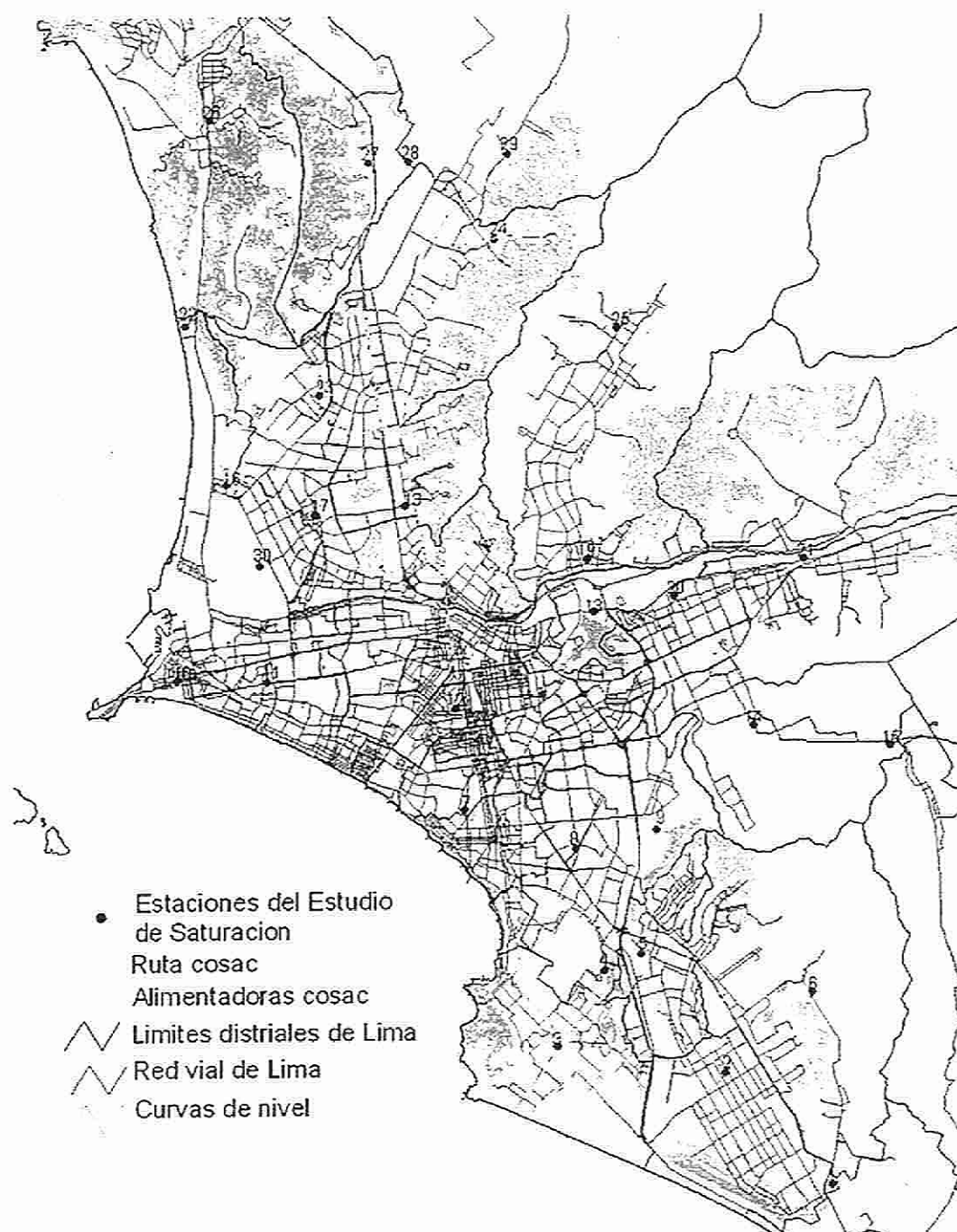


Ilustración 3-3: Punto de Medición del Estudio de Saturación 2000 con superposición de la línea troncal y los alimentadores del sistema de PROTRANSPORTE (Lazy, R., Pedroza, J. L., re-trabajada por la consultoría PA Consulting, 2004)

Los puntos de medición mostrados en el mapa pueden ser transferidos a un gráfico más abstracto (Véase Gráfico 3-1) y luego representar en este nuevo formato los resultados de las mediciones de NO₂ en verano y en invierno (Véase Gráfico 3-2).

Tabla 3-9: Red Básica de Monitoreo. Concentración Media Anual- Año 2000 en [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
(DIGESA)

| ZONA | Estación | PTS | SO ₂ | NO ₂ | Pb |
|-------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|------|
| Lima Centro | CONACO | 210 | 141 | 264 | 0.30 |
| Callao | Bellavista | 36 | 11 | 30 | 0.06 |
| Lima Norte | Comas | 247 | 13 | 53 | 0.21 |
| Lima Sur | S.J. Miraflores | 200 | 14 | 13 | 0.05 |
| Lima Este | El Agustino | 185 | 17 | 98 | 0.16 |

Asimismo, Swisscontact en conjunto con DIGESA elaboró en el año 2000 un estudio de saturación de calidad de aire por encargo del Comité de Gestión de la Iniciativa Aire Limpio para Lima-Callao, financiado por COSUDE y el Banco Mundial (BM). Este estudio se puede considerar como el más reciente estudio sobre la contaminación del aire en la región de Lima y Callao y ha servido como base para muchos trabajos y presentaciones hasta la fecha.

Con la finalidad de pre-definir los sitios de las estaciones de medición se ha usado los resultados del estudio de saturación y se ha considerado solamente el dióxido de nitrógeno (NO₂) medido con el método de difusión pasiva debido a que este contaminante fue evaluado en todos los 30 puntos en un mismo periodo de tiempo. Además, el dióxido de nitrógeno es un buen indicador de la contaminación del aire en general sobre todo lo proveniente del tráfico vehicular.

| Contaminante | 1990 | 1993 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | V. R.(1) |
|---|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| Partículas Totales en Suspensión (PTS) | 162 | 264 | 198 | 273 | 236 | 259 | 250 | 210 | 204 | 75 (a) |
| Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) | --- | --- | --- | 141 | 189 | 250 | 151 | 264 | 76 | 100 (b) |
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | --- | --- | 199 | 106 | 96 | 113 | 125 | 141 | 76 | 80 (b) |
| Plomo (Pb) | 1.97 | 1.68 | --- | 0.5 | 0.69 | 0.75 | 0.45 | 0.30 | 0.32 | 1.5 (b) |

Valores en negro están arriba la norma

(*) La estación CONACO se encuentra ubicada en la intersección de la Av. Abancay con el Jr. Ancash (Zona comercial de alto tránsito de vehículos).

(1) V.R.: Valor Referencial (Promedio Anual, Pb por mes).

(a) Estándar EPA-USA (historial, ya está cambiado por el estándar de PM10, porque PM10 tiene un conexión del efecto a la salud más fuerte).

(b) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire (D.S. 074 – 2001 – PCM) en [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

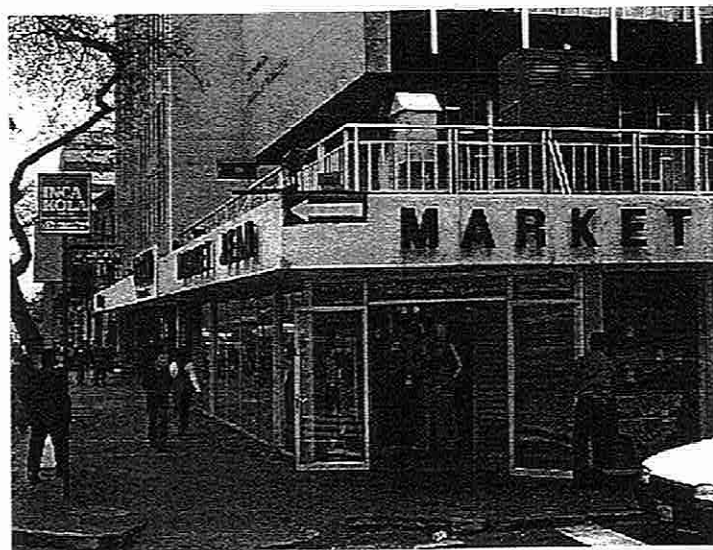


Foto 1: Estación CONACO (© Roland Klepel, 2001)

Se puede observar que los valores históricos casi siempre sobrepasan los Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental del Perú. Sin embargo, es importante mencionar que la ubicación de la estación no es la óptima ni es representativa pues se encuentra prácticamente sobre una avenida principal con una alta circulación de vehículos y atascos vehiculares frecuentes.

Los estudios espaciales de contaminación del aire en Lima son escasos y limitados temporalmente por el costo involucrado en operar simultáneamente varias estaciones de monitoreo de aire. La DIGESA, del Ministerio de Salud, estableció en el año 2000 cinco estaciones de monitoreo en cinco zonas de la ciudad de Lima: Lima Norte, Lima Centro, Lima Este, Lima Sur y Callao (Véase Tabla 3-9)

Por otro lado, la distribución espacial también es importante. En este sentido se orienta en la primera línea del sistema de transporte con buses en vías segregadas para colocar las estaciones sin dejar la posibilidad de agregar otras consideraciones. Además esta línea se orienta de sur a norte en la dirección dominante del viento y en este sentido permite que se pueda ver el aumento de la contaminación.

Para la selección de los sitios se toman también en consideración las diversas recomendaciones, entre otras las de la EPA:

Tabla 3-7: Categorización de Sitios de Monitoreo del Aire, EPA (EE.UU.) (James P. Lodge, Jr. (Editor), 1988)

| Categoría | Caracterización |
|-------------------------------|--|
| A nivel del suelo | Alta concentración de contaminantes con alto potencial de acumulación. Sitio a 3 – 5 metros de mayor arteria de tráfico, ubicado en un lugar donde la ventilación natural es restringida. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo. |
| B nivel del suelo | Alta concentración de contaminantes con bajo potencial de acumulación. Sitio a 3 – 15 metros de mayor arteria de tráfico, ubicado en un lugar con buena ventilación natural. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo. |
| C nivel del suelo | Mediana concentración de contaminantes. Sitio a 15 – 60 metros de mayor arteria de tráfico. Medición a 3 – 6 metros sobre el suelo. |
| D nivel del suelo | Baja concentración de contaminantes. Sitio a más de 60 metros de arteria de tráfico. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo. |
| E aire libre | Medición a 6 – 45 metros sobre el suelo. Dos subclases definidas: (1) buena exposición hacia todas las direcciones (por ejemplo: encima de un edificio) o (2) exposición hacia una dirección específica (medición en una ventana). |
| F orientado hacia las fuentes | Medición en los alrededores de una fuente fija. Monitoreo que brinda datos relacionados directamente a la emisión de la fuente. |

Finalmente es importante que la toma de muestra sea a una altura similar en cada sitio para evitar el falseamiento de los resultados por la dilución de los contaminantes por las diferentes alturas de las fuentes. Se recomienda una altura para la toma de muestra entre dos y tres metros, que no sea fácilmente accesible para la gente.

3.4.2 Consideración de los Estudios anteriores

En los últimos años se han desarrollado varios estudios sobre la calidad del aire en la región de Lima y Callao. La mayoría de estos estudios han tenido un límite temporal y/o espacial debido principalmente a la falta de recursos. Es por esto que la disponibilidad de información histórica continua es limitada.

La información histórica con la que contamos actualmente proviene de la estación CONACO ubicada en el Centro Histórico de Lima. Esta estación es la más antigua que maneja el Ministerio de Salud (Véase Tabla 3-8).

Tabla 3-8: Estación CONACO(*) -Concentración Media Anual en microgramos por metro cúbico (ug/m3)- Periodo 90 – 201 (DIGESA)

- Revisar rápidamente todos los datos
- Usar listas y gráficos
- Aprovechar el sentido común y la experiencia

Los programas computarizados pueden apoyar en la revisión rápida y en la generación de gráficos diarios, semanales y mensuales, y en eso facilitan y aceleran el control de los datos obtenidos. También es cierto, que la experiencia, el sentido común y la iniciativa del personal encargado de examinar los datos son determinantes para el éxito del control de datos.

La experiencia y conocimiento, acumulados en los años del personal encargado, también permitirán el análisis de los datos obtenidos por criterios menos formales como:

- Localización de cada estación, el exterior de la estación, etc.
- Conocimiento de la interrelación de varios contaminantes
- Conocimiento de la meteorología de la zona
- Relación del desarrollo de la contaminación en el transcurso del día.
- Continuidad temporal y espacial

Los siguientes aspectos importantes se pueden resumir para la revisión de datos:

Tabla 3-6: Aspectos de la revisión de datos (PNUMA/OMS, 2002)

- Historia y características del instrumento
- Factores de calibración y variaciones
- Datos negativos o fuera de rango
- Características del sitio de monitoreo
- Efectos de la meteorología
- Hora del día y año
- Niveles de otros contaminantes
- Observaciones de otros sitios

3.4 SELECCIÓN DE SITIOS PARA LA INSTALACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE

3.4.1 Consideraciones Generales

En la selección de puntos es sumamente importante poner debajo del objetivo de representatividad, la situación actual de la contaminación del aire. Primero, para las diversas clases de zonas y segundo, para la distribución de las estaciones en el área de la medición.

En este sentido, los puntos de medición tienen que representar las siguientes zonas: tráfico urbano, industria, comercial, residencia urbana y zona rural (concentración de referencia). "Un monitoreo completo debería incluir al menos tres de estas clases: Orilla de carretera (exposición directa de emisiones), residencial (relacionado a la vivienda) y la concentración en áreas rurales como referencia" (Programa Aire Puro, 2001). Para la red núcleo financiada por PROTRANSPORTE, la contaminación del aire causada por el tráfico tiene prioridad sobre la contaminación ocasionada por la industria, en cuanto a las consideraciones para la selección de los puntos de la red. Además, se estima que hasta un 80% de la contaminación del aire es causada por el tráfico vehicular. En este sentido, se prioriza una zona rural, zonas que puedan representar una influencia con alto volumen de tráfico y un volumen regular, asimismo una zona de vivienda/comercial. Especialmente en la última categoría se trata de seleccionar un punto que puede representar una zona con viviendas de pocos ingresos.

la mejor forma para calibrar los equipos eficientemente con un equipo para la generación de aire-cero y de calibración. Se propone que cada 14 días durante la visita a la estación se ejecute una calibración de aire-cero y de los gases de contaminantes durante los primeros 6 meses, y después se mantenga la calibración de los equipos cada mes. Eso sería un mejoramiento significativo de la situación actual en la que se encuentran la mayoría de las redes o estaciones aisladas en el país. Adicionalmente se recomienda ejecutar ínter calibraciones de los equipos cada 6 a 12 meses por un equipo de auditoría, que podría ser el personal de medición de otras ciudades o en ausencia de estos, empresas privadas que mantienen también una red de monitoreo de calidad del aire o de otros países vecinos donde se encuentra esta especialización. Esto a su vez favorece el intercambio de experiencias en el monitoreo la calidad del aire.

Asimismo se debe subrayar la importancia del mantenimiento adecuado de todo el equipo. El mantenimiento de los monitores de aire y todo el resto de aparatos dentro de las estaciones debe ser ejecutado con un régimen sumamente estricto, solamente así se puede garantizar que los equipos estén funcionando con la calidad necesaria por tiempos prolongados en el campo, para obtener datos fieles. "En todos los casos, los cronogramas para el reemplazo de las partes que se pueden deteriorar, los controles de diagnóstico y la puesta a punto del equipo deben seguir las recomendaciones del fabricante." (PNUMA/OMS, 2002)

En este sentido una vez más habría que recalcar que los recursos financieros y de personal necesarios son significativos y "rebasarían ampliamente los costos iniciales de inversión de capital si se elige usar tecnologías complejas de monitoreo del aire. Sería necesario invertir capital de manera permanente en el equipo a fin de reforzar los esfuerzos hechos en el monitoreo, mantener el equipo en estado operativo y asegurar que se recolecten datos significativos." (PNUMA/OMS, 2002).

b. REVISIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS

Una vez que el mantenimiento y la calibración de los monitores de calidad del aire estén asegurados, "se debe tomar medidas adicionales para la aplicación del control de la calidad y del aseguramiento de la calidad con el objetivo de maximizar la integridad de los datos". Eso se debe a que "en cualquier red de monitoreo de la calidad del aire, que esté bien implementada u operada, un mal funcionamiento del equipo por errores humanos, fallas de energía, interferencias y otros problemas con la red de monitoreo del aire podrían generar datos incorrectos. Estos errores debieran eliminarse para no crear o usar una base de datos finales y invalidados." (PNUMA/OMS, 2002)

Se recomienda la revisión de datos por personal capacitado antes de dejar esa tarea de revisión de datos a los programas de computación, aunque aquellos que están disponibles en el mercado disponible – el software presupuestado en el rubro de la central de control en ese informe- lo permitirían también. Esa revisión humana para la validación de datos es todavía más flexible que la automatizada. Así por ejemplo un programa puede rechazar datos porque se sobrepasan los límites preestablecidos aunque se trate de un evento extremo y no por un mal funcionamiento del equipo. La revisión no solamente sirve para excluir datos erróneos o inválidos, sino también para informar a los operadores de un mal funcionamiento de los equipos o cualquier problema que necesite atención. Esto es especialmente valioso si al inicio, no hay tanta experiencia con los equipos como lo es el caso de PROTRANSPORTE. La validación de datos es un trabajo para personas altamente calificadas y debe seguir las siguientes reglas:

Tabla 3-5: Validación de datos (PNUMA/OMS, 2002)

calidad sino que también facilita el intercambio de experiencias y resultados para mejorar su propia conducta y el funcionamiento de la red.

3.3.3 Objetivo del Aseguramiento y del Control de Calidad

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, todas las actividades del aseguramiento y del control de calidad deben perseguir los siguientes objetivos:

Tabla 3-3: Objetivos del Aseguramiento y del Control de Calidad (PNUMA/OMS, 2002)

- Datos representativos de las condiciones ambientales
- Mediciones exactas y precisas
- Datos comparables y reproducibles
- Resultados trazables con respecto a los patrones meteorológicos
- Mediciones consistentes en el tiempo
- Recolección adecuada de datos

Sin embargo no existen reglas fijas para la elaboración de guías para el aseguramiento y control de la calidad del aire. Eso depende mucho de los equipos al final adquiridos, la configuración de la red del monitoreo así como el manejo de datos obtenidos y de la central de control, temas que todavía no son definidos y que dependen de como se va a organizar la red de monitoreo de aire para Lima y si se va a entregar la red de PROTRANSPORTE en dicha red.

Pero para la adquisición de datos confiables se recomienda adquirir solo equipos que estén certificados por una organización internacional de reconocido prestigio como es el caso de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) o TÜV (Technischer Überwachungs-Verein) de Alemania. Por el reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (DS N° 074 – 2001 PCM) se requiere equipos apropiados por la EPA para que los datos sean aptos para la vigilancia de los estándares de dicho reglamento. En el ámbito local el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA) de México homologan equipos de monitoreo de la calidad del aire.

a. CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una vez que el sistema está en operación se debe hacer visitas regulares en el sitio/estación de monitoreo, por lo menos una vez al mes. En la cual se controla todas las siguientes funciones y se le anota adecuadamente en protocolos pre-establecidos:

Tabla 3-4: Funciones de la visita al sitio (PNUMA/OMS, 2002)

- Revisar todos los datos obtenidos en el registro desde la última visita
- Asegurar el funcionamiento adecuado del equipo
- Realizar controles de calibración y diagnóstico
- Anticipar problemas futuros
- Cambiar filtros y limpiar los tubos colectores
- Instalar y reemplazar el equipo
- Verificar las condiciones externas del sitio

Por el aseguramiento de la calidad de medición es importante calibrar todo los monitores automáticos regularmente. Lo óptimo sería dar una inyección de aire-cero para calibrar el punto cero del equipo y calibrar los equipos con gas de patrón cada día, lamentablemente por restricciones presupuestales no es factible equipar todo los equipos con aparatos que generen aire-cero, ni calibradores para los diversos contaminantes. Por eso se debe buscar

Este concepto de calidad no solamente se refiere a la confiabilidad del valor de contaminación obtenido sino también al tiempo de recuperación de datos (data recovery), es decir, el lapso de tiempo que está colectando valores. Esta segunda parte depende mucho del mantenimiento del equipo y de la planificación de la misma. Lamentablemente el mantenimiento muchas veces es subestimado tanto en tiempo de trabajo como en recursos financieros necesarios. Esto genera que muchas veces los equipos dejen de funcionar antes de su vida útil, lo cual significa una pérdida innecesaria de los recursos eficaces. Por tal motivo, este tema se expone nuevamente en el capítulo del plan de operación de la red de monitoreo.

Para el control de la calidad interna se recomienda un régimen estricto de control de la calidad el cual puede ser aplicado con las normas del ISO 9000, y/o por ser una institución/servicio que trabaja en el medio ambiente por un ISO 14000.

Las normas de ISO 9000 pueden ser una buena guía para el establecimiento de los procesos y documentación del control de la calidad para la red de monitoreo. Se indica en la literatura correspondiente. Al final es decisión del operador y de PROTRANSPORTE si quieren certificar el servicio de operación, administración y mantenimiento de los equipos por ISO, o si les parece suficiente el establecer el control de calidad sin certificarlo al final. La certificación también involucra un costo que se debe cubrir. En el caso del financiamiento por un percentil de pasaje, este último va a ser reflejado en el aumento del mismo.

Con el fin de asegurar la calidad y la confiabilidad de los valores obtenidos por la red de monitoreo se recomienda un control periódico por instituciones externas. Esto podría ser realizado por las entidades privadas las cuales tienen experiencia en operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire; o mejor aún por un intercambio regional con otras entidades estatales como Municipios o Universidades, que operan redes de monitoreo en otras ciudades del Perú y/o en los países vecinos. Esto sirve no solamente para el control de

El Aseguramiento de la calidad:

Sistema de actividades que asegura que las mediciones cumplan las normas de calidad definidas con un nivel establecido de confiabilidad.

Este se refiere a la gestión general de todo el proceso y la gestión que permite datos de una calidad definida como el aseguramiento de la calidad, "mientras el control de calidad se comprende como las actividades realizadas para obtener cierta exactitud y precisión en la medición." (PNUMA/OMS, 2002)

Se entiende que es necesario preparar el plan de aseguramiento y control de la calidad antes que una red de monitoreo de calidad del aire inicie su funcionamiento. La cual incluiría los siguientes ejes principales:

Tabla 3-2: Desarrollo de un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PNUMA/OMS, 2002)

| | |
|--|---|
| Definir los objetivos del monitoreo (Ver capítulo 3.1) | Objetivos relacionados con la calidad de los datos (exactitud, precisión, competitividad, representatividad, comparabilidad). |
| Aseguramiento de la calidad | <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar la red de monitoreo • Seleccionar los sitios (Ver capítulo 3.4). • Seleccionar instrumentos y diseñar un sistema de muestreo (Ver capítulo 3.3) • Desarrollar un programa de capacitación |
| Control de calidad | <ul style="list-style-type: none"> • Preparar protocolos (Procedimientos normalizados de operación y mantenimiento de registros) para la operación en los sitios y para el mantenimiento de los equipos • Perpetrar protocolos para la calibración de los equipos • Preparar un cronograma de visitas al sitio • Preparar los protocolos para la inspección, verificación y validación de datos |
| Evaluación de la calidad | Cronograma para auditorías y reportes. |

La Ilustración 3-1 y la Ilustración 3-2 se han obtenido en las páginas Web de las dos entidades encargadas del tema de la calidad del aire de Suiza. Como se puede observar la información es completamente pública siguiendo la política de informar abiertamente a la ciudadanía sobre el estado de la contaminación del aire. También se puede apreciar que la información está preparada de diferentes maneras:

En la Ilustración 3-1 se pone énfasis en el desarrollo de la contaminación y la información está preparada en un informe mensual que indica los valores de contaminación en el transcurso del mes anterior y lo relaciona con el desarrollo de la misma desde el año 1991 o 1986 dependiendo del contaminante. En la ilustración II-2 se pone más énfasis en la distribución de la contaminación y la información se actualiza cada 4 horas con 40 minutos de retraso.

Para el uso científico de los datos todavía tienen que ser más agregados a las necesidades específicas formuladas por cada estudio. Eso también puede obligar a emplear más estaciones de las empleadas en la red núcleo de PROTRANSPORTE.

Debido a que PROTRANSPORTE está interesado en demostrar el impacto positivo esperado del proyecto de vías segregadas, uno de los fines de la red de monitoreo tiene que ser producir tendencias a mediano plazo que muestren estos efectos. Por esto, y como se menciono anteriormente, es indispensable que la red de monitoreo empiece a funcionar antes que las obras comiencen, de manera que se produzca una línea base con la cual se puedan comparar los resultados posteriores cuando el nuevo sistema esté en operación. En este lugar sería importante mencionar que el impacto del proyecto será limitado y no será fácil de detectar especialmente si la línea base es de un período corto antes que las obras comiencen.

3.3.2 Control de Calidad de la información obtenida

Como ocurre en cualquier investigación y trabajo científico, la calidad de la información obtenida es clave para la credibilidad del estudio. Esto se aplica también en este caso, al estudiar el impacto de la introducción de una red de transporte público con vías segregadas sobre la calidad del aire en Lima, así como en otros estudios que se ejecutarían con los datos obtenidos por la red de monitoreo, ya sea estudios epidemiológicos o de contaminación del aire en general en Lima. Por eso, el control y el aseguramiento de la calidad de la medición tiene que ser una de las prioridades más altas para el operador de la red y su gerencia.

Asimismo está claro que el aseguramiento y el control de la calidad tienen una influencia fuerte en la operación de la red de monitoreo. Todos los procesos de medición influyen de tal manera que se tiene que ver todo como un conjunto.

Razonando sobre los variados esfuerzos de saneamiento atmosférico en el mundo y los miles y miles de estudios ejecutados para entender los efectos de la contaminación del aire, el control de calidad de los datos obtenidos por una red de monitoreo del aire recibe otra importancia: La buena calidad de los datos obtenidos permitirá contrastar los resultados no solamente con los resultados antiguos de la misma ubicación, sino con otros datos de ubicaciones geográficas similares del país, de la región y del mundo. Eso puede enriquecer los estudios propios y mundiales, la cual permitiría sacar conclusiones de otras experiencias para su propia situación sin repetir las mismas mediciones.

En ese sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) formuló sus propias guías para el aseguramiento de calidad dentro de las redes de monitoreo de calidad de aire. En la cual se define:

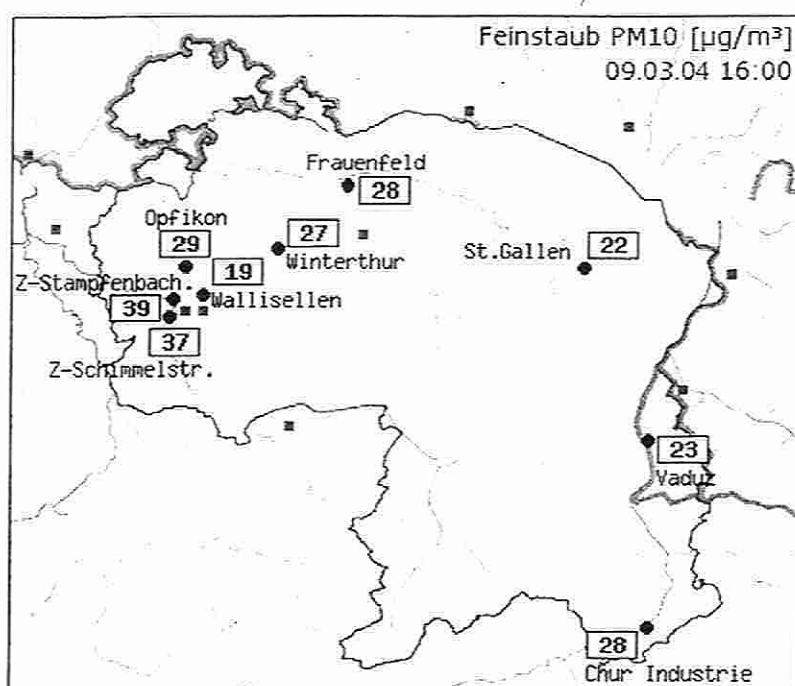


Ilustración 3-2: Mapa de la contaminación de las Partículas Finas (En alemán Feinstaub) PM_{10} a las 16.00 h en 09.03.04 (Cortesía de Ostluft¹, Suiza, <http://www.ostluft.ch/main.php?section=messdaten>)

¹ Ostluft (en alemán Aire del este) es una cooperación del principado de Liechtenstein y los cantones de Suiza: Appenzell-Ausserrhoden, Appenzell-Innerrhoden, Glarus, Sankt.Gallen, Thurgau y Zurich, así como en partes del cantón de los Grisones y Schaffhausen

la red o la entidad que recibe los datos crudos de la red sean capaces de analizar los datos críticamente y generar la información requerida.

Después del control de calidad, los datos tienen que ser agregados en diversos espacios de tiempo por cada contaminante para obtener información temporal sobre el desarrollo de la contaminación del aire. En este sentido, se recomienda preparar información que permita verificar si se está cumpliendo con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire (074 – 2001 – PCM). Esto significa valores de una hora y el promedio aritmético anual para el dióxido de nitrógeno y valores de 24 horas y la media aritmética anual para las partículas finas PM_{10} o $PM_{2.5}$. Los resultados no solamente se deben presentar en cifras sino también en gráficos semanales, mensuales y anuales (Véase Ilustración 3-1), los cuales facilitan la interpretación de la información. Asimismo, los datos tienen que ser trabajados espacialmente para ilustrar la distribución de la contaminación en el ámbito de PROTRANSPORTE y Lima.

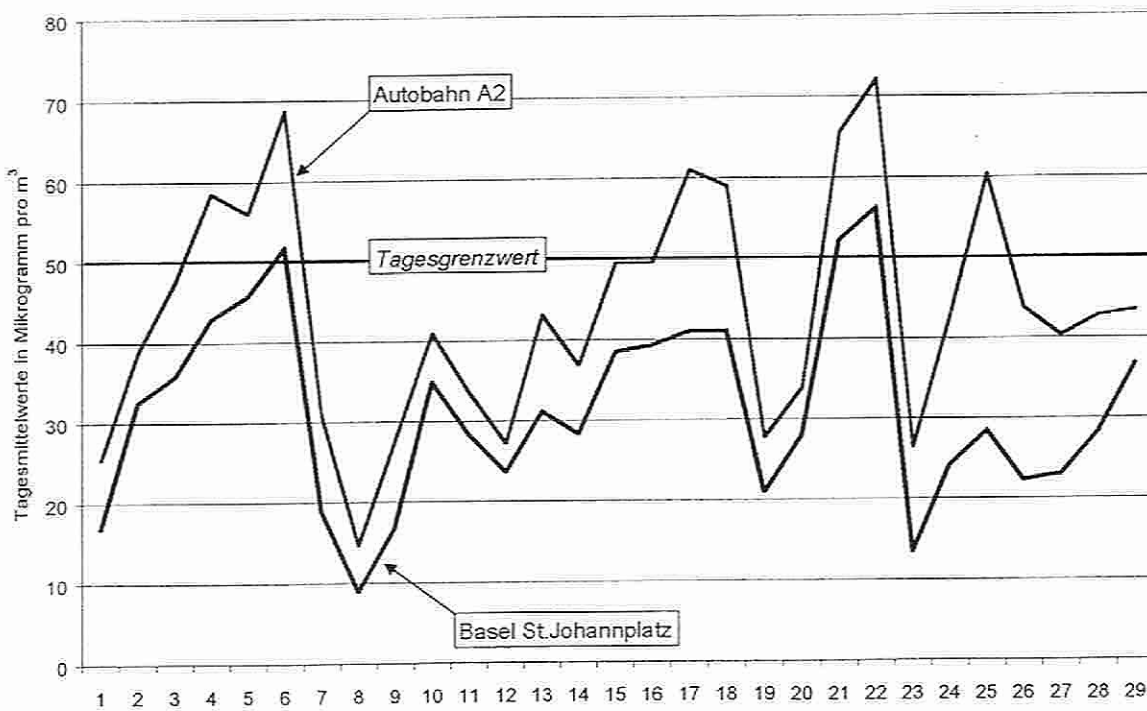


Ilustración 3-1: Ejemplo de Valores de Partículas Finas PM_{10} diarios durante el Mes de Febrero 2004 en Suiza (cortesía de Lufthygieneamt beider Basel, Suiza, Publicado en el Internet: http://www.baselland.ch/docs/bud/lufthygiene/luftbull/2004/LuBu_Feb_2004.pdf)

6.5 CONEXIÓN TELEFÓNICA

En el caso que se decida transmitir los resultados a través de una línea fija y no a través de la red de radio o la red de celular se recomienda fuertemente que la línea sea colocada bajo superficie, como la conexión eléctrica para protegerla de interrupciones accidentales, como corte por vandalismo.

6.6 SEGURIDAD ADICIONAL

Para reforzar la seguridad de la estación se puede contratar un servicio de seguridad electrónica con sensores infrarrojos dentro del contenedor, que son ofrecidos por compañías privadas de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

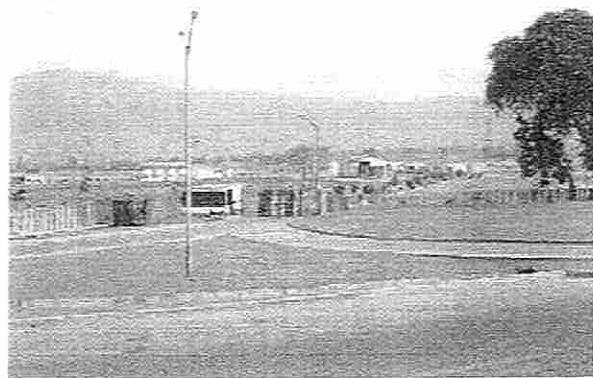
- Keller, M. et al.: Pisa Lima/Callao: EMOD/CMAP, Assumptions and Results, Working Paper, Lima/Berna, 2002, (Swisscontact)
- PNUMA/OMS: Manuales de Metodología de GEMS/Aire. Volumen 1. Aseguramiento de la calidad en el monitoreo de calidad del aire urbano (Traducción del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS)). Lima, 2002, (OPS/CEPIS)
- Banco Mundial: Pollution Prevention and Abatement Handbook, (1998); citado en Curso de Aprendizaje a Distancia, Gestión de la Calidad del Aire en las Ciudades de América Latina, Versión 2.0, 2001 Banco Mundial
- PROTRANSPORTE, Comité de Gestión de la Iniciativa Aire Limpio para Lima-Callao: Propuesta de Operación y Mantenimiento de Red Mínima de Monitoreo de la Calidad de Aire para el Área Metropolitana Lima-Calla. Lima, 2003, (PROTRANSPORTE de Lima, Comité de Gestión de la Iniciativa Aire Limpio para Lima-Callao)
- DIGESA: Calidad del Aire para el Área Metropolitana Lima-Callao. Lima, 2002, (DIGESA, Ministerio de Salud, Presentación)
- Lazy, R., Pedroza, J. L.: Estudio de Saturación, Informe Campaña Verano – Invierno, Conclusiones y Recomendaciones Finales. Lima, 2001 (Presentación, ante del Comité de Gestión de la Iniciativa Aire Limpio para Lima-Callao, Swisscontact)
- Comité de Gestión de la Iniciativa Aire Limpio para Lima-Callao: Plan Integral de Saneamiento Atmosférico Lima – Callao. Corrección 12 de Febrero 2001, Lima, 2001 (Comité de Gestión de la Iniciativa Aire Limpio para Lima-Callao)
- James P. Lodge, Jr. (Editor): Methods of Air Sampling and Analysis. 3rd edition. Michigan, 1988, (Lewis Publishers, Inc.)
- Friedrich, R., Bickel P. (Editores): Environmental External Costs of Transport. Berlin; Berlin, 2001, (Springer Verlag)
- Lufthygieneamt beider Basel: Monatsdaten Luftqualität: Februar 2004. Liestal, http://www.baselland.ch/docs/bud/lufthygiene/luftbull/2004/LuBu_Feb_2004.pdf, 2004, (Lufthygieneamt beider Basel)
- Ostluft: Aktuelle Messwerte (Stundelmittelwerte), <http://www.ostluft.ch/main.php?section=messdaten>, 2004 (Ostluft)
- Programa Aire Puro: Manual de Laboratorio. Centro América, 2001, (COSUDE, Swisscontact)
- McGranahan, Gordon, Murrey Frank (Editores): Air Pollution and Health in rapidly Developing Countries. London; 2003, (Earthscan Publications Ltd.)
- EPA: August 2003 Draft Staff Paper For Particulate Matter Fact Sheet. <http://www.epa.gov/airlinks/pmstaffpaper.pdf>, 2003 (EPA)

- Municipalidad Metropolitana de Lima: Dispone que vehículos automotores que circulan en la provincia de Lima deberán aprobar revisión técnica (Ordenanza N° 506). Lima, 2003. (El Peruano)
- CONAM: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM). Lima, 2001; (CONAM, Serie: Normas Ambientales).
- MTC: Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulan en la red vial (Decreto Supremo N° 047-2001-MTC). Lima, 2001, (El Peruano)
- MTC: Reglamento Nacional de Vehículos (Decreto Supremo N° 058-2003-MTC). Lima, 2003, (El Peruano)
- Schaltegger, St., Burritt, R.: Contemporary Environmental Accounting. Sheffield; 2000, (Greenleaf Publishing Limited).
- Dyllick Th. et al.: Ökologie und Wettbewerbsfähigkeit. Zürich; 1997, (Verl. Neue Zürcher Zeitung)
- Thudium, J. y Kiefer B.: Stichprobenverfahren für Immissionsmessungen unter Verwendung von Daten einer kontinuierlich messenden Referenzstation, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 68, Bern (1987), Bundesamt für Umweltschutz
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): Immissionsmessung von Luftfremdstoffen, Messempfehlungen, (VU-5003-D), Bern (2004), BUWAL
- Council Directive 1999/30/EC: Relating to limit for Sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air, Brussels (29.06.1999), Official Journal of European Communities, página L163/41, L163/60 [EN]
- Winsemius, P., Guntram, U.: A Thousand Shades of Green, Sustainable Strategies for Competitive Advantage. London; (Earthscan Publications Ltd.)

ANEXO 1: SITIOS PROTRANSPORTE

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|----------------------|---|
| Ubicación | Planta de Tratamiento de Agua (Consortio Agua Azul) |
| Abreviación, Código: | EMA 1 (A-1) |
| Altitud: | 350 m |
| Localización: | Carretera Canta km 26.5 |
| Coordenadas: | S11°49'29.2" W076°59'41.3" |



| | |
|--|---|
| Características del Sitio (Contacto: Ketabinto: +51 (1) 517 2019) | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Zona rural (Nivel social: medio) |
| Descripción: | Planta de Tratamiento de Agua. Campo con poco Tráfico. Contaminación difusa por la ciudad (Transporte). No hay un emisión directa. Sin edificios. |

| | |
|-------------------------------|---|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | Bajo, durante la semana 3 unidades/minutos Fin de semana: Tráfico de Recreo |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 40 km/h |
| Repartición | Durante la semana mayormente camiones y buses, fin de semana: tráfico privado en carros |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 200 m |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|----------------------|--|
| Ubicación | Planta de Tratamiento de Agua (Consortio Agua Azul) |
| Abreviación, Código: | EMA 2 (A-2) EMA 3 (A-2) |
| Altitud: | 400 m |
| Localización: | Carretera Canta km 32 |
| Coordenadas: | EMA 2: S11°48'14.3" W076°59'25.9" EMA 3: S11°48'31.7" W076°59'37.0" |



| | |
|--|---|
| Características del Sitio (Contacto: Ketabinto: +51 (1) 517 2019) | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Zona rural (Nivel social: Medio) |
| Descripción: | Zona de Bombeo de Agua en el campo sin casas alrededor. Ideal para una referencia sin influencia de tráfico particularmente. Seguridad garantizada por cerco de cemento. Sin Edificios. |

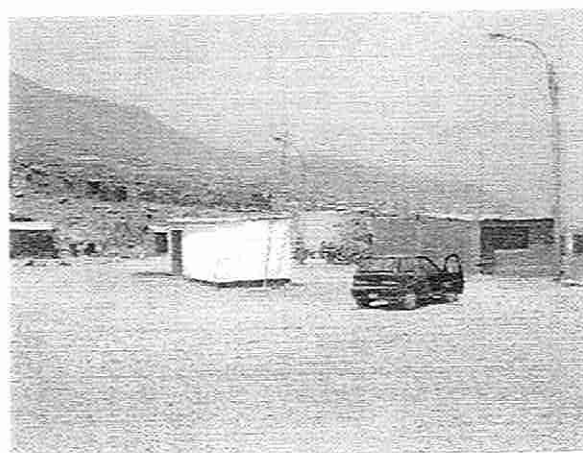
| | |
|-------------------------------|---|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | Bajo, durante la semana 3 unidades/minutos Fin de semana: Tráfico de Recreo |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 50 km/h |
| Repartición | Durante la semana mayormente camiones y buses, fin de semana: Tráfico privado en carros |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 500 m |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|--|
| Ubicación | Torre Blanca |
| Abreviación, Código: | EMA 4 (A-3) |
| Altitud: | 370 m |
| Localización: | Anexo 11 San Antonio Prov. Huarochiri. Dist. San Antonio |
| Coordenadas: | S11°51'05.9" W076°59'31.8" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel social: baja) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Plaza, Urbanización Nuevo (Pueblo Joven), Sin Tráfico, Cerca de Vueltas de Micros. Terrenos no cubiertos 90%. Edificios 1 piso. |

Tráfico:

| | |
|------------------------|--------------------|
| Cantidad: | 1 Micro/ 5 Minutos |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | n/a |

Localización del equipo

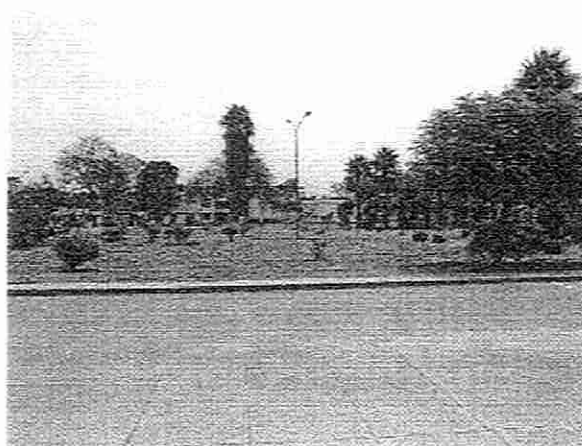
| | |
|----------------------------|----------------------------------|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 400 m Hasta la Carretera a Canta |

Existencia del Equipo

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|---|
| Ubicación | Urb. Santa Isabel |
| Abreviación, Código: | EMA 5 (A-4) |
| Altitud: | 200 m |
| Localización: | Parque Chimbote, Urb. Santa Isabel, Dist. Comas |
| Coordenadas: | S11°54'13.1" W077°02'12.6" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel social medio) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parque residencial con una Bomba de Agua en el Centro. Terrenos no cubiertos: 25%. Edificios: 2-3 pisos |

| | |
|------------------------|---|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | Bajo, Residencial |
| Horas Picos: | 7.30-09.30 am, 17.00-21.00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 30km/h en la Avenida, a la espalda (1 Cuadra) |
| Repartición | 50% privado, 50% Combis y Coasters |

| | |
|--------------------------------|--|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 50 m hasta la Av. San Felipe Cuadra 5 y 300m hasta Túpac Amaru |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|----------------------|-----------------------------------|
| Ubicación | Parque Sinchi Roca de Comas (MML) |
| Abreviación, Código: | EMA 6 (A-5) |
| Altitud: | 160 m |
| Localización: | Av. Universitaria |
| Coordenadas: | S11°55'17.0" W077°03'00.9" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Zona rural (Nivel social medio) |
| Descripción: | Gran Parque Municipal: Sinchi Roca. Sería para buscar un sitio apropiado adentro. Terrenos no cubiertos: 0%. Sin edificios. |

| | |
|------------------------|------------------------------------|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | Mediana en la Av. Universitaria |
| Horas Picos: | 07.30-9.30 am, 17.00-21.00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 50 km/h en Av. Universitaria |
| Repartición | 40% privado, 60% Combis y Coasters |

| | |
|--------------------------------|--|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | Entrada principal: 70 m de Av. Universitaria |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|---|
| Ubicación | Payet |
| Abreviación, Código: | EMA 7 (A-6) EMA 8 (A-6) |
| Altitud: | 365 m |
| Localización: | Bella Vista 2ª Etapa, Distrito: Independencia EMA 7: Mas Alta, EMA 8: Posta de Salud 4 de Nov. |
| Coordenadas: | EMA 7: S11°57'50.1" W077°02'01.3" EMA 8: S11°58'00.6" W077°02'14.8" |



| Características del Sitio | |
|---------------------------|--|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social: Bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Barrio Alto, casi a la cumbre. EMA 7: sin tráfico, EMA 8: Con Combis. Terrenos no cubiertos: 90%. Edificios: 1 piso |

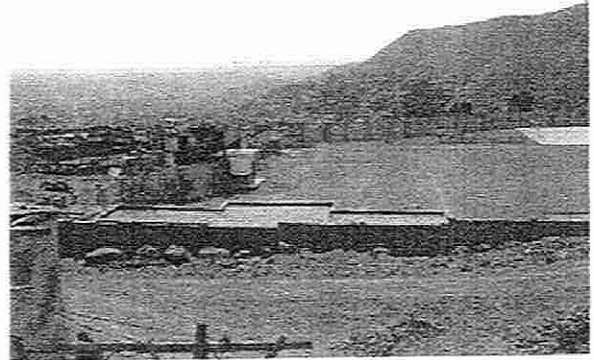
| Tráfico: | |
|------------------------|--------------------------|
| Cantidad: | EMA 8: 1 vehículo/minuto |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 10 km/h |
| Repartición | 50% Combis, 50% Taxis |

| Localización del equipo | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | Distancia hasta Av. Túpac Amaru 1 km |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|----------------------|--|
| Ubicación | Estadio Tahuantinsuyo |
| Abreviación, Código: | EMA 9 (A-7) |
| Altitud: | 300 m |
| Localización: | Asentamiento Humano 27 de Marzo, Dist. Independencia |
| Coordenadas: | S11°58'49.1" W077°02'10.5" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social: Bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Asentamiento Humano, Casi ningún tráfico. Terrenos no cubiertos: 75%. Edificios: 1 piso |

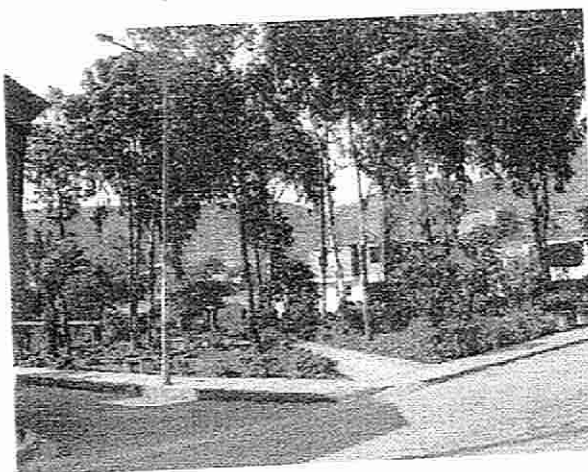
| | |
|------------------------|-----|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | n/a |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | n/a |

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 1 km Av. Túpac Amaru |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|--|
| Ubicación | Urb. Tahuantinsuyo |
| Abreviación, Código: | EMA 10 (A-8) EMA 11 (A-8) |
| Altitud: | EMA 10: 200m, EMA 11: 205 m |
| Localización: | Parque, Urb. Tahuantinsuyo 3ª Zona, Cl. Huarcoondo, Cl. Clares |
| Coordenadas: | EMA 10: S11°58'55.6" W077°02'31.7" EMA 11: S11°58'05.8" W077°02'34.9" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel social: medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parques en Zona Residencial. Terrenos no cubiertos: 25%. Edificios: 2-3 pisos |

Tráfico:

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Cantidad: | 1 unidad / minuto en la calle cercana |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | Principalmente Micros |

Localización del equipo

| | |
|----------------------------|---|
| Altura desde Suelo: | |
| Distancia de la carretera: | 1 km Av. Túpac Amaru, 1 Cuadra de la subida de tránsito normal. |

Existencia del Equipo

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|--|
| Ubicación | Urb. Tahuantinsuyo |
| Abreviación, Código: | EMA 12 (A-9) |
| Altitud: | 168 m |
| Localización: | Parque, Urb. Tahuantinsuyo 3ª Zona, Av. Antisuyo |
| Coordenadas: | S11°58'59.5" W077°02'42.9" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social. Medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parque con Nido, Zona Residencial. Terrenos no cubiertos: 50%. Edificios: 1-3 pisos |

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | 1 unidad / minuto en la calle cercana |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | Principalmente Micros |

| | |
|--------------------------------|---|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 1 km Av. Tupac Amaru, 1 Cuadra de la subida tránsito normal |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Ubicación | Parque Cauchez |
| Abreviación, Código: | EMA 13 (A-10) |
| Altitud: | 198 m |
| Localización: | Parque, Urb. Tahuantinsuyo 3ª Zona |
| Coordenadas: | S11°58'49.8" W077°02'41.2" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel social: Medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parque Centro Deportivo, Residencial con tránsito residencial en el alrededor. Terrenos no cubiertos: 50%. Edificios: 1-3 pisos |

Tráfico:

| | |
|------------------------|--|
| Cantidad: | 3 vehículos / minuto en la calle cercana |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | Principalmente Micros |

Localización del equipo

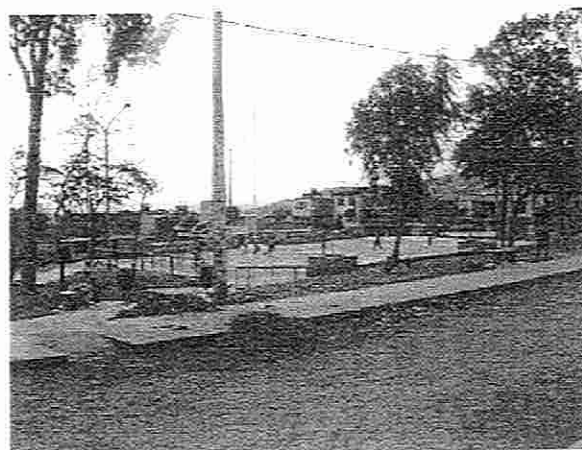
| | |
|----------------------------|---|
| Altura desde Suelo: | |
| Distancia de la carretera: | 1 Cuadra de dos Avenidas con regular tránsito |

Existencia del Equipo

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|--|
| Ubicación | Parque Huascar |
| Abreviación, Código: | EMA 14 (A-11) |
| Altitud: | 150 m |
| Localización: | Parque, Urb. Tahuantinsuyo 2da Zona |
| Coordenadas: | S11°58'41.8" W077°02'51.6" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel social: Medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parque residencial con tránsito de residencia a la espalda. Terrenos no cubiertos: 50%. Edificios 1-3 pisos |

| | |
|------------------------|---|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | 3 vehiculos/ minuto en la calle cercana |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 22 km/h |
| Repartición | Principalmente transporte público |

| | |
|--------------------------------|---|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 1 Cuadra hasta Calle con tránsito de acceso |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-----------------------------|--|
| Ubicación | Parque Atahualpa |
| Abreviación, Código: | EMA 15 (A-12) |
| Altitud: | 160 m |
| Localización: | Frente a la Comisaría Tahuantinsuyo |
| Coordenadas: | S11°58'48.1" W077°02'56.4" |



| | |
|----------------------------------|---|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social: Medio) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Zona Residencial. Tráfico en una distancia de 1 cuadra. Terrenos no cubiertos: 20% Edificios: 1-2 pisos |

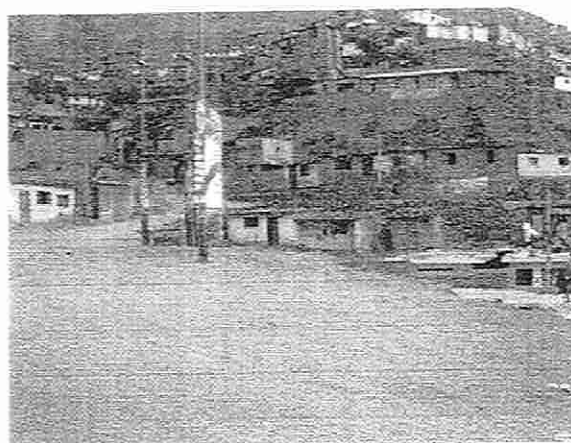
| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | 2 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | n/a |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 1 Cuadra de una calle poco transitada. 500 m de Av. Túpac Amaru |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Ubicación | Ermitaño |
| Abreviación, Código: | EMA 16 (A-13) |
| Altitud: | 247 m |
| Localización: | HH. San Juan de Dios Manzana E Lt1 |
| Coordenadas: | S12°00'03.1" W077°02'23.7" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social: Bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Plaza de Vuelta de Buses. Terrenos no cubiertos: 65%. Edificios 1-2 pisos |

Tráfico:

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Cantidad: | 2 Coasters por 5 minutos |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 10 km/h |
| Repartición | n/a |

Localización del equipo

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 1.5 km hasta Av. Túpac Amaru |

Existencia del Equipo

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Ubicación | Campu Maru de la U |
| Abreviación, Código: | EMA 17 (B-1) |
| Altitud: | 10 m |
| Localización: | Panamericana Sur km 36 |
| Coordenadas: | S12°16'50.6" W076°53'37.7" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Punto de referencia (cero), 50 m al lado del mar en el sur de la ciudad (en el sotavento de la ciudad). Terrenos no cubiertos: 50%. Sin edificios |

| | |
|------------------------|---|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | Ningun tráfico. En la Panamericana Sur si hay |
| Horas Picos: | En verano fin de semana alta por el gente que se va a la playa |
| Velocidad del tráfico: | 100 km/h |
| Repartición | Domingo (verano): 95% privado, 5% buses y Camiones Durante la semana laboral: 33% privado, 33% buses, 33% Camiones |

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 200 m de la Panamericana Sur |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|---|
| Ubicación | SETEPAL |
| Abreviación, Código: | EMA 18 (B-2) |
| Altitud: | 75 m |
| Localización: | Planta de Agua Servida 5.6 km en el Este (e) de Lurin |
| Coordenadas: | S12°17'34.8" W076°49'13.2" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Punto de referencia (cero), en el sur de la ciudad (en el sotavento de la ciudad) Terrenos no cubiertos: 98%. Sin Edificios |

Tráfico:

| | |
|------------------------|-----|
| Cantidad: | n/a |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | n/a |

Localización del equipo

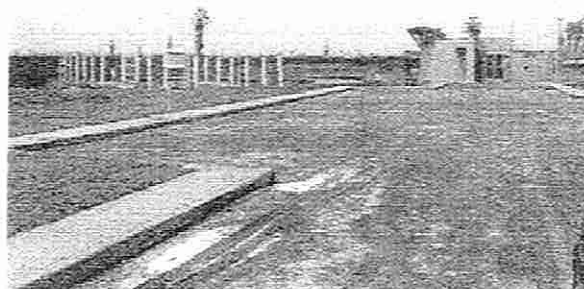
| | |
|-------------------------------|-----|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | n/a |

Existencia del Equipo

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|---|
| Ubicación | Pantanos de Villa |
| Abreviación, Código: | EMA 19 (B-3) |
| Altitud: | 10 m |
| Localización: | Parque Ecológico, Pantanos de Villa, Dist. Chorrillos |
| Coordenadas: | S12°12'38.4" W076°59'18.0" |



| | |
|----------------------------------|---|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Punto de referencia (cero, en el sur de la ciudad (en el sotavento de la ciudad), con tráfico de la Panamericana antigua, por lo tal ya tiene influencia. Terrenos no cubiertos: 20%. Sin edificios |

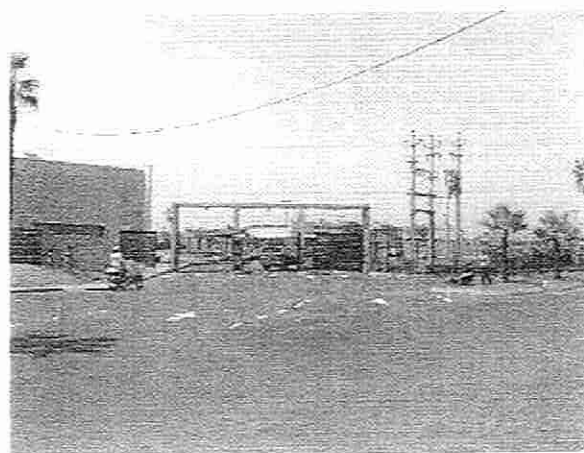
| | |
|-------------------------------|---|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | 5 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | En verano fin de semana alta por la gente que se va a la playa. Carretera con tráfico de acceso a zona residencial |
| Velocidad del tráfico: | 50 km/h |
| Repartición | Domingo (verano): 95% privado, 5% buses y Camiones Durante la semana laboral: 33% privado, 33% buses, 33% Camiones |

| | |
|-----------------------------------|------|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | |
| Distancia de la carretera: | 50 m |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Ubicación | Club del Golf Villa |
| Abreviación, Código: | EMA 20 (B-4) |
| Altitud: | 10 m |
| Localización: | Av. H. del Valle |
| Coordenadas: | S12°12'59.6" W077°00'10.6" |



| | |
|----------------------------------|---|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social: Alta) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Punto de referencia (cero), en el sur de la ciudad (en el sotavento de la ciudad), dentro de una zona residencial, por eso ya tiene influencia de tráfico. Terrenos no cubiertos: 25%. Edificios: 1-2 pisos |

| | |
|-------------------------------|------------------------|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | 1 vehículo / 5 minutos |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 15 km/h |
| Repartición | Principalmente privado |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 1.85 km hasta la Panamericana Sur antigua |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input checked="" type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|--|
| Ubicación | Plaza Grau |
| Abreviación, Código: | EMA 21 (B-5) EMA 22 (B-5) |
| Altitud: | 150 m |
| Localización: | Plaza Grau |
| Coordenadas: | EMA 21: S12°03'24.6" W077°02'08.1" EMA 22: S12°03'22.9" W077°02'08.8" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | <input checked="" type="checkbox"/> Centro Urbano (Nivel social: Medio – Bajo) <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Plaza Grau, en el parque, en el centro del "Ovalo" con alto tráfico, Centro de la ciudad. Terrenos no cubiertos: 0%. Edificios >4 pisos |

Tráfico:

| | |
|------------------------|--|
| Cantidad: | 100 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | 08.30-10.00 am, 17.00-21.00pm |
| Velocidad del tráfico: | 15 km/h |
| Repartición | Casi solo automóviles. 5% Transporte público |

Localización del equipo

| | |
|----------------------------|---|
| Altura desde Suelo: | 95% vehiculos privados, 5% Transporte Público |
| Distancia de la carretera: | 20 m |

Existencia del Equipo

| | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Ubicación | Cl. Lampa |
| Abreviación, Código: | EMA 23 (B-6) |
| Altitud: | 150 m |
| Localización: | Cl Lampa |
| Coordenadas: | S12°03'14.8" W077°02'02.4" |



| Características del Sitio | |
|---------------------------|--|
| Categoría: | <input checked="" type="checkbox"/> Centro Urbano (Nivel Social: Medio-Bajo) <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Alto tráfico en la calle misma. Influencia directa del tráfico. Terrenos no cubiertos: 0%. Edificios: 1-4 pisos |

| Tráfico: | |
|------------------------|----------------------------------|
| Cantidad: | 50 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | 8.30 -10.00 am, 17.00 - 21.00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 40 km/h |
| Repartición | Principalmente Tráfico Privado |

| Localización del equipo | |
|-------------------------------|-----|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 2 m |

| Existencia del Equipo | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|------------------------------|
| Ubicación | Emancipación |
| Abreviación, Código: | EMA 24 (B-7) |
| Altitud: | 180 m |
| Localización: | Cl. Emancipación Cuadra 3 |
| Coordenadas: | n/a (Poor GPS Coverage) |



| Características del Sitio | |
|---------------------------|--|
| Categoría: | <input checked="" type="checkbox"/> Centro Urbano (Nivel social: medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Alto tráfico en la calle misma. Influencia directa del tráfico. Terrenos no cubiertos: 0%. Edificios: 1-6 pisos |

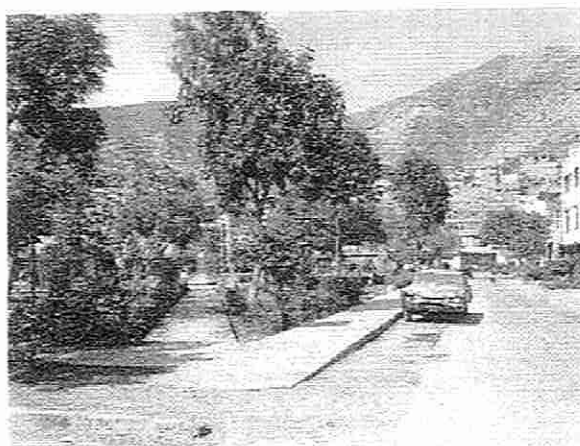
| Tráfico: | |
|------------------------|----------------------------------|
| Cantidad: | 30 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | 8.30 -10.00 am, 17.00 - 21.00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 20 km/h |
| Repartición | Principalmente Tráfico Privado |

| Localización del equipo | |
|-------------------------------|-----|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 0 m |

| Existencia del Equipo | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|---|
| Ubicación | Parque Viejo (Independencia) |
| Abreviación, Código: | EMA 25 (B-8) |
| Altitud: | 120 m |
| Localización: | Asociación de Vivienda de Choferes José Galvez (Pq Viejo, Pq Mariscal Cáceres) |
| Coordenadas: | S12°00'28.5" W077°03'04.5" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social: Medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parque en zona residencial. Terrenos no cubiertos 75%. Edificios: 1-2 pisos |

Tráfico:

| | |
|------------------------|-----|
| Cantidad: | n/a |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | n/a |

Localización del equipo

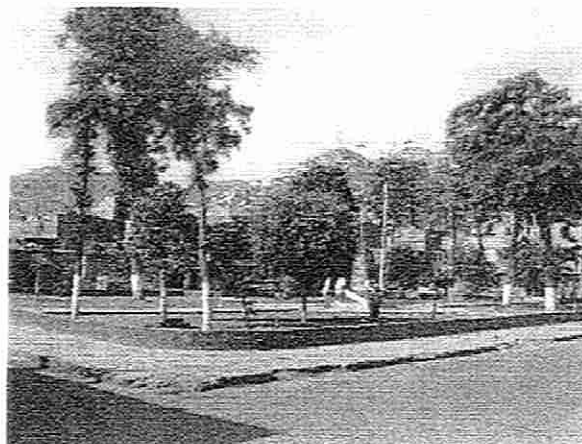
| | |
|----------------------------|--|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 2 cuadras atrás Av. Túpac Amaru "al costado" de Hipermercado Metro |

Existencia del Equipo

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|------------------------------------|
| Ubicación | Los Nogales (Independencia) |
| Abreviación, Código: | EMA 26 (B-9) |
| Altitud: | 100 m |
| Localización: | Los Nogales (Parque 7 de Junio) |
| Coordenadas: | S11°59'55.9" W077°03'14.7" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel social: medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parque: Terrenos no cubiertos: 25% Edificios 1-3 pisos |

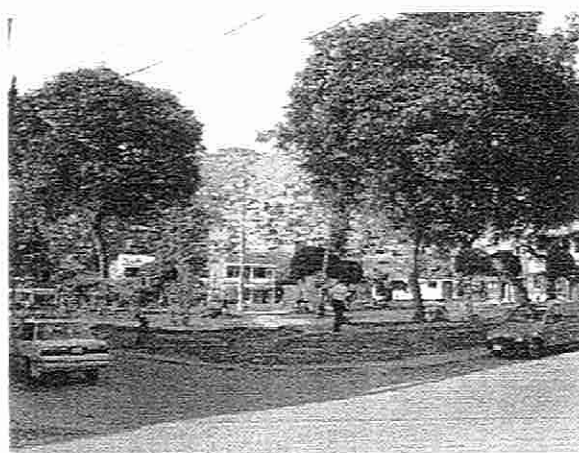
| | |
|------------------------|--|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | En Av. Túpac Amaru alta tráfico |
| Horas Picos: | 8.30 -10.00 am, 17.00 - 21.00 pm (Av. Túpac Amaru) |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | n/a |

| | |
|--------------------------------|--|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 1 Cuadra a la espalda de Av. Túpac Amaru |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|---|
| Ubicación | Parque Micaela Bastidas |
| Abreviación, Código: | EMA 27 (B-10) |
| Altitud: | |
| Localización: | Parque Micaela Bastidas Ermitaño, Independencia |
| Coordenadas: | S11°59'55.2" W077°03'05.7" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social: Medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parque Residencial, sin tráfico. Contaminación difusa. Terrenos no cubiertos: 25%. Edificios: 1-3 pisos |

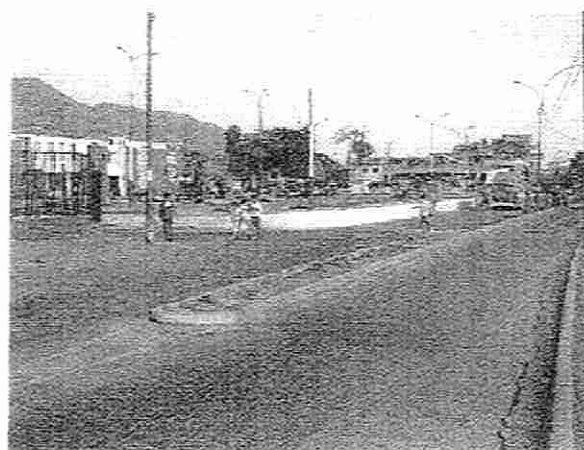
| | |
|------------------------|-----|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | n/a |
| Horas Picos: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición | n/a |

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 500 m de la Av. Túpac Amaru |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|--|
| Ubicación | Municipalidad Independencia |
| Abreviación, Código: | EMA 28 (B-11) |
| Altitud: | 90 m |
| Localización: | Municipalidad Independencia, Av. Túpac Amaru |
| Coordenadas: | S11°59'48.1" W077°03'18.0" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input checked="" type="checkbox"/> Centro Urbano (Nivel social: medio bajo) <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Al lado de la Túpac Amaru, Contaminación directa. Puede ser en la playa de la policía. Terrenos no cubiertos: 50%. Edificios: 1-2 pisos |

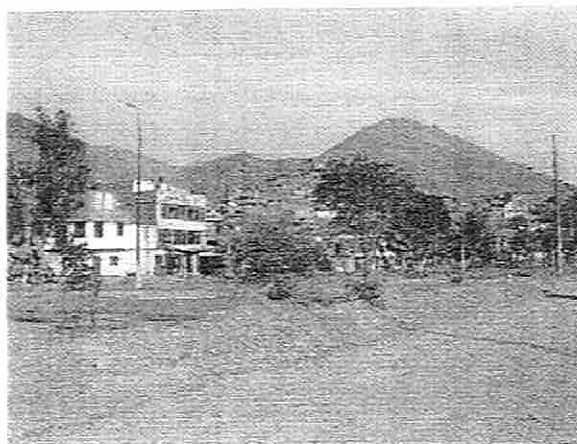
| | |
|------------------------|--|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | 25 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | 08.00 – 09.30 horas, 17.00 – 21.00 horas |
| Velocidad del tráfico: | 30 km/h |
| Repartición | 70% Micro, Coaster, Buses, 30% privado |

| | |
|--------------------------------|-----|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | 5 m |
| Distancia de la carretera: | 3 m |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Ubicación | Tahuantinsuyo 1ª zona |
| Abreviación, Código: | EMA 29 (B-12) |
| Altitud: | 80 m |
| Localización: | Tahuantinsuyo 1ª zona |
| Coordenadas: | S11°59'11.2" W077°03'25.9" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel social: medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Al Lado de la Tupac Amaru. Fase de Aceleración. Terrenos no cubiertos: 75%. Edificios: 1-2 pisos |

Tráfico:

| | |
|------------------------|--|
| Cantidad: | 25 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | 08.00 – 09.30 horas, 17.00 – 21.00 horas |
| Velocidad del tráfico: | 45 km/h |
| Repartición | 65% Transporte público, 5% Transporte pesado, 30% Transporte privado |

Localización del equipo

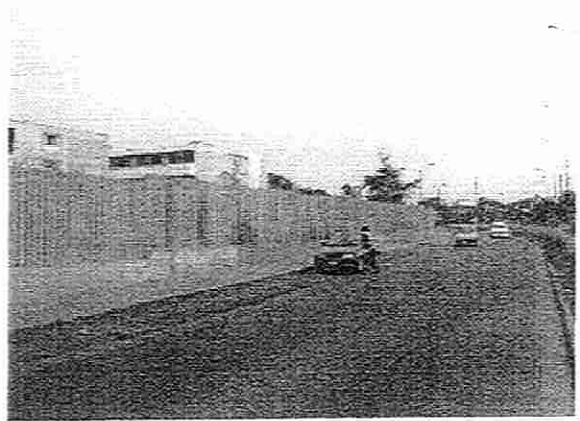
| | |
|----------------------------|------|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 15 m |

Existencia del Equipo

| | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Ubicación | UNI Puerta 5 |
| Abreviación, Código: | EMA 30 (B-13) |
| Altitud: | 125 m |
| Localización: | Facultad Ing. Industrial |
| Coordenadas: | S12°01'01.2" W077°03'03.9" |



Características del Sitio

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel social: medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Al costado de la Av. Túpac Amaru con alto tráfico. Terrenos no cubiertos: 50%. Edificios: 1-3 pisos |

Tráfico:

| | |
|------------------------|--|
| Cantidad: | 50 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | 08.00 – 09.30 horas, 17.00 – 21.00 horas |
| Velocidad del tráfico: | 45 km/h |
| Repartición | 70% Transporte público, 5% Transporte pesado, 25% Transporte privado |

Localización del equipo

| | |
|----------------------------|------|
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 10 m |

Existencia del Equipo

| | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input type="checkbox"/> Monitor UV | |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Ubicación | Parque del Trabajo |
| Abreviación, Código: | EMA 31 (B-14) |
| Altitud: | 120 m |
| Localización: | Av. Caquetá |
| Coordenadas: | S12°01'50.6" W077°02'42.6" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input type="checkbox"/> Centro Urbano <input checked="" type="checkbox"/> Zona Residencial (Nivel Social: Medio-bajo) <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Parque al lado de Avenida con alto tráfico. Terrenos no cubiertos: 50%. Edificios: 1-3 pisos |

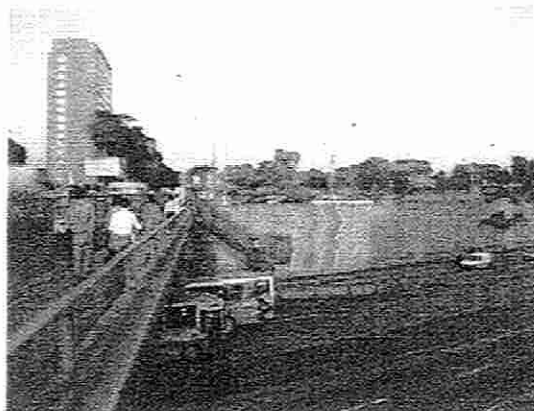
| | |
|------------------------|--|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | 30 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | 08.00 – 09.30 am, 17.00 – 21.00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 35 km/h |
| Repartición | 70% Transporte público, 30% Transporte privado |

| | |
|--------------------------------|------|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 10 m |

| | |
|---|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] <input type="checkbox"/> Sensor Draeger <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno <input checked="" type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] <input type="checkbox"/> Monitor <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] <input type="checkbox"/> Tubos pasivos <input type="checkbox"/> Monitor UV | <input type="checkbox"/> Medición del pH |

Sitios Red de Monitoreo Calidad de Aire Lima (PROTRANSPORTE)

| | |
|-------------------------|--|
| Ubicación | Parque de Reducto |
| Abreviación, Código: | EMA 32 (C-1) |
| Altitud: | 90 m |
| Localización: | Esquina Av. Benavides y Vía Expresa |
| Coordenadas: | S12°07'32.7" W077°01'24.2" |



| | |
|----------------------------------|--|
| Características del Sitio | |
| Categoría: | <input checked="" type="checkbox"/> Centro Urbano (Nivel Social: Medio-alto) <input type="checkbox"/> Zona Residencial <input type="checkbox"/> Zona rural |
| Descripción: | Punto de cruce de dos avenidas con alto tránsito. Terrenos no cubiertos: 0%. Edificios: 1-10 pisos |

| | |
|------------------------|---|
| Tráfico: | |
| Cantidad: | 100 vehículos / minuto |
| Horas Picos: | 08.00 – 09.30 am, 17.00 – 21.00 pm |
| Velocidad del tráfico: | Av. Benavides: 17 km/h Vía Expresa: 70 km/h |
| Repartición | Av Benavides: 70% Transporte Publico, 30% Transporte privado Vía Expresa: 90% Transporte privado, 10% Transporte Publico |

| | |
|--------------------------------|------|
| Localización del equipo | |
| Altura desde Suelo: | n/a |
| Distancia de la carretera: | 15 m |

| | |
|--|---|
| Existencia del Equipo | |
| <input type="checkbox"/> TPS | <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono [CO] |
| <input checked="" type="checkbox"/> PM ₁₀ | <input type="checkbox"/> Sensor Draeger |
| <input type="checkbox"/> Partículas de Polvo | <input type="checkbox"/> Monitor IR |
| <input type="checkbox"/> Plomo [Pb] | <input type="checkbox"/> Dióxido de azufre [SO ₂] |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno | <input type="checkbox"/> Monitor |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monitor | <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos |
| <input type="checkbox"/> Tubos Pasivos | <input type="checkbox"/> Medición del pH |
| <input type="checkbox"/> Ozono [O ₃] | |
| <input type="checkbox"/> Tubos pasivos | |
| <input type="checkbox"/> Monitor UV | |

ANEXO 2: SITIOS DE MEDICION PROTRANSPORTE.

Red de Monitoreo de Calidad de Aire para Lima

Lima, Mayo 2004

Ing. Roland Klepel

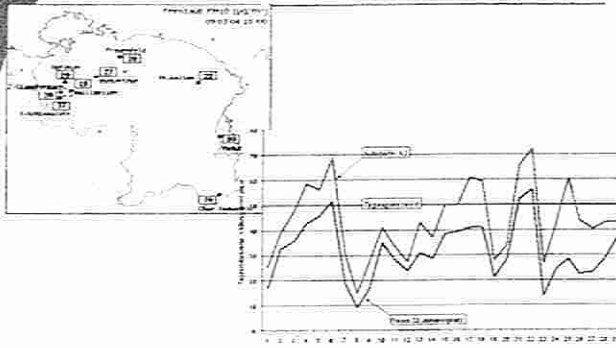
Lima, 01 de abril 2004

Prioridades para PROTRANSPORTE

Producir datos fiables para medir el impacto en la calidad de aire por el proyecto de PROTRANSPORTE

Generar datos que permite mejorar la modelación de la mitigación de la contaminación de aire por este proyecto.

Forma de Información



Contaminantes

| Contaminante | Efectos | Fuentes Principales |
|---|--|--|
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | Enfermedades en el sistema respiratorio Daña en múltiples formas la fauna y sistemas ecológicos sensibles Daña construcciones y materiales | Se emite cuando el combustible con contenido de azufre, es quemado. El Diesel vendido en el Perú tiene un alto contenido de azufre (hasta 7000 ppm). Fuentes: Industria, Transporte |
| PM ₁₀ | Enfermedades en el sistema respiratorio Aumenta la susceptibilidad prematura y el riesgo cancerígeno | Se emite por procesos de producción industrial y comercial y procesos de combustión en general Fuentes: Industria y Comercio, Tráfico (Motores a Diesel) |
| Monóxido de Carbono (CO) | Tóxico respiratorio para niños y animales de carga asfáltica. | Se emite por combustión incompleta de combustible Fuentes: Tráfico |
| Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) | Enfermedades en sistema respiratorio Daña en múltiples formas la fauna y sistemas ecológicos sensibles en conjunto con otros contaminantes Fertilización excesiva de sistemas ecológicos | Se emite por combustión incompleta de combustible, especialmente con una temperatura de combustión alta. Fuentes: Tráfico |

Contaminantes

| | | |
|---|---|--|
| Ozono (O ₃) | Afecta al sistema respiratorio Daña la fauna, reduce el crecimiento de las plantas y aumenta el riesgo de enfermedades en vulnerabilidad por enfermedades | Principal contaminante secundario, que se forma a base del NO ₂ y COV's con radiación solar |
| Hierro (Fe) | Prejudica la formación de la sangre y el crecimiento de los niños Daña la flora y fauna Empobrecimiento en cadenas alimenticias Irregularidad en la fertilidad del suelo | Se emite por el uso de gasolina a plomo, por incineración de basura, durante la aplicación de anticorrosivos Fuentes: Tráfico, incineración de basura, depósitos de plomo |
| Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) | Olor tóxico a "huevos podridos". Daños neurológicos, neurotóxicos y del carácter por concentraciones bajas a través de agua. | Se genera en procesos químicos, fundiciones, refinación de petróleo. Además se emite en fábricas de harina de pescado. Fuentes: fábricas químicas, fundiciones, refinación, fábricas de harina de pescado |
| PM ₁₀ | Ver PM ₁₀ | Ver PM ₁₀ |
| PTS | Prejudico del suelo, fauna y - a través de la cadena alimenticia - del hombre por los metales pesados y fibras/arsenos que se contiene en el polvo. | Se emite por procesos de producción industrial y comercial y procesos de combustión en general Fuentes: Industria y Comercio, Tráfico (Motores a Diesel) |

Prioridad de Medición

1ª Prioridad

- PM 2.5 y/o PM 10
- NO₂


2ª Prioridad

- Ozono

3ª Prioridad

- SO₂, CO, Pb

Planta de Tratamiento de Agua (Consortio Agua Azul)




| | | |
|---------------|-------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | A-1 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 210 m | Otros: |
| Localización: | Carretera Costa km 12.5 | |

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | Zona rural (Nivel social medio) |
| Descripción: | Planta de Tratamiento de Agua. Cuenta con para Tráfico Controlado en la zona por la ciudad (Tráfico) de la zona con un tráfico. Sin edificios. |

| | |
|------------------------|--|
| Cantidad: | Eje durante la semana 1 instalación completa |
| Horas Pico: | Fin de semana. Tráfico de Retorno |
| Velocidad del tráfico: | 10 km/h |
| Repartición: | Desde la zona rural mayormente a usuarios y buses. Sin de semana. Tráfico a prueba en campo. |

PA

Planta de Tratamiento de Agua (Consortio Agua Azul)




| | | |
|---------------|-----------------------|-----------------|
| Abreviatura: | A-1 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 410 m | Otros: |
| Localización: | Carretera Costa km 12 | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Zona rural (Nivel social Medio) |
| Descripción: | Zona de Bombeo de Agua en el campo sin zonas agrícolas. Ideal para una vivienda con edificios de tráfico permanente. Seguridad garantizada por cerco de cemento. Sin edificios. |

| | |
|------------------------|--|
| Cantidad: | Eje durante la semana 1 instalación completa |
| Horas Pico: | Fin de semana. Tráfico de Retorno |
| Velocidad del tráfico: | 10 km/h |
| Repartición: | Desde la zona rural mayormente a usuarios y buses. Sin de semana. Tráfico a prueba en campo. |

PA

Torre Blanca



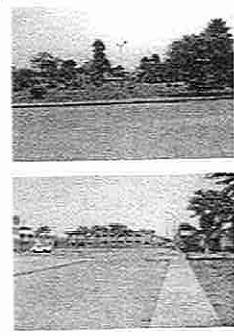
| | | |
|---------------|--|-----------------|
| Abreviatura: | A-1 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 270 m | Otros: |
| Localización: | Avenida 11 San Andrés Paseo Huancabamba, Dist. San Andrés | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel social medio) |
| Descripción: | Plaza, Urbanización Nuevo Pueblo Nuevo, Sin Tráfico. Cerca de Vialidad de Maíz. Tráfico en caliente 100%. Edificios 1 piso. |

| | |
|------------------------|---------------------|
| Cantidad: | 1 Milla / 1 Muestra |
| Horas Pico: | 10h |
| Velocidad del tráfico: | 10h |
| Repartición: | 10h |

PA

Urb. Santa Isabel




| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | A-4 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 200 m | Otros: |
| Localización: | Parque Clubes, Urb. Santa Isabel, Dist. Comas | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel social medio) |
| Descripción: | Parque residencial con una tienda de Agua en el Centro. Terrazas en caliente. 100% Edificios 2-3 pisos. |

| | |
|------------------------|--|
| Cantidad: | Eje, Residencial |
| Horas Pico: | 7:30-9:30 am, 17:30-21:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | Alto en la Avenida a la espalda (1 Cuadro) |
| Repartición: | 100% privado, 100% Comas y Cuatreci. |

PA

Parque Sinchi Roca de Comas (MML)




| | | |
|---------------|-----------------|-----------------|
| Abreviatura: | A-1 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 145 m | Otros: |
| Localización: | Av. Huancabamba | |

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | Zona rural (Nivel social medio) |
| Descripción: | Gran Parque Municipal. Sin Tráfico. Sin edificios. |

| | |
|------------------------|------------------------------------|
| Cantidad: | Mediana en la Av. Huancabamba |
| Horas Pico: | 07:30-9:30 am, 17:00-21:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 50 km/h en Av. Huancabamba |
| Repartición: | 40% privado, 60% Comas y Cuatreci. |

PA

Payet




| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | A-8 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 361 m | Otros: |
| Localización: | Dicha Vialidad en la Calle Huancabamba Zona: Mar Ajo, Soto 1 Punta de Salud 4 de 197 | |

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel Social Bajo) |
| Descripción: | Dicho Apto. con a la sombra. Sin Tráfico. Sin edificios. Terrazas en caliente. 100%. Edificios 1 piso. |

| | |
|------------------------|----------------------------|
| Cantidad: | Cole 2. 1 vehículo/muestra |
| Horas Pico: | 10h |
| Velocidad del tráfico: | 10 km/h |
| Repartición: | 100% Comas, 100% Tarma |

PA

Estadio Tahuantinsuyo




| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | A-7 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 300 m | NO _x |
| Localización: | Asentamiento Humano 27 de Mayo, Cuzco, Perú | Ozone |

| | |
|------------------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel Social: Bajo) |
| Descripción: | Asentamiento Humano, Cuzco según el año: Terrazas no cubiertas: 15% Edificios: 1 piso |
| Cantidad: | n/a |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Reportarías: | n/a |

PA

Urb. Tahuantinsuyo

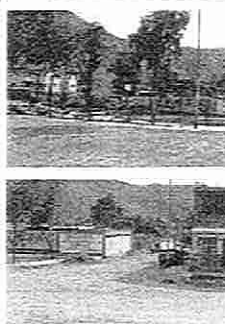


| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | A-4 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 2611 (Km. 54.7, 355 m) | NO _x |
| Localización: | Parque, Urb. Tahuantinsuyo P. Zona, C/ Huaycocha, C/ Chacra | Ozone |

| | |
|------------------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel social medio-bajo) |
| Descripción: | Parque en Zona Residencial. Terrazas no cubiertas: 20% Edificios: 2.5 pisos |
| Cantidad: | 1 unidad / mancha en la calle central |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Reportarías: | Principales: Motor |

PA

Urb. Tahuantinsuyo




| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | A-9 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 161 m | NO _x |
| Localización: | Parque, Urb. Tahuantinsuyo P. Zona, Av. Antares | Ozone |

| | |
|------------------------|--|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel Social: Medio-bajo) |
| Descripción: | Parque con Nido, Zona Residencial. Terrazas no cubiertas: 10% Edificios: 1-2 pisos |
| Cantidad: | 1 unidad / mancha en la calle central |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Reportarías: | Principales: Motor |

PA

Parque Cauchez

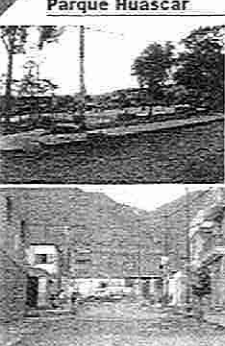


| | | |
|---------------|------------------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | A-10 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 194 m | NO _x |
| Localización: | Parque, Urb. Tahuantinsuyo P. Zona | Ozone |

| | |
|------------------------|--|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel social: Medio-bajo) |
| Descripción: | Parque Centro Deportivo, Zonificación en mancha residencial en el borde. Terrazas no cubiertas: 30% Edificios: 1-3 pisos |
| Cantidad: | 3 unidades / mancha en la calle central |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Reportarías: | Principales: Motor |

PA

Parque Huascar




| | | |
|---------------|------------------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | A-11 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 150 m | NO _x |
| Localización: | Parque, Urb. Tahuantinsuyo P. Zona | Ozone |

| | |
|------------------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel social: Medio-bajo) |
| Descripción: | Parque residencial con terraza de residencia a la cumbre. Terrazas no cubiertas: 10% Edificios: 1-2 pisos |
| Cantidad: | 1 unidades / mancha en la calle central |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 22 km/h |
| Reportarías: | Principales: transporte público |

PA

Parque Ataulpa




| | | |
|---------------|-----------------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | A-12 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 180 m | NO _x |
| Localización: | Frente de la Comuna Tahuantinsuyo | Ozone |

| | |
|------------------------|---|
| Categoría: | Centro Urbano Zona Residencial (Nivel Social: Medio) Zona rural |
| Descripción: | Zona Residencial. Tráfico en una dirección de 1 mancha. Terrazas no cubiertas: 10% Edificios: 1-2 pisos |
| Cantidad: | 2 unidades / mancha |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Reportarías: | n/a |

PA

Ermitaño



| | | |
|---------------|---------------------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | A-17 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 247 m | Otros |
| Localización: | NH San Juan de Dios Matanzas 13111 | |

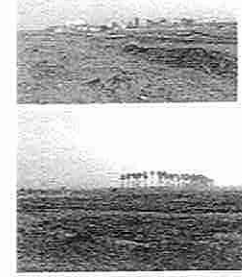
Categoría: Zona Residencial (Nivel Social: Bajo)

Descripción: Plaza de Vuelto de Baza. Terreno no cubierto: 65%. Edificios 1-2 pisos

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Cantidad: | 2 Cuartos por 1 manzana |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 10 km/h |
| Repartición: | n/a |

Fuente: PA

Campu Maru de la U



| | | |
|---------------|---------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | B-7 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 17 m | Otros |
| Localización: | Pan. Americana Sur km. 18 | |

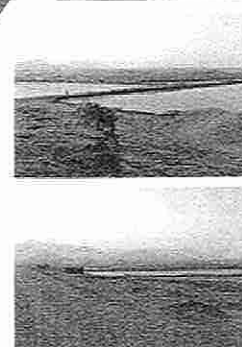
Categoría: Zona rural

Descripción: Punto de referencia (suro), 50 m al lado del mar en el sur de la ciudad (en el lado de la ciudad). Terreno no cubierto: 100%. Sin edificios

| | |
|------------------------|---|
| Cantidad: | 10 personas / minuto |
| Horas Pico: | En verano fin de semana alta por el grupo que se va a la playa. |
| Velocidad del tráfico: | 100 km/h |
| Repartición: | Desayuno (verano): 10% privado, 20% buses y Camioneros Durante la semana Laboral: 10% privado, 20% buses, 20% Camioneros |

Fuente: PA

SETEPAL



| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | B-7 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 17 m | Otros |
| Localización: | Plaza de Agua Grande 5.6 km en el Este (e) de Loma | |

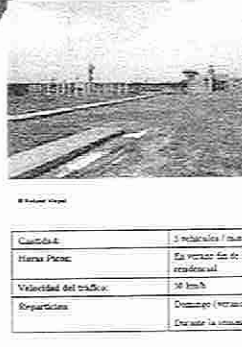
Categoría: Zona rural

Descripción: Punto de referencia (suro), en el sur de la ciudad (en el Este de la ciudad). Terreno no cubierto: 100%. Sin edificios

| | |
|------------------------|-----|
| Cantidad: | n/a |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Repartición: | n/a |

Fuente: PA

Pantanos de Villa



| | | |
|---------------|--|-----------------|
| Abreviatura: | B-1 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 13 m | Otros |
| Localización: | Parque Ecológico Pantanos de Villa, Dos Charcos | |


Categoría: Zona rural

Descripción: Punto de referencia (suro), en el sur de la ciudad (en el Este de la ciudad), con tráfico de la Pan. Americana antigua, por lo cual se tiene influencia. Terreno no cubierto: 100%. Sin edificios

| | |
|------------------------|---|
| Cantidad: | 3 vehículos / minuto |
| Horas Pico: | En verano fin de semana alta por el grupo que se va a la playa. Cuenta con tráfico de acceso a zona recreativa |
| Velocidad del tráfico: | 10 km/h |
| Repartición: | Desayuno (verano): 10% privado, 20% buses y Camioneros Durante la semana Laboral: 10% privado, 20% buses, 20% Camioneros |

Fuente: PA

Club del Golf Villa



| | | |
|---------------|------------------|-----------------|
| Abreviatura: | B-4 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 19 m | Otros |
| Localización: | Av. 11 del Valle | |


Categoría: Zona Residencial (Nivel Social: Alto)

Descripción: Punto de referencia (suro), en el sur de la ciudad (en el Este de la ciudad), dentro de una zona residencial, por eso se tiene influencia de tráfico. Terreno no cubierto: 100%. Edificios: 1-2 pisos

| | |
|------------------------|------------------------|
| Cantidad: | 1 vehículo / 5 minutos |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | 15 km/h |
| Repartición: | Principalmente privado |

Fuente: PA

Plaza Grau



| | | |
|---------------|------------|-----------------|
| Abreviatura: | B-5 | PM10 |
| Código: | | NO _x |
| Altitud: | 150 m | Otros |
| Localización: | Plaza Grau | |


Categoría: Centro Urbano (Nivel social: Medio - Bajo)

Descripción: Plaza Grau es el punto en el centro del "Distrito" más alto tráfico. Centro de la ciudad. Terreno no cubierto: 0%. Edificios: 4 pisos

| | |
|------------------------|---|
| Cantidad: | 100 vehículos / minuto |
| Horas Pico: | 08:30-10:00 am, 17:00-21:00pm |
| Velocidad del tráfico: | 15 km/h |
| Repartición: | Con alta carga: 100% Transporte público |

Fuente: PA

Ci. Lampa




| | | |
|---------------|-----------|-----------------|
| Abreviatura: | S-8 | PM10 |
| Código: | | |
| Altura: | 116 m | NO ₂ |
| Localización: | Ci. Lampa | |

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | Cruce Urbano (Nivel Social Medio-Bajo) |
| Descripción: | Zona residencial en la calle principal, edificios a ambos lados. Terrenos no cubiertos. 100 Edificios 1-4 pisos. |

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Cantidad: | 10 vehículos / minuto |
| Horas Pico: | 8:30 - 10:00 am, 17:00 - 19:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 40 km/h |
| Reparación: | Proximamente: Tráfico Parado |

PA

Emancipación




| | | |
|---------------|---------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | S-7 | PM10 |
| Código: | | |
| Altura: | 100 m | NO ₂ |
| Localización: | Ci. Emancipación Cuadra 3 | |

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | Cruce Urbano (Nivel social medio-bajo) |
| Descripción: | Alta tráfico en la calle principal, edificios a ambos lados del tráfico. Terrenos no cubiertos. 100 Edificios 1-4 pisos. |

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Cantidad: | 10 vehículos / minuto |
| Horas Pico: | 8:30 - 10:00 am, 17:00 - 19:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 30 km/h |
| Reparación: | Proximamente: Tráfico Parado |

PA

Parque Viejo (Independencia)




| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | S-1 | PM10 |
| Código: | | |
| Altura: | 129 m | NO ₂ |
| Localización: | Asociación de Vivienda de Chidines José Gabriel (Pz Viejo, Pz Mariscal Cáceres) | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel Social Medio-Bajo) |
| Descripción: | Parque en zona residencial, Terrenos no cubiertos 70% Edificios 1-2 pisos |

| | |
|------------------------|-----|
| Cantidad: | n/a |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Reparación: | n/a |

PA

Los Nogales (Independencia)




| | | |
|---------------|---------------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | S-3 | PM10 |
| Código: | | |
| Altura: | 106 m | NO ₂ |
| Localización: | Los Nogales (Parque 7 de Julio) | |

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel social medio-bajo) |
| Descripción: | Parque Terrenos no cubiertos 20% Edificios 1-2 pisos |

| | |
|------------------------|---|
| Cantidad: | En Av. Tuzum Amari alta tráfico |
| Horas Pico: | 8:30 - 10:00 am, 17:00 - 19:00 pm (Av. Tuzum Amari) |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Reparación: | n/a |

PA

Parque Micaela Bastida




| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | S-16 | PM10 |
| Código: | | |
| Altura: | | NO ₂ |
| Localización: | Parque Micaela Bastida Embarcadero Independencia | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel Social Medio-Bajo) |
| Descripción: | Parque Residencial, en zona. Construcción de alta Terrenos no cubiertos 30% Edificios 1-2 pisos |

| | |
|------------------------|-----|
| Cantidad: | n/a |
| Horas Pico: | n/a |
| Velocidad del tráfico: | n/a |
| Reparación: | n/a |

PA

Municipalidad Independencia




| | | |
|---------------|--|-----------------|
| Abreviatura: | S-11 | PM10 |
| Código: | | |
| Altura: | 96 m | NO ₂ |
| Localización: | Municipalidad Independencia, Av. Tuzum Amari | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Cruce Urbano (Nivel social medio-bajo) |
| Descripción: | Al lado de la Zona Amari, Construcción de alta Pavede por en la zona de la policía. Terrenos no cubiertos 10% Edificios 1-2 pisos |

| | |
|------------------------|------------------------------------|
| Cantidad: | 20 vehículos / minuto |
| Horas Pico: | 08:00 - 09:30 am, 17:00 - 19:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 30 km/h |
| Reparación: | 70% Marcha Constante, 30% parado |

PA

Tahuatinsuyo 1ª zona




| | | |
|---------------|----------------------|-----------------|
| Abreviatura: | B-12 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 10 m | NO _x |
| Localización: | Tahuatinsuyo 1ª zona | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel Social: medio-bajo) |
| Descripción: | A2 Lado de la Torre: Zona Fase de Acabamiento. Terreno en cubiertas. 17% Edificios: 1-2 pisos |

| | |
|------------------------|---|
| Cantidad: | 15 vehículos / estación |
| Horas Pico: | 08:00 - 09:30 am, 17:00 - 21:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 45 km/h |
| Repeticiones: | 80% Transporte público, 10% Transporte privado, 10% Transporte personal |

PA

UNI Puerta 5




| | | |
|---------------|--------------------------|-----------------|
| Abreviatura: | B-12 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 125 m | NO _x |
| Localización: | Facultad Ing. Industrial | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel Social: medio-bajo) |
| Descripción: | A1 resto de la Av. Tobar Amari con alta tráfico. Terreno en cubiertas. 10% Edificios: 1-3 pisos |

| | |
|------------------------|---|
| Cantidad: | 10 vehículos / estación |
| Horas Pico: | 08:00 - 09:30 am, 17:00 - 21:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 45 km/h |
| Repeticiones: | 10% Transporte público, 10% Transporte privado, 80% Transporte personal |

PA

Parque del Trabajo




| | | |
|---------------|------------|-----------------|
| Abreviatura: | B-14 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 120 m | NO _x |
| Localización: | Av. Capota | |

| | |
|--------------|--|
| Categoría: | Zona Residencial (Nivel Social: Medio-bajo) |
| Descripción: | Parque al lado de Avenida con alta tráfico. Terreno en cubiertas. 10% Edificios: 1-3 pisos |

| | |
|------------------------|--|
| Cantidad: | 10 vehículos / estación |
| Horas Pico: | 08:00 - 09:30 am, 17:00 - 21:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | 35 km/h |
| Repeticiones: | 70% Transporte público, 30% Transporte privado |

PA

Parque de Reducto



| | | |
|---------------|---|-----------------|
| Abreviatura: | C-1 | PM10 |
| Código: | | |
| Altitud: | 80 | NO _x |
| Localización: | Cajonera Av. Desamparados y Vía Expresa | |

| | |
|--------------|---|
| Categoría: | Centro Urbano (Nivel Social: Medio-alto) Zona Residencial Zona rural |
| Descripción: | Primo de redondeo de las avenidas con alta tráfico. Terreno en cubiertas. 10% Edificios: 1-10 pisos |

| | |
|------------------------|---|
| Cantidad: | 100 vehículos / estación |
| Horas Pico: | 08:00 - 09:30 am, 17:00 - 21:00 pm |
| Velocidad del tráfico: | Av. Desamparados: 17 km/h Vía Expresa: 70 km/h |
| Repeticiones: | Av. Desamparados: 70% Transporte Público, 30% Transporte privado Vía Expresa: 80% Transporte privado, 20% Transporte Público |

PA

ANEXO 3: COSTO DE 4 ESTACIONES

| Inversión: 4 Estaciones sin estaciones meteorológicas | | |
|---|-------------------|------------------|
| | Costo | Deducción |
| Equipos para Monitoreo automático | USD | USD |
| Analizador O3 | 20,860.00 | 5,013.92 |
| Valvulas internas | 1,540.00 | 370.15 |
| Analizador SO2 | | |
| Valvulas internos | | |
| Analizador NOx | 53,300.00 | 12,811.21 |
| Valvulas internas | 2,400.00 | 576.86 |
| Analizador CO | | |
| Valvulas internos | | |
| Monitor continuo de PM 10 TEOM | | |
| Monitor continuo de PM 2.5 TEOM | 101,320.00 | 24,353.31 |
| Calibrador | 13,610.00 | 3,271.30 |
| Integral Ozone Generator | 2,600.00 | 624.94 |
| Local Automatic Leak Check | 150.00 | 36.05 |
| Aire cero | 4,900.00 | 1,177.77 |
| Hidrocarbon | 1,980.00 | 475.91 |
| Gas Patrón | | |
| Data logger | 25,025.00 | 6,016.01 |
| Acondicionador de Aire | 6,182.96 | 1,486.14 |
| Soporte para equipos de monitoreo (rack) | 40,000.00 | 9,614.41 |
| Bomba | 1,000.00 | 240.36 |
| Fax modem | 625.00 | 150.23 |
| Total Monitores | 275,492.96 | 66,218.58 |
| Equipos Estación Meteorológica | | |
| Sensor 014ª velocidad de viento,15 m cable 1805 | 550.00 | 132.20 |
| Sensor 024ª velocidad de viento,15 m cable 1806 | 650.00 | 156.23 |
| Sensor 083D-1-35,temp. Y Humedad relativa,12 m cable 2348 | 1,350.00 | 324.49 |
| Sensor 370 precipitación,10 m cable 1566 | 950.00 | 228.34 |
| Registrador de datos modelo 466ª | 1,800.00 | 432.65 |
| Software Micromet Plus (MMP) para procesamiento de información y gráficos | 550.00 | 132.20 |
| AX-130 panel solar de 30 watt.incluye panel w36 amp/hr batería | 1,100.00 | 264.40 |
| 970895 Torre de 10 m | 3,000.00 | 721.08 |
| 191-1 Soporte para sensores | 200.00 | 48.07 |
| Ax-961 modulo de transferencia de datos | 550.00 | 132.20 |
| Sensor de presión barométrica | 650.00 | 156.23 |
| Sensor de radiación neta | 1,450.00 | 348.52 |
| Evaporímetro, tanque de evaporción | 3,000.00 | 721.08 |
| Total Meteorológica | 15,800.00 | 3,797.69 |

| Equipos Estación Metereológica | Costo USD | Deducción USD |
|--|-------------------|-------------------|
| Sensor para dirección de viento | 776.00 | 186.52 |
| Sensor para velocidad de viento | 715.00 | 171.86 |
| Sensor RH/Temperatura | 1,232.00 | 296.12 |
| Piranómetro | 1,750.00 | 420.63 |
| 8" Rain Gauge (pluviometro) | 572.00 | 137.49 |
| Translator W/multinet | 1,170.00 | 281.22 |
| Cross arm assembly | 185.00 | 44.47 |
| Torre para la estación (10 metros) | 841.00 | 202.14 |
| Total Meteorológica | 7,241.00 | 1,740.45 |
| Comunicación Estación - Central | | |
| Computadora | 1,500.00 | 360.54 |
| Software | 1,000.00 | 240.36 |
| Sistema de Back-up (80 GB) | 300.00 | 72.11 |
| Impresora | 180.00 | 43.26 |
| Router | 150.00 | 36.05 |
| Herramientas | 10,000.00 | 2,403.60 |
| Software para el manejo de los estaciones y los data loggers | 7,200.00 | 1,730.59 |
| Fax - Modem | 125.00 | 30.05 |
| Línea Telefono | 100.00 | 24.04 |
| Vehículo | 22,000.00 | 5,287.93 |
| Mobiliario | 5,000.00 | 1,201.80 |
| Total Central | 47,555.00 | 11,430.34 |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | | |
| Estabilizador | 2,050.00 | 492.74 |
| UPS | 5,950.00 | 1,430.14 |
| Protectores de línea telefónica y fusibles | 1,920.00 | 461.49 |
| Jabalina para protección contra rayos | 500.00 | 120.18 |
| Total Seguridad | 10,420.00 | 2,504.55 |
| Infraestructura para la Estación | | |
| Container 2.5m x 4.5m | 36,000.00 | 8,652.97 |
| Fundación para la estación | 25,000.00 | 6,009.01 |
| Toma de tierra | 3,200.00 | 769.15 |
| Instalaciones adicionales (electrico, aparturas, etc.) | 75,000.00 | 18,027.03 |
| Total Infraestructura para la Estación | 139,200.00 | 33,458.16 |
| Total Inversión | 488,467.96 | 117,409.33 |

| Costos anuales | 1 año | 2 año | 3 año | 4 año | 5 año | 6 año | 7 año | 8 año | 9 año | 10 año |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Equipos para Monitoreo automático | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | | | |
| Equipos Estación Meteorológica | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | | | |
| Comunicación Estación - Central | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | | | |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | | | |
| Infraestructura para la Estación | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | | | |
| Deducción | 119,149.78 | 119,149.78 | 119,149.78 | 119,149.78 | 119,149.78 | 119,149.78 | 119,149.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Recursos Humanos | | | | | | | | | | |
| 1 Profesional electrónico | 22,500.00 | 22,500.00 | 22,500.00 | 22,500.00 | 22,500.00 | 22,500.00 | 22,500.00 | | | |
| 1 Jefe de equipo para procesamiento de datos e interpretación | 12,500.00 | 12,500.00 | 12,500.00 | 12,500.00 | 12,500.00 | 12,500.00 | 12,500.00 | 22,500.00 | 22,500.00 | 22,500.00 |
| Recursos Humanos | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 |
| Insumos para Equipos | | | | | | | | | | |
| CPU para reposición a cualquier equipo | 850.00 | | | | 850.00 | | | | 850.00 | |
| Tarjeta V/F | 1,672.00 | | | | 1,672.00 | | | | 1,672.00 | |
| Kit de reconstrucción bomba externa NOx gas patron | 4,100.00 | | 4,100.00 | | 4,100.00 | | 4,100.00 | | 4,100.00 | |
| Lámpara UV para Ozono | | 812.00 | | 812.00 | | 812.00 | | 812.00 | | 812.00 |
| Lámpara UV para SO2 | | | | | | | | | | |
| Kit de conumibles NO2 | 3,325.00 | 3,325.00 | 3,325.00 | 3,325.00 | 3,325.00 | 3,325.00 | 3,325.00 | 3,325.00 | 3,325.00 | 3,325.00 |
| Kit de conumibles O3 | 1,540.00 | 1,540.00 | 1,540.00 | 1,540.00 | 1,540.00 | 1,540.00 | 1,540.00 | 1,540.00 | 1,540.00 | 1,540.00 |
| Kit de conumibles CO | | | | | | | | | | |
| Kit de conumibles SO2 | | | | | | | | | | |
| Filtros de muestreo de fibra de vidrio | 2,275.00 | 2,275.00 | 2,275.00 | 2,275.00 | 2,275.00 | 2,275.00 | 2,275.00 | 2,275.00 | 2,275.00 | 2,275.00 |
| Bomba externa (en caso de no reconstruir) | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 |
| Fusibles | | | | | | | | | | |
| Protectores de línea telefónica | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Insumos para Equipos | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 |
| Mantenimiento en fábrica | | | | | | | | | | |
| Calibración de la estación metereológica | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| Mantenimiento en fábrica | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| Gastos Corrientes | | | | | | | | | | |
| Transporte para calibraciones | 2,080.00 | 2,080.00 | 2,080.00 | 2,080.00 | 2,080.00 | 2,080.00 | 2,080.00 | 2,080.00 | 2,080.00 | 2,080.00 |
| Transporte para verificaciones | 4,160.00 | 4,160.00 | 4,160.00 | 4,160.00 | 4,160.00 | 4,160.00 | 4,160.00 | 4,160.00 | 4,160.00 | 4,160.00 |
| Alquiler de Oficina | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 |
| Utiles oficina | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 |
| Comunicación | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 |
| Mantenimiento | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 |
| Conexión internet (anual) | 192.00 | 192.00 | 192.00 | 192.00 | 192.00 | 192.00 | 192.00 | 192.00 | 192.00 | 192.00 |
| Seguro (equipo electronico, incendio, rayo) | 720.00 | 720.00 | 720.00 | 720.00 | 720.00 | 720.00 | 720.00 | 720.00 | 720.00 | 720.00 |
| Electricidad, agua, seguridad | 2,940.00 | 2,940.00 | 2,940.00 | 2,940.00 | 2,940.00 | 2,940.00 | 2,940.00 | 2,940.00 | 2,940.00 | 2,940.00 |
| Auditorías | 10,000.00 | 10,000.00 | 10,000.00 | 10,000.00 | 10,000.00 | 10,000.00 | 10,000.00 | 10,000.00 | 10,000.00 | 10,000.00 |
| Gastos Corrientes | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 |
| Otros por unica vez | | | | | | | | | | |
| Instalación de estación de monitoreo | 20,000.00 | | | | | | | | | |
| Seguro y flete equipos desde proveedor | 20,000.00 | | | | | | | | | |
| Otros por unica vez | 40,000.00 | | | | | | | | | |
| Total | 258,117.78 | 212,075.78 | 215,363.78 | 212,075.78 | 218,117.78 | 212,075.78 | 215,363.78 | 92,926.00 | 98,968.00 | 92,926.00 |

| Costos anuales | 1 año | 2 año | 3 año | 4 año | 5 año | 6 año | 7 año | 8 año | 9 año | 10 año |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Equipos para Monitoreo automático | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 66,218.58 | 0.00 | 0.00 |
| Equipos Estación Meteorológica | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 0.00 | 0.00 |
| Comunicación Estación - Central | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 0.00 | 0.00 |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 0.00 | 0.00 |
| Infraestructura para la Estación | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 33,458.16 | 0.00 | 0.00 |
| Recursos Humanos | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 |
| Insumos para Equipos | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 |
| Calibración de la estación meteorológica | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| Gastos Corrientes | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 | 45,292.00 |
| Otros por unica vez | 40,000.00 | | | | | | | | | |
| Total | 258,117.78 | 212,075.78 | 215,363.78 | 212,075.78 | 218,117.78 | 212,075.78 | 215,363.78 | 92,926.00 | 98,968.00 | 92,926.00 |

| Tabla Resumen | monto sin IGV | monto con IGV |
|---|-------------------|-------------------|
| Total Inversión | 488,467.96 | 581,276.87 |
| Mantenimiento 2 años | 365,602.09 | 261,039.89 |
| Total (inversión+mantenimiento) | 854,070.05 | 842,316.76 |
| Promedio anual por los primeros 10 años | 182,801.04 | |

| Inversión Red Automática de PROTRANSPORTE | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|--------|---------|--------------------------|-------------|
| | Años | | 7 | | 4 Estaciones (parciales) | |
| | Costo de Planta | Deducción | | Interés | Costo de | Deducción |
| ITEM | USD | USD | | % | USD | USD |
| Equipos para Monitoreo automático | | | | | | |
| Analizador O3 | \$10,430.00 | \$2,506.96 | 0.2404 | 0.15 | \$20,860.00 | \$5,013.92 |
| Valvulas internas | \$770.00 | \$185.08 | 0.2404 | 0.15 | \$1,540.00 | \$370.15 |
| Analizador SO2 | \$12,610.00 | \$3,030.94 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Valvulas internas | \$760.00 | \$182.67 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Analizador NOx | \$13,325.00 | \$3,202.80 | 0.2404 | 0.15 | \$53,300.00 | \$12,811.21 |
| Valvulas internas | \$600.00 | \$144.22 | 0.2404 | 0.15 | \$2,400.00 | \$576.86 |
| Analizador CO | \$12,675.00 | \$3,046.57 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Valvulas internas | \$600.00 | \$144.22 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Monitor continuo de PM 10 TEOM | \$25,330.00 | \$6,086.33 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Monitor continuo de PM 2.5 TEOM | \$25,330.00 | \$6,086.33 | 0.2404 | 0.15 | \$101,320.00 | \$24,353.31 |
| Calibrador | \$13,610.00 | \$3,271.30 | 0.2404 | 0.15 | \$13,610.00 | \$3,271.30 |
| Integral Ozone Generator | \$2,600.00 | \$624.94 | 0.2404 | 0.15 | \$2,600.00 | \$624.94 |
| Local Automatic Leak Check | \$150.00 | \$36.05 | 0.2404 | 0.15 | \$150.00 | \$36.05 |
| Aire cero | \$4,900.00 | \$1,177.77 | 0.2404 | 0.15 | \$4,900.00 | \$1,177.77 |
| Hydrocarbon | \$1,980.00 | \$475.91 | 0.2404 | 0.15 | \$1,980.00 | \$475.91 |
| Gas Patrón | | | 0.2404 | 0.15 | \$0.00 | \$0.00 |
| Data logger | \$5,005.00 | \$1,203.00 | 0.2404 | 0.15 | \$20,020.00 | \$4,812.01 |
| Acondicionador de Aire | \$1,545.74 | \$371.53 | 0.2404 | 0.15 | \$6,182.98 | \$1,466.14 |
| Soporte para equipos de monitoreo (rack) | \$8,000.00 | \$1,922.88 | 0.2404 | 0.15 | \$32,000.00 | \$7,691.53 |
| Bomba | \$200.00 | \$48.07 | 0.2404 | 0.15 | \$800.00 | \$192.29 |
| Fax modem | \$125.00 | \$30.05 | 0.2404 | 0.15 | \$500.00 | \$120.18 |
| Sub-Total: | \$140,545.74 | \$33,781.63 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Equipos Estación Meteorológica (parte 1) | | | | | | |
| | | \$0.00 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Sensor 014 ^a velocidad de viento, 15 m cable 1805 | \$550.00 | \$132.20 | 0.2404 | 0.15 | \$550.00 | \$132.20 |
| Sensor 024 ^a velocidad de viento, 15 m cable 1806 | \$650.00 | \$156.23 | 0.2404 | 0.15 | \$650.00 | \$156.23 |
| Sensor 083D-1-35, temp. Y Humedad relativa, 12 m cable 2348 | \$1,350.00 | \$324.49 | 0.2404 | 0.15 | \$1,350.00 | \$324.49 |
| Sensor 370 precipitación, 10 m cable 1566 | \$950.00 | \$228.34 | 0.2404 | 0.15 | \$950.00 | \$228.34 |
| Registrador de datos modelo 466 ^a | \$1,800.00 | \$432.65 | 0.2404 | 0.15 | \$1,800.00 | \$432.65 |
| Software Micromet Plus (MMP) para procesamiento de información y gráficos | \$550.00 | \$132.20 | 0.2404 | 0.15 | \$550.00 | \$132.20 |
| AX-130 panel solar de 30 watt, incluye panel w36 amv/hr batería | \$1,100.00 | \$264.40 | 0.2404 | 0.15 | \$1,100.00 | \$264.40 |
| 970895 Torre de 10 m | \$3,000.00 | \$721.08 | 0.2404 | 0.15 | \$3,000.00 | \$721.08 |
| 191-1 Soporte para sensores | \$200.00 | \$48.07 | 0.2404 | 0.15 | \$200.00 | \$48.07 |
| Ax-961 modulo de transferencia de datos | \$550.00 | \$132.20 | 0.2404 | 0.15 | \$550.00 | \$132.20 |
| Sensor de presión barométrica | \$650.00 | \$156.23 | 0.2404 | 0.15 | \$650.00 | \$156.23 |
| Sensor de radiación neta | \$1,450.00 | \$348.52 | 0.2404 | 0.15 | \$1,450.00 | \$348.52 |
| Evaporímetro, tanque de evaporación | \$3,000.00 | \$721.08 | 0.2404 | 0.15 | \$3,000.00 | \$721.08 |
| Sub-Total: | \$15,800.00 | \$3,797.69 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Equipos Estación Meteorológica (parte 2) | | | | | | |
| | | \$0.00 | 0.2404 | 0.15 | | 0 |
| Sensor para dirección de viento | \$776.00 | \$186.52 | 0.2404 | 0.15 | 776 | 186.5196422 |
| Sensor para velocidad de viento | \$715.00 | \$171.86 | 0.2404 | 0.15 | 715 | 171.85766 |
| Sensor RH/Temperatura | \$1,232.00 | \$296.12 | 0.2404 | 0.15 | 1232 | 296.123968 |
| Pirómetro | \$1,750.00 | \$420.63 | 0.2404 | 0.15 | 1750 | 420.6306363 |
| 8" Rain Gauge (pluviómetro) | \$572.00 | \$137.49 | 0.2404 | 0.15 | 572 | 137.486128 |
| Translator W/multinet | \$1,170.00 | \$281.22 | 0.2404 | 0.15 | 1170 | 281.2216254 |
| Cross arm assembly | \$185.00 | \$44.47 | 0.2404 | 0.15 | 185 | 44.45566727 |
| Torre para la estación (10 metros) | \$841.00 | \$202.14 | 0.2404 | 0.15 | 841 | 202.1430658 |
| Sub-Total: | \$7,241.00 | \$1,740.45 | 0.2404 | 0.15 | | |

Inversión Red Automática de PROTRANSPORTE (parte 2)

| ITEM | Costo de Planta USD | Años | | Interés % | 4 Estaciones (parciales) | |
|--|------------------------|--------------------|---------------|--------------|--------------------------|---------------------|
| | | Deducción USD | 7 | | Costo de USD | Deducción USD |
| Comunicación Estación - Central | | \$0.00 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Computadora | \$1,500.00 | \$360.54 | 0.2404 | 0.15 | \$1,500.00 | \$360.54 |
| Software | \$1,000.00 | \$240.36 | 0.2404 | 0.15 | \$1,000.00 | \$240.36 |
| Sistema de Back-up (80 GB) | \$300.00 | \$72.11 | 0.2404 | 0.15 | \$300.00 | \$72.11 |
| Impresora | \$180.00 | \$43.26 | 0.2404 | 0.15 | \$180.00 | \$43.26 |
| Router | \$150.00 | \$36.05 | 0.2404 | 0.15 | \$150.00 | \$36.05 |
| Herramientas | \$10,000.00 | \$2,403.60 | 0.2404 | 0.15 | \$10,000.00 | \$2,403.60 |
| Software para el manejo de los estaciones y los data loggers | \$7,200.00 | \$1,730.59 | 0.2404 | 0.15 | \$7,200.00 | \$1,730.59 |
| Fax - Modem | \$125.00 | \$30.05 | 0.2404 | 0.15 | \$125.00 | \$30.05 |
| Línea Teléfono | \$100.00 | \$24.04 | 0.2404 | 0.15 | \$100.00 | \$24.04 |
| Vehículo | \$22,000.00 | \$5,287.93 | 0.2404 | 0.15 | \$22,000.00 | \$5,287.93 |
| Mobiliario | \$5,000.00 | \$1,201.80 | 0.2404 | 0.15 | \$5,000.00 | \$1,201.80 |
| Sub-Total: | \$47,555.00 | \$11,430.34 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | | \$0.00 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Estabilizador | \$410.00 | \$98.55 | 0.2404 | 0.15 | \$1,640.00 | \$394.19 |
| UPS | \$1,190.00 | \$288.03 | 0.2404 | 0.15 | \$4,760.00 | \$1,144.12 |
| Protectores de línea telefónica y fusibles | \$384.00 | \$92.30 | 0.2404 | 0.15 | \$1,536.00 | \$369.19 |
| Jabalina para protección contra rayos | \$100.00 | \$24.04 | 0.2404 | 0.15 | \$400.00 | \$96.14 |
| Sub-Total: | \$2,084.00 | \$500.91 | 0.2404 | 0.15 | | |
| Infraestructura para la Estación | | | 0.2404 | 0.15 | | |
| Container 2.5m x 4.5m | \$7,200.00 | \$1,730.59 | 0.2404 | 0.15 | \$28,800.00 | \$6,922.38 |
| Begon | \$5,000.00 | \$1,201.80 | 0.2404 | 0.15 | \$5,000.00 | \$1,201.80 |
| Toma de tierra | \$800.00 | \$192.29 | 0.2404 | 0.15 | \$3,200.00 | \$769.15 |
| Fundación para la estación | \$5,000.00 | \$1,201.80 | 0.2404 | 0.15 | \$20,000.00 | \$4,807.21 |
| Instalaciones adicionales (eléctrico, aperturas, etc.) | \$15,000.00 | \$3,605.41 | 0.2404 | 0.15 | \$60,000.00 | \$14,421.62 |
| Sub-Total: | \$33,000.00 | \$7,931.89 | | | | |
| Total: | | | | | \$458,094.96 | \$110,107.87 |

| ITEM | Costo de Planta USD | Años | | Interés % |
|--|------------------------|---------------------|-------------|--------------|
| | | Deducción USD | 7 | |
| Equipos para Laboratorio | | | | |
| Balanza analítica | \$ 8,000.00 | \$ 1,922.88 | 0.24 | 0.15 |
| Espectrofotómetro | \$ 5,000.00 | \$ 1,201.80 | 0.24 | 0.15 |
| Micropipeta automática | \$ 400.00 | \$ 96.14 | 0.24 | 0.15 |
| Tubos NO2 | \$ 600.00 | \$ 144.22 | 0.24 | 0.15 |
| Tubos O3 | \$ 800.00 | \$ 192.29 | 0.24 | 0.15 |
| Equipos PM10: Impactador Harvard | \$ 7,500.00 | \$ 1,802.70 | 0.24 | 0.15 |
| Equipos PM10: Restrictor de flujo | \$ 750.00 | \$ 180.27 | 0.24 | 0.15 |
| Equipos PM10: Bombas | \$ 1,000.00 | \$ 240.36 | 0.24 | 0.15 |
| Portafiltros para PM10 | \$ 100.00 | \$ 24.04 | 0.24 | 0.15 |
| Sub-Total: | \$ 24,150.00 | \$ 11,609.41 | 0.24 | 0.15 |
| Equipos en los Sitios | \$ 0.00 | \$ 0.00 | 0.24 | 0.15 |
| Cajas de Protección para Tubos pasivos | \$ 100.00 | \$ 24.04 | 0.24 | 0.15 |
| Protección de Equipos PM10 | \$ 300.00 | \$ 72.11 | 0.24 | 0.15 |
| Extensiones de Cables | \$ 50.00 | \$ 12.02 | 0.24 | 0.15 |
| Manguera para Equipo PM10 | \$ 20.00 | \$ 4.81 | 0.24 | 0.15 |
| Sub-total: | \$ 470.00 | \$ 112.97 | 3.61 | 2.25 |
| Total: | \$ 24,620.00 | \$ 11,722.37 | | |

Inversión por Estación: 5 Estaciones (parte 2)

| ITEM | Precio indicativo* USD | Uso general | | Estación 1 | | Estación 2 | | Estación 3 | | Estación 4 | | Estación 5 | | Sub Totales USD |
|--|---------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------------|
| | | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | |
| Equipos Estación Meteorológica | | | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| Sensor para dirección de viento | \$776.00 | \$776.00 | | | | | | | | | | | | \$776.00 |
| Sensor para velocidad de viento | \$715.00 | \$715.00 | | | | | | | | | | | | \$715.00 |
| Sensor RH/Temperatura | \$1,232.00 | \$1,232.00 | | | | | | | | | | | | \$1,232.00 |
| Piranómetro | \$1,750.00 | \$1,750.00 | | | | | | | | | | | | \$1,750.00 |
| 8" Rain Gauge (pluviómetro) | \$572.00 | \$572.00 | | | | | | | | | | | | \$572.00 |
| Transistor W/multinet | \$1,170.00 | \$1,170.00 | | | | | | | | | | | | \$1,170.00 |
| Cross arm assembly | \$185.00 | \$185.00 | | | | | | | | | | | | \$185.00 |
| Torre para la estación (10 metros) | \$841.00 | \$841.00 | | | | | | | | | | | | \$841.00 |
| | | | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | | | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| Estabilizador | \$410.00 | | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$2,050.00 |
| UPS | \$1,190.00 | | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$5,950.00 |
| Protectores de línea telefónica y fusibles | \$384.00 | | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$1,920.00 |
| Jabatina para protección contra rayos | \$100.00 | | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$500.00 |
| | | | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| | | | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| Infraestructura para la Estación | | | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| Container 2.5m x 4.5m | \$7,200.00 | | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$36,000.00 |
| Fundación para la estación | \$5,000.00 | | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$25,000.00 |
| Torne de tierra | \$800.00 | | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$4,000.00 |
| Instalaciones adicionales (electrico, aperturas, etc.) | \$15,000.00 | | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$75,000.00 |
| Total estación: | | \$50,381.00 | \$2,420.00 | \$95,414.74 | \$1,365.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$95,414.74 | \$1,365.00 | \$500,999.70 |
| Total: | | | | | | | | | | | | | | \$500,999.70 |

*no incl. IGV

Inversión por estación: 4 Estaciones (Parte 2)

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|----------|-------------|----------|--------------|-------------|--------------|
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | | | | | | | | | | | \$0.00 | |
| Estabilizador | \$410.00 | | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | \$1,640.00 | |
| UPS | \$1,190.00 | | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | \$4,760.00 | |
| Protectores de línea telefónica y fusibles | \$384.00 | | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | \$1,536.00 | |
| Jabalina para protección contra rayos | \$100.00 | | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | \$400.00 | |
| | | | | | | | | | | | \$0.00 | |
| | | | | | | | | | | | \$0.00 | |
| Infraestructura para la Estación | | | | | | | | | | | \$0.00 | |
| Container 2.5m x 4.5m | \$7,200.00 | | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | \$28,800.00 | |
| Bagón | \$5,000.00 | | | | | | | | | \$5,000.00 | \$5,000.00 | |
| Fundación para la estación | \$5,000.00 | | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | \$20,000.00 | |
| Toma de tierra | \$800.00 | | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | \$3,200.00 | |
| Instalaciones adicionales (eléctrico, apamuras, etc.) | | | | | | | | | | | | |
| | \$15,000.00 | | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | \$60,000.00 | |
| Total estación: | | \$50,381.00 | \$2,420.00 | \$95,414.74 | \$1,365.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$100,414.74 | \$1,365.00 | \$421,119.96 |
| Total: | | | | | | | | | | | | \$421,119.96 |

* no incl. IGV

Inversión en la central del Red de Monitoreo

| ITEM | Unidad | Precio Indicativo USD | Inversión USD | Comentario |
|--|--------|-----------------------|--------------------|--|
| Computadora | 1 | \$1,500.00 | \$1,500.00 | Procesador Intel Pentium 2.8 GHz, RAM 256, Monitor Flatron 17", Disco Duro: 40GB, Floppy Drive, Teclado, Mouse, CDROM, Parlantes, Establizador, Garantia 1 Año |
| Software | 1 | \$1,000.00 | \$1,000.00 | |
| Sistema de Back-up (80 GB) | 1 | \$300.00 | \$300.00 | |
| Impresora | | \$180.00 | \$180.00 | |
| Router | | \$150.00 | \$150.00 | |
| Herramientas | | \$10,000.00 | \$10,000.00 | |
| Software para el manejo de los estaciones y los data loggers | | \$7,200.00 | \$7,200.00 | EL software permite de evaluar los datos optenidos al instante. |
| Fax - Modem | | | \$125.00 | |
| Linea Telefono | | | \$100.00 | |
| Vehiculo | | | \$22,000.00 | |
| Mobiliario | | | \$5,000.00 | |
| Total | | | \$47,555.00 | |
| Oficina | | | | |
| Alquiler | 12 | 1,000 | 12,000 | |
| Utiles oficina | 12 | 500 | 6,000 | |
| Comunicación | 12 | 300 | 3,600 | |
| Mantenimiento | 12 | 300 | 3,600 | |
| Electricidad, agua, seguridad | 12 | 400 | 4,800 | |
| Auditorias | 2 | 5,000 | 10,000 | |
| Total costos de oficina por año | | | 40,000.00 | |

Oferta Walsh (29.03.2004)

| | | | 1 año | 2año |
|-----|-----------------------------------|----------------------------|-----------|-------------|
| 3.1 | Monitor de O3 continuo | Monitor | 400 UV 03 | \$10,430.00 |
| 3.2 | | Kit de Consumibles | Cod 42 A | \$700.00 |
| 3.3 | | Valvulaves Internos | Cod 50 | \$770.00 |
| 3.1 | Monitor de CO continuo | Monitor | API 300 | \$12,675.00 |
| 3.2 | | Kit de Consumibles | Cod 42C | \$660.00 |
| 3.3 | | Valvulaves Internos | Cod 50A | \$600.00 |
| 2.1 | Monitor de NO2 continuo | Monitor | API 200A | \$13,325.00 |
| 2.2 | | Kit de Consumibles | Cod 42 | \$665.00 |
| 2.3 | | Valvulaves Internos | Cod 50 | \$600.00 |
| 1.1 | Monitor de SO2 continuo | Monitor | API 100A | \$12,610.00 |
| 1.2 | | Kit de Consumibles | Cod 45 | \$600.00 |
| 1.3 | | Valvulaves Internos | Cod 50 | \$760.00 |
| 5.1 | Monitor continuo de PM10 TEOM | Monitor | API 1400a | \$25,330.00 |
| 1.1 | Sistema de calibración automático | Calibrador | API 700 | \$13,610.00 |
| 1.2 | | Integral Ozone Generador | | \$2,600.00 |
| 1.3 | | Local Automatic Leak Check | | \$150.00 |
| 1.4 | | Kit de Consumibles | | \$1,500.00 |
| 2.1 | Aire Zero | Aire Zero | API 701 | \$4,900.00 |
| 2.2 | | Hydrocarbon | | \$1,980.00 |
| 2.3 | | Kit de Consumibles | | \$920.00 |

no incl. IGV

ANEXO 4: COSTO DE 5 ESTACIONES

| Inversión: 5 Estaciones sin estación metereológica | | |
|---|------------------|------------------|
| | Costo | Deducción |
| Equipos para Monitoreo automático | USD | USD |
| Analizador O3 | 20860.00 | 5013.92 |
| Valvolas internos | 1540.00 | 370.15 |
| Analizador SO2 | | |
| Valvolas internos | | |
| Analizador NOx | 66625.00 | 16014.01 |
| Valvolas internos | 3000.00 | 721.08 |
| Analizador CO | | |
| Valvolas internos | | |
| Monitor continuo de PM 10 TEOM | | |
| Monitor continuo de PM 2.5 TEOM | 126650.00 | 30441.64 |
| Calibrador | 13610.00 | 3271.30 |
| Integral Ozone Generator | 2600.00 | 624.94 |
| Local Automatic Leak Check | 150.00 | 36.05 |
| Aire cero | 4900.00 | 1177.77 |
| Hydrocarbon | 1980.00 | 475.91 |
| Gas Patrón | | |
| Data logger | 25025.00 | 6016.01 |
| Acondicionador de Aire | 7728.7 | 1857.67 |
| Soporte para equipos de monitoreo (rack) | 40000.00 | 9614.41 |
| Bomba | 1000.00 | 240.36 |
| Fax modem | 625.00 | 150.23 |
| Total Monitores | 316293.70 | 76025.46 |
| Equipos Estación Meteorológica | 0.00 | 0.00 |
| Sensor 014 ^a velocidad de viento, 15 m cable 1805 | 550.00 | 132.20 |
| Sensor 024 ^a velocidad de viento, 15 m cable 1806 | 650.00 | 156.23 |
| Sensor 083D-1-35, temp. Y Humedad relativa, 12 m cable 2348 | 1350.00 | 324.49 |
| Sensor 370 precipitación, 10 m cable 1566 | 950.00 | 228.34 |
| Registrador de datos modelo 466 ^a | 1800.00 | 432.65 |
| Software Micromet Plus (MMP) para procesamiento de información y gráficos | 550.00 | 132.20 |
| AX-130 panel solar de 30 watt, incluye panel w36 amp/hr batería | 1100.00 | 264.40 |
| 970895 Torre de 10 m | 3000.00 | 721.08 |
| 191-1 Soporte para sensores | 200.00 | 48.07 |
| Ax-961 modulo de transferencia de datos | 550.00 | 132.20 |
| Sensor de presión barométrica | 650.00 | 156.23 |
| Sensor de radiación neta | 1450.00 | 348.52 |
| Evaporímetro, tanque de evaporción | 3000.00 | 721.08 |
| Total Meteorológica | 15800.00 | 3797.69 |
| Equipos Estación Metereológica | | |
| Sensor para dirección de viento | 776.00 | 186.52 |
| Sensor para velocidad de viento | 715.00 | 171.86 |
| Sensor RH/Temperatura | 1232.00 | 296.12 |
| Piranómetro | 1750.00 | 420.63 |
| 8" Rain Gauge (pluviometro) | 572.00 | 137.49 |
| Translator W/multinet | 1170.00 | 281.22 |
| Cross arm assembly | 185.00 | 44.47 |
| Torre para la estación (10 metros) | 841.00 | 202.14 |
| Total Meteorológica | 7241.00 | 1740.45 |

| Inversión: 5 Estaciones sin estación metreológica | | |
|--|------------------|------------------|
| | Costo | Deducción |
| Comunicación Estación - Central | · USD | USD |
| Computadora | 1500.00 | 360.54 |
| Software | 1000.00 | 240.36 |
| Sistema de Back-up (80 GB) | 300.00 | 72.11 |
| Impresora | 180.00 | 43.26 |
| Router | 150.00 | 36.05 |
| Herramientas | 10000.00 | 2403.60 |
| Software para el menejo de los estaciones y los data loggers | 7200.00 | 1730.59 |
| Fax - Modem | 125.00 | 30.05 |
| Linea Telefono | 100.00 | 24.04 |
| Vehiculo | 22000.00 | 5287.93 |
| Mobiliario | 5000.00 | 1201.80 |
| Total Central | 47555.00 | 11430.34 |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | | |
| Estabilizador | 2050.00 | 492.74 |
| UPS | 5950.00 | 1430.14 |
| Protectores de línea telefónica y fusibles | 1920.00 | 461.49 |
| Jabalina para protección contra rayos | 500.00 | 120.18 |
| Total Seguridad | 10420.00 | 2504.55 |
| Infraestructura para la Estación | | |
| Container 2.5m x 4.5m | 36000.00 | 8652.97 |
| Fundación para la estación | 25000.00 | 6009.01 |
| Toma de tierra | 4000.00 | 961.44 |
| Instalaciones adicionales (electrico, aparturas, etc.) | 75000.00 | 18027.03 |
| Total Infraestructura para la Estación | 140000.00 | 33650.45 |
| Total Inversión | 530068.70 | 127408.50 |

| Costos anuales (5 estaciones) | 1 año | 2 año | 3 año | 4 año | 5 año | 6 año | 7 año | 8 año | 9 año | 10 año |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Equipos para Monitoreo automático | 76025.46 | 76025.46 | 76025.46 | 76025.46 | 76025.46 | 76025.46 | 76025.46 | | | |
| Equipos Estación Meteorológica | 5538.14 | 5538.14 | 5538.14 | 5538.14 | 5538.14 | 5538.14 | 5538.14 | | | |
| Comunicación Estación - Central | 11430.34 | 11430.34 | 11430.34 | 11430.34 | 11430.34 | 11430.34 | 11430.34 | | | |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | 2504.55 | 2504.55 | 2504.55 | 2504.55 | 2504.55 | 2504.55 | 2504.55 | | | |
| Infraestructura para la Estación | 33650.45 | 33650.45 | 33650.45 | 33650.45 | 33650.45 | 33650.45 | 33650.45 | | | |
| Deducción | 129148.95 | 129148.95 | 129148.95 | 129148.95 | 129148.95 | 129148.95 | 129148.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Recursos Humanos | | | | | | | | | | |
| 1 Profesional electrónico | 22500.00 | 22500.00 | 22500.00 | 22500.00 | 22500.00 | 22500.00 | 22500.00 | 22500.00 | 22500.00 | 22500.00 |
| 1 Jefe de equipo para procesamiento de datos e interpretación | 12500.00 | 12500.00 | 12500.00 | 12500.00 | 12500.00 | 12500.00 | 12500.00 | 12500.00 | 12500.00 | 12500.00 |
| Recursos Humanos | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 |
| Insumos para Equipos | | | | | | | | | | |
| CPU para reposición a cualquier equipo | 850.00 | | | | 850.00 | | | | 850.00 | |
| Tarjeta V/F | 1672.00 | | | | 1672.00 | | | | 1672.00 | |
| Kit de reconstrucción bomba externa NOx | 232.00 | | | | 232.00 | | | | 232.00 | |
| gas patron | 4100.00 | | 4100.00 | | 4100.00 | | 4100.00 | | 4100.00 | |
| Lámpara UV para Ozono | | 812.00 | | 812.00 | | 812.00 | | 812.00 | | 812.00 |
| Lámpara UV para SO2 | | | | | | | | | | |
| Kit de consumibles NO2 | 3325.00 | 3325.00 | 3325.00 | 3325.00 | 3325.00 | 3325.00 | 3325.00 | 3325.00 | 3325.00 | 3325.00 |
| Kit de consumibles O3 | 1540.00 | 1540.00 | 1540.00 | 1540.00 | 1540.00 | 1540.00 | 1540.00 | 1540.00 | 1540.00 | 1540.00 |
| Kit de consumibles CO | | | | | | | | | | |
| Kit de consumibles SO2 | | | | | | | | | | |
| Filtros de muestreo de fibra de vidrio | 2275.00 | 2275.00 | 2275.00 | 2275.00 | 2275.00 | 2275.00 | 2275.00 | 2275.00 | 2275.00 | 2275.00 |
| Bomba externa (en caso de no reconstruir) | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 | 582.00 |
| Fusibles | | | | | | | | | | |
| Protectores de línea telefónica | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Insumos para Equipos | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 |
| Mantenimiento en fábrica | | | | | | | | | | |
| Calibración de la estación metereológica | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 |
| Mantenimiento en fábrica | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 |
| Gastos Corrientes | | | | | | | | | | |
| Transporte para calibraciones | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 |
| Transporte para verificaciones | 5200.00 | 5200.00 | 5200.00 | 5200.00 | 5200.00 | 5200.00 | 5200.00 | 5200.00 | 5200.00 | 5200.00 |
| Alquiler de Oficina | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 | 12000.00 |
| Utiles oficina | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 | 6000.00 |
| Comunicación | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 |
| Mantenimiento | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 | 3600.00 |
| Conexión internet (anual) | 240.00 | 240.00 | 240.00 | 240.00 | 240.00 | 240.00 | 240.00 | 240.00 | 240.00 | 240.00 |
| Seguro (equipo electrónico, incendio, rayo) | 900.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 |
| Electricidad, agua, seguridad | 3675.00 | 3675.00 | 3675.00 | 3675.00 | 3675.00 | 3675.00 | 3675.00 | 3675.00 | 3675.00 | 3675.00 |
| Auditorias | 10000.00 | 10000.00 | 10000.00 | 10000.00 | 10000.00 | 10000.00 | 10000.00 | 10000.00 | 10000.00 | 10000.00 |
| Gastos Corrientes | 47815.00 | 47815.00 | 47815.00 | 47815.00 | 47815.00 | 47815.00 | 47815.00 | 47815.00 | 47815.00 | 47815.00 |
| Otros por unica vez | | | | | | | | | | |
| Instalación de estación de monitoreo | 20000.00 | | | | | | | | | |
| Seguro y flete equipos desde proveedor | 20000.00 | | | | | | | | | |
| Otros por unica vez | 40000.00 | | | | | | | | | |
| Total | 270,639.95 | 224,597.95 | 227,885.95 | 224,597.95 | 230,639.95 | 224,597.95 | 227,885.95 | 95,449.00 | 101,491.00 | 95,449.00 |

| Costos anuales (5 estaciones) | 1 año | 2 año | 3 año | 4 año | 5 año | 6 año | 7 año | 8 año | 9 año | 10 año |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Equipos para Monitoreo automático | 76,025.46 | 76,025.46 | 76,025.46 | 76,025.46 | 76,025.46 | 76,025.46 | 76,025.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Equipos Estación Meteorológica | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 5,538.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Comunicación Estación - Central | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 11,430.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Infraestructura para la Estación | 33,650.45 | 33,650.45 | 33,650.45 | 33,650.45 | 33,650.45 | 33,650.45 | 33,650.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Recursos Humanos | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 | 35,000.00 |
| Insumos para Equipos | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,676.00 | 8,634.00 |
| Calibración de la estación meteorológica | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| Gastos Corrientes | 47,815.00 | 47,815.00 | 47,815.00 | 47,815.00 | 47,815.00 | 47,815.00 | 47,815.00 | 47,815.00 | 47,815.00 | 47,815.00 |
| Otros por unica vez | 40,000.00 | | | | | | | | | |
| Total | 270,639.95 | 224,597.95 | 227,885.95 | 224,597.95 | 230,639.95 | 224,597.95 | 227,885.95 | 95,449.00 | 101,491.00 | 95,449.00 |

| Tabla Resumen | monto sin IGV | monto con IGV |
|--|-------------------|-------------------|
| Total Inversión | 530,068.70 | 630,781.75 |
| Mantenimiento 2 años | 384,646.92 | 274,637.90 |
| Total (Inversión+mantenimiento) | 914,715.62 | 905,419.66 |
| Promedio por los primeros 10 años | 192,323.46 | |

| Inversión Red Automática de PROTRANSPORTE (parte 1) | | Años | | 7 | 5 Estaciones (parciales) | | |
|---|---------------------|--------------------|--------|------|--------------------------|-------------|-----------|
| ITEM | Costo de Planta | Deducción | | | Interés | Costo de | Deducción |
| | USD | USD | | | % | USD | USD |
| Equipos para Monitoreo automático | | | | | | | |
| Analizador O3 | \$10,430.00 | \$2,506.96 | 0.2404 | 0.15 | \$20,860.00 | \$5,013.92 | |
| Valvulas internas | \$770.00 | \$185.08 | 0.2404 | 0.15 | \$1,540.00 | \$370.15 | |
| Analizador SO2 | \$12,610.00 | \$3,030.94 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Valvulas internas | \$760.00 | \$182.67 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Analizador NOx | \$13,325.00 | \$3,202.80 | 0.2404 | 0.15 | \$66,625.00 | \$16,014.01 | |
| Valvulas internas | \$600.00 | \$144.22 | 0.2404 | 0.15 | \$3,000.00 | \$721.08 | |
| Analizador CO | \$12,675.00 | \$3,046.57 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Valvulas internas | \$600.00 | \$144.22 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Monitor continuo de PM 10 TEOM | \$25,330.00 | \$6,088.33 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Monitor continuo de PM 2.5 TEOM | \$25,330.00 | \$6,088.33 | 0.2404 | 0.15 | \$126,650.00 | \$30,441.64 | |
| Calibrador | \$13,610.00 | \$3,271.30 | 0.2404 | 0.15 | \$13,610.00 | \$3,271.30 | |
| Integral Ozone Generador | \$2,600.00 | \$624.94 | 0.2404 | 0.15 | \$2,600.00 | \$624.94 | |
| Local Automatic Leak Check | \$150.00 | \$36.05 | 0.2404 | 0.15 | \$150.00 | \$36.05 | |
| Aire cero | \$4,900.00 | \$1,177.77 | 0.2404 | 0.15 | \$4,900.00 | \$1,177.77 | |
| Hidrocarbon | \$1,980.00 | \$475.91 | 0.2404 | 0.15 | \$1,980.00 | \$475.91 | |
| Gas Patrón | | | 0.2404 | 0.15 | \$0.00 | \$0.00 | |
| Data logger | \$5,005.00 | \$1,203.00 | 0.2404 | 0.15 | \$25,025.00 | \$6,015.02 | |
| Acondicionador de Aire | \$1,545.74 | \$371.53 | 0.2404 | 0.15 | \$7,728.70 | \$1,857.67 | |
| Soporte para equipos de monitoreo (rack) | \$8,000.00 | \$1,922.88 | 0.2404 | 0.15 | \$40,000.00 | \$9,614.41 | |
| Bomba | \$200.00 | \$48.07 | 0.2404 | 0.15 | \$1,000.00 | \$240.36 | |
| Fax modem | \$125.00 | \$30.05 | 0.2404 | 0.15 | \$625.00 | \$150.23 | |
| | \$140,545.74 | \$33,781.63 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Equipos Estación Meteorológica | | | | | | | |
| Sensor 014 ^a velocidad de viento, 15 m cable 1805 | \$550.00 | \$132.20 | 0.2404 | 0.15 | \$550.00 | \$132.20 | |
| Sensor 024 ^a velocidad de viento, 15 m cable 1806 | \$650.00 | \$156.23 | 0.2404 | 0.15 | \$650.00 | \$156.23 | |
| Sensor 083D-1-35, temp. Y Humedad relativa, 12 m cable 2348 | \$1,350.00 | \$324.49 | 0.2404 | 0.15 | \$1,350.00 | \$324.49 | |
| Sensor 370 precipitación, 10 m cable 1566 | \$950.00 | \$228.34 | 0.2404 | 0.15 | \$950.00 | \$228.34 | |
| Registrador de datos modelo 466 ^a | \$1,800.00 | \$432.65 | 0.2404 | 0.15 | \$1,800.00 | \$432.65 | |
| Software Micromet Plus (MMP) para procesamiento de información y gráficos | \$550.00 | \$132.20 | 0.2404 | 0.15 | \$550.00 | \$132.20 | |
| AX-130 panel solar de 30 watt, incluye panel w36 amp/hr batería | \$1,100.00 | \$264.40 | 0.2404 | 0.15 | \$1,100.00 | \$264.40 | |
| 970895 Torre de 10 m | \$3,000.00 | \$721.08 | 0.2404 | 0.15 | \$3,000.00 | \$721.08 | |
| 191-1 Soporte para sensores | \$200.00 | \$48.07 | 0.2404 | 0.15 | \$200.00 | \$48.07 | |
| Ax-981 modulo de transferencia de datos | \$550.00 | \$132.20 | 0.2404 | 0.15 | \$550.00 | \$132.20 | |
| Sensor de presión barométrica | \$650.00 | \$156.23 | 0.2404 | 0.15 | \$650.00 | \$156.23 | |
| Sensor de radiación neta | \$1,450.00 | \$348.52 | 0.2404 | 0.15 | \$1,450.00 | \$348.52 | |
| Evaporimetro, tanque de evaporación | \$3,000.00 | \$721.08 | 0.2404 | 0.15 | \$3,000.00 | \$721.08 | |
| Sub-Total | \$15,800.00 | \$3,797.69 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Equipos Estación Meteorológica | | | | | | | |
| Sensor para dirección de viento | \$776.00 | \$186.52 | 0.2404 | 0.15 | 776 | 186.5196422 | |
| Sensor para velocidad de viento | \$715.00 | \$171.86 | 0.2404 | 0.15 | 715 | 171.85766 | |
| Sensor RH/Temperatura | \$1,232.00 | \$296.12 | 0.2404 | 0.15 | 1232 | 296.123968 | |
| Piranómetro | \$1,750.00 | \$420.63 | 0.2404 | 0.15 | 1750 | 420.6306363 | |
| 8" Rain Gauge (pluviometro) | \$572.00 | \$137.49 | 0.2404 | 0.15 | 572 | 137.486128 | |
| Translator W/multinet | \$1,170.00 | \$281.22 | 0.2404 | 0.15 | 1170 | 281.2216254 | |
| Cross arm assembly | \$185.00 | \$44.47 | 0.2404 | 0.15 | 185 | 44.46666727 | |
| Torre para la estación (10 metros) | \$841.00 | \$202.14 | 0.2404 | 0.15 | 841 | 202.1430658 | |
| Sub-Total | \$7,241.00 | \$1,740.45 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Comunicación Estación - Central | | | | | | | |
| Computadora | \$1,500.00 | \$360.54 | 0.2404 | 0.15 | \$1,500.00 | \$360.54 | |
| Software | \$1,000.00 | \$240.36 | 0.2404 | 0.15 | \$1,000.00 | \$240.36 | |
| Sistema de Back-up (80 GB) | \$300.00 | \$72.11 | 0.2404 | 0.15 | \$300.00 | \$72.11 | |
| Impresora | \$180.00 | \$43.26 | 0.2404 | 0.15 | \$180.00 | \$43.26 | |
| Router | \$150.00 | \$36.05 | 0.2404 | 0.15 | \$150.00 | \$36.05 | |
| Herramientas | \$10,000.00 | \$2,403.60 | 0.2404 | 0.15 | \$10,000.00 | \$2,403.60 | |
| Software para el manejo de las estaciones y los data loggers | \$7,200.00 | \$1,730.59 | 0.2404 | 0.15 | \$7,200.00 | \$1,730.59 | |
| Fax - Modem | \$125.00 | \$30.05 | 0.2404 | 0.15 | \$125.00 | \$30.05 | |
| Línea Telefono | \$100.00 | \$24.04 | 0.2404 | 0.15 | \$100.00 | \$24.04 | |
| Vehículo | \$22,000.00 | \$5,287.93 | 0.2404 | 0.15 | \$22,000.00 | \$5,287.93 | |
| Mobiliario | \$5,000.00 | \$1,201.80 | 0.2404 | 0.15 | \$5,000.00 | \$1,201.80 | |
| Sub-Total | \$47,555.00 | \$11,430.34 | 0.2404 | 0.15 | | | |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | | | | | | | |
| Estabilizador | \$410.00 | \$98.55 | 0.2404 | 0.15 | \$2,050.00 | \$492.74 | |
| UPS | \$1,190.00 | \$286.03 | 0.2404 | 0.15 | \$5,950.00 | \$1,430.14 | |
| Protectores de línea telefónica y fusibles | \$384.00 | \$92.30 | 0.2404 | 0.15 | \$1,920.00 | \$461.49 | |
| Jabalina para protección contra rayos | \$100.00 | \$24.04 | 0.2404 | 0.15 | \$500.00 | \$120.18 | |
| Sub-Total | \$2,084.00 | \$500.91 | 0.2404 | 0.15 | | | |

| Inversión Red Automatica de PROTRANSPORTE (parte 2) | | Años | 7 | 5 Estaciones (parciales) | | |
|--|-----------------|------------|--------|--------------------------|--------------|--------------|
| ITEM | Costo de Planta | Deducción | | Interés | Costo de | Deducción |
| | USD | USD | | % | USD | USD |
| Infraestructura para la Estación | | | 0.2404 | 0.15 | | |
| Container 2.5m x 4.5m | \$7,200.00 | \$1,730.59 | 0.2404 | 0.15 | \$36,000.00 | \$8,652.97 |
| Toma de tierra | \$800.00 | \$192.29 | 0.2404 | 0.15 | \$4,000.00 | \$961.44 |
| Fundación para la estación | \$5,000.00 | \$1,201.80 | 0.2404 | 0.15 | \$25,000.00 | \$6,009.01 |
| Instalaciones adicionales (eléctrico, aparturas, etc.) | \$15,000.00 | \$3,605.41 | 0.2404 | 0.15 | \$75,000.00 | \$18,027.03 |
| Sub-Total | \$28,000.00 | \$6,730.09 | | | | |
| Total: | | | | | \$537,309.70 | \$129,676.75 |

| ITEM | Costo de Planta | Deducción | | Interés |
|--|-----------------|-------------|--------|---------|
| | USD | USD | | % |
| Equipos para Laboratorio | | | | |
| Balanza analítica | 8,000 | \$1,922.88 | 0.2404 | 0.15 |
| Espectrofotómetro | 5,000 | \$1,201.80 | 0.2404 | 0.15 |
| Micropipeta automática | 400 | \$96.14 | 0.2404 | 0.15 |
| Tubos NO2 | 600 | \$144.22 | 0.2404 | 0.15 |
| Tubos O3 | 800 | \$192.29 | 0.2404 | 0.15 |
| Equipos PM10: Impactador Harvard | 7,500 | \$1,802.70 | 0.2404 | 0.15 |
| Equipos PM10: Restrictor de flujo | 750 | \$180.27 | 0.2404 | 0.15 |
| Equipos PM10: Bombas | 1,000 | \$240.36 | 0.2404 | 0.15 |
| Portafiltros para PM10 | 100 | \$24.04 | 0.2404 | 0.15 |
| sub total | \$ 24,150.00 | \$ 5,804.70 | | |
| Equipos en los Sitios | | \$0.00 | 0.2404 | 0.15 |
| Cajas de Protección para Tubos pasivos | 100 | \$24.04 | 0.2404 | 0.15 |
| Protección de Equipos PM10 | 300 | \$72.11 | 0.2404 | 0.15 |
| Extensiones de Cables | 50 | \$12.02 | 0.2404 | 0.15 |
| Manguera para Equipo PM10 | 20 | \$4.81 | 0.2404 | 0.15 |
| sub total | \$ 470.00 | \$ 112.97 | | |
| Total | \$ 24,620.00 | \$ 5,917.67 | | |

inversión por estación (5 Estaciones) Parte 2

| ITEM | Precio Indicativo* | Uso general | | Estación 1 | | Estación 2 | | Estación 3 | | Estación 4 | | Estación 5 | | Sub-totL |
|--|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|
| | | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | Inversión | Consumible | |
| <i>Sistema de seguridad (rayos, alta tensión)</i> | USD | USD | | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD |
| Estabilizador | \$410.00 | | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$410.00 | | \$0.00 |
| UPS | \$1,190.00 | | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$1,190.00 | | \$2,050.00 |
| Protectores de línea telefónica y fusibles | \$384.00 | | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$384.00 | | \$5,950.00 |
| Jabalina para protección contra rayos | \$100.00 | | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$100.00 | | \$1,920.00 |
| | | | | | | | | | | | | | | \$500.00 |
| | | | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| <i>Infraestructura para la Estación</i> | | | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| Container 2.5m x 4.5m | \$7,200.00 | | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$0.00 |
| Fundación para la estación | \$5,000.00 | | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$36,000.00 |
| Toma de tierra | \$800.00 | | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$25,000.00 |
| Instalaciones adicionales (eléctrico, aperturas, etc.) | \$15,000.00 | | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$4,000.00 |
| Total estación: | | \$50,981.00 | \$2,420.00 | \$95,414.74 | \$1,365.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$96,960.48 | \$1,365.00 | \$75,000.00 |
| Total: | | | | | | | | | | | | | | \$502,545.44 |

* no incl. IGV

Inversión por estación (4 Estaciones) Parte 2

| ITEM | Precio indicativo* USD | Uso general | | Estación 1 | | Estación 2 | | Estación 3 | | Estación 4 | | sub totales USD |
|--|---------------------------|------------------|------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | | Inversión USD | Consumible | Inversión USD | Consumible USD | Inversión USD | Consumible USD | Inversión USD | Consumible USD | Inversión USD | Consumible USD | |
| Infraestructura para la Estación | | | | | | | | | | | | \$0.00 |
| Container 2.5m x 4.5m | \$7,200.00 | | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$7,200.00 | | \$28,800.00 |
| Bagón | \$5,000.00 | | | | | | | | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 |
| Fundación para la estación | \$5,000.00 | | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$5,000.00 | | \$20,000.00 |
| Toma de tierra | \$800.00 | | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$800.00 | | \$3,200.00 |
| Instalaciones adicionales (eléctrico, aperturas, etc.) | \$15,000.00 | | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$15,000.00 | | \$60,000.00 |
| Total estación: | | \$50,381.00 | \$2,420.00 | \$95,414.74 | \$1,365.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$84,214.74 | \$665.00 | \$100,414.74 | \$1,365.00 | \$421,119.96 |
| Total: | | | | | | | | | | | | |

* no incl. IGV

Inversión en la central de la Red de Monitoreo

| ITEM | Unidad | Precio Indicativo USD | Inversión USD | Comentario |
|--|--------|-----------------------|--------------------|--|
| Computadora | 1 | \$1,500.00 | \$1,500.00 | 256, Monitor Flatron 17", Disco Duro: 40GB, Floppy Drive, Teclado, Mouse, CDROM, Parlantes, Estabilizador, |
| Software | 1 | \$1,000.00 | \$1,000.00 | |
| Sistema de Back-up (80 GB) | 1 | \$300.00 | \$300.00 | |
| Impresora | | \$180.00 | \$180.00 | |
| Router | | \$150.00 | \$150.00 | |
| Herramientas | | \$10,000.00 | \$10,000.00 | |
| Software para el manejo de los estaciones y los data loggers | | \$7,200.00 | \$7,200.00 | EL software permite de evaluar los datos obtenidos al instante. |
| Fax - Modem | | | \$125.00 | |
| Línea Teléfono | | | \$100.00 | |
| Vehículo | | | \$22,000.00 | |
| Mobiliario | | | \$5,000.00 | |
| Total | | | \$47,555.00 | |
| Oficina | | | | |
| Alquiler | 12 | 1,000 | 12,000 | |
| Útiles oficina | 12 | 500 | 6,000 | |
| Comunicación | 12 | 300 | 3,600 | |
| Mantenimiento | 12 | 300 | 3,600 | |
| Electricidad, agua, seguridad | 12 | 400 | 4,800 | |
| Auditorías | 2 | 5,000 | 10,000 | |
| Total costo oficina por año | | | 40,000.00 | |

Oferta Walsh (29.03.2004)

| | | | | 1 año | 2año |
|-----|-----------------------------------|----------------------------|-----------|-------------|------------|
| 3.1 | Monitor de O3 continuo | Monitor | 400 UV 03 | \$10,430.00 | |
| 3.2 | | Kit de Consumibles | Cod 42 A | | \$700.00 |
| 3.3 | | Valvulaves Internos | Cod 50 | \$770.00 | |
| 3.1 | Monitor de CO continuo | Monitor | API 300 | \$12,675.00 | |
| 3.2 | | Kit de Consumibles | Cod 42C | | \$660.00 |
| 3.3 | | Valvulaves Internos | Cod 50A | \$600.00 | |
| 2.1 | Monitor de NO2 continuo | Monitor | API 200A | \$13,325.00 | |
| 2.2 | | Kit de Consumibles | Cod 42 | | \$665.00 |
| 2.3 | | Valvulaves Internos | Cod 50 | \$600.00 | |
| 1.1 | Monitor de SO2 continuo | Monitor | API 100A | \$12,610.00 | |
| 1.2 | | Kit de Consumibles | Cod 45 | | \$600.00 |
| 1.3 | | Valvulaves Internos | Cod 50 | \$760.00 | |
| 5.1 | Monitor continuo de PM10 TEOM | Monitor | API 1400a | \$25,330.00 | |
| 1.1 | Sistema de calibración automático | Calibrador | API 700 | \$13,610.00 | |
| 1.2 | | Integral Ozone Generator | | \$2,600.00 | |
| 1.3 | | Local Automatic Leak Check | | \$150.00 | |
| 1.4 | | Kit de Consumibles | | | \$1,500.00 |
| 2.1 | Aire Zero | Aire Zero | API 701 | \$4,900.00 | |
| 2.2 | | Hydrocarbon | | \$1,980.00 | |
| 2.3 | | Kit de Consumibles | | | \$920.00 |

no incl. IGV

ANEXO 5: RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE PROTRANSPORTE

PROTRANSPORTE

Red de Monitoreo de Calidad de Aire para Lima

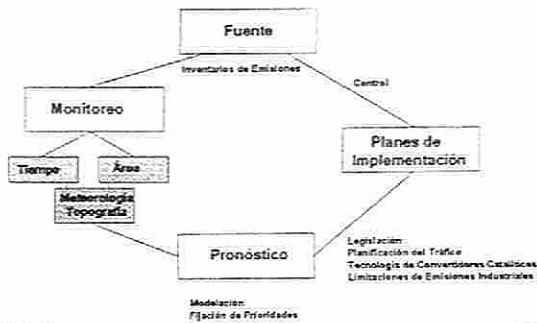
Ing. Roland Klepel

Lima, Mayo 2004

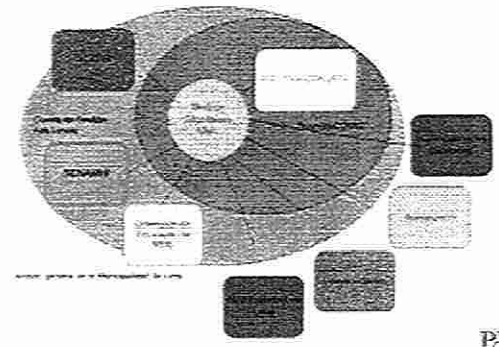
Agenda

- Introducción
- Objetivos de la consultoría
- Estado de las actividades
- Puntos a considerar
- Sigüientes pasos

Gestión de la Calidad del Aire

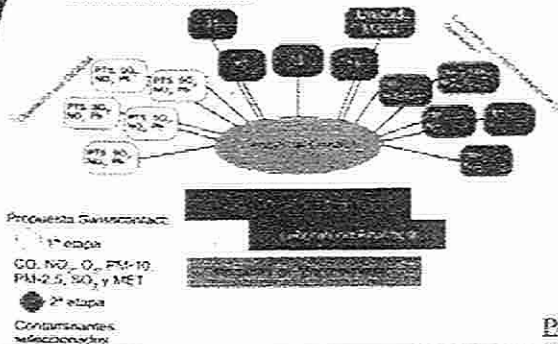


Entorno de la Red de Monitoreo



Red de Monitoreo de Calidad del Aire (Propuesta Swisscontact)

Incluido los equipos de PROTRANSPORTE, aunque la forma de administración de la red todavía no está decidido.



Objetivos del Proyecto

Como parte del programa de la calidad del aire de USAID/Perú, PA Consulting desarrollará un diseño de la red de monitoreo para PROTRANSPORTE. Específicamente, PA proporcionará asistencia técnica a PROTRANSPORTE en las sigüientes tareas:

- Tarea 1: Definición y desarrollo de los contaminantes representativos para la contaminación
- Tarea 2: Análisis de la localización de las estaciones de monitoreo
- Tarea 3: Definición de las especificaciones técnicas
- Tarea 4: Definición de los requerimientos de instalación
- Tarea 5: Desarrollo del presupuesto de operación
- Tarea 6: Análisis de la organización institucional

Cálculo para un Red de Monitoreo

Objetivos para la Red de Monitoreo PROTRANSPORTE/MML

- Generar datos para PROTRANSPORTE
 - Producir datos fiables para medir el impacto en la calidad del aire por el proyecto de PROTRANSPORTE
 - Generar datos que permitan mejorar la modelación de la mitigación de la contaminación del aire a través de este proyecto.
- Entregar el núcleo de una red de monitoreo de calidad del aire para MML, y/o complementar estaciones existentes y operadas por otras entidades para formar una red de calidad del aire de mayor alcance.
- Generar la información necesaria que permita a PROTRANSPORTE la venta de certificados de CO₂ de acuerdo a lo estipulado por el MDL del Protocolo de Kyoto.

PA

Cálculo para un Red de Monitoreo

Forma de Elaboración de la Información

Información al público: Los datos que genera la red de monitoreo tiene que ser procesada para ser accesible al público y legisladores. Es importante que sea clara la finalidad de la información.

Información geo-referenciada: Información sobre la expansión de la contaminación

Información temporal: Información de tendencias y del impacto del proyecto

PA

Evaluación de Contaminantes

Prioridad de Contaminantes a Medir

1ª Prioridad: PM, NO₂

2ª Prioridad: O₃

3ª Prioridad: CO, SO₂, etc.

PM, NO₂ indicadores para la contaminación del tráfico.
PM₁₀, PM_{2.5} especialmente del tráfico con Diesel. Tiene una incidencia directa en la salud.
NO₂ en general es un contaminante indicador de tráfico.

O₃ afecta punto en la salud y a plantas urbanamente acuáticas.

CO, SO₂ muestran más presencia por tráfico.
SO₂ alta concentración de tráfico en el Centro.
CO más concentración de vehículos de tráfico en la Guatoma.

Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
Partículas Finas (PM₁₀, PM_{2.5})
Ozono (O₃)
Monóxido de Carbono (CO)
Ozono (O₃)
Dióxido de Azufre (SO₂)

PA

Evaluación de Contaminantes

Selección de Sitios de Medición

Concentración de Contaminación

Densidad de Población

Ruta

2ª Etapa

1ª Etapa

PA

Evaluación de Contaminantes

Estación de Monitoreo

PA

Evaluación de Contaminantes

Inversión, Mantenimiento y Deducción de los Equipos

| Categoría | Costo (LSD) | Porcentaje |
|-----------------------|-------------|------------|
| Total Inversión | 401.508,09 | 41% |
| Mantenimiento 3 años | 200.754,05 | 51% |
| Deducción | 170.426,91 | 52% |
| Reserva Mant. Equipos | 35.000,00 | 17% |
| Reserva para Equipos | 14.675,00 | 7% |
| Reserva Compras | 9.435,00 | 5% |
| Otros conceptos | 40.000,00 | 19% |

El mantenimiento por 3 años es casi la mitad del presupuesto
La deducción es dentro de mitad y dos tercios del costo anual

PA

Presupuesto estimado

Red de Monitoreo Automática

Listado de los costos para la adquisición de equipos, basado en la propuesta de la red para PROTRANSPORTE:

| Equipos para Monitoreo automático | USD | Comunicación Estación - Central | |
|--|-----------|---|------------------|
| Analizador O3 | 20860.00 | Fax MCODEM | 125.00 |
| Válvulas intemas | 1540.00 | Línea telefónica | 300.00 |
| Analizador NOx | 66625.00 | Computadora e impresora para monitoreo | 1500.00 |
| Válvulas intemas | 3000.00 | Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | |
| Monitor continuo de PM 10 TEOM | 25330.00 | Estabilizador | 2050.00 |
| Monitor continuo de PM 2.5 TEOM | 126650.00 | LPS | 5950.00 |
| Calibrador | 13610.00 | Protectores de línea telefónica y fusibles | 1920.00 |
| Integral Ozone Generator | 2500.00 | Jabalina para protección contra rayos | 500.00 |
| Local Automatic Leak Check | 150.00 | Infraestructura para la Estación | |
| Aire seco | 4500.00 | Contenedor 2.5m x 4.5m | 100000.00 |
| Hidrocarbon | 1990.00 | Total Inversión | 455455.00 |
| Data logger | 31715.00 | 5 Estaciones de Monitoreo parciales | |
| Acondicionador de Aire | 2525.00 | Precios sin IGV (Aplica para BM?) | |
| Soporte para equipos de monitoreo (rack) | 40000.00 | Deducción en 7 años, Interés 15 % | |
| Bomba | 1000.00 | | |
| Fax MCODEM | 625.00 | | |

Presupuesto estimado

Red de Monitoreo Automático, Costo anual

| | 1 año | 2 año | 3 año | 4 año | 5 año |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Equipos para Monitoreo automático | 83,455.52 | 83,455.52 | 83,455.52 | 83,455.52 | 83,455.52 |
| Equipos Estación Meteorológica | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Comunicación Estación - Central | 482.69 | 482.69 | 482.69 | 482.69 | 482.69 |
| Sistema de seguridad (rayos, alta tensión) | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 | 2,504.55 |
| Infraestructura para la Estación | 24,036.04 | 24,036.04 | 24,036.04 | 24,036.04 | 24,036.04 |
| Recursos Humanos | 39,000.00 | 39,000.00 | 39,000.00 | 39,000.00 | 39,000.00 |
| Insumos para Equipos | 14,876.00 | 8,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,876.00 |
| Calibración de la estación meteorológica | 2,000.00 | 2,000.00 | 2,000.00 | 2,000.00 | 2,000.00 |
| Gastos Cometes | 6,447.00 | 6,447.00 | 6,447.00 | 6,447.00 | 6,447.00 |
| Otros por esta vez | 40,000.00 | | | | |
| Total | 206,559.81 | 160,526.81 | 162,819.81 | 160,533.81 | 166,577.81 |

| | 6 año | 7 año | 8 año | 9 año | 10 año |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Sin tener en cuenta la inflación | 83,455.52 | 85,455.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 482.69 | 482.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2,504.55 | 2,504.55 | 0.00 | 0.00 | 2.02 |
| Costo promedio: | | | | | |
| USD 133,869.36 (anual) | 24,036.04 | 24,036.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| USD 11,155.78 (mes) | 30,000.00 | 30,000.00 | 30,000.00 | 30,000.00 | 30,000.00 |
| | 6,634.00 | 11,922.00 | 8,634.00 | 14,876.00 | 8,634.00 |
| | 2,000.00 | 2,000.00 | 2,000.00 | 2,000.00 | 2,000.00 |
| | 6,447.00 | 6,447.00 | 6,447.00 | 6,447.00 | 6,447.00 |
| Financiamiento para 2 a 3 años | 160,527.81 | 167,827.81 | 50,063.00 | 56,127.00 | 50,067.00 |