

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y TEXTIL



**“REDES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE
AMBIENTAL-CASO LOTE 88”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUIMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

RICARDO VICTOR CASAVILCA QUISPE

LIMA – PERU

2006

INDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCION	5
3. CONCEPTOS	7
3.1 Objetivos de un Programa de Monitoreo de Calidad de aire	7
3.2 Alcances para el desarrollo de un Programa de Monitoreo	10
3.3 Glosario de términos	11
3.4 Dispersión	14
4 DESARROLLO DEL TEMA	15
4.1 Factores Generales	15
4.1.1 Fuentes de Emisión	15
4.1.2 Información Demográfica	16
4.1.3 Información Metereológica	16
4.1.4 Información Topográfica	17
4.1.5 Información previa de calidad de aire	18
4.2 Clasificacion de sitios de medición	19
4.3 Número y distribución de los sitios de muestreo	20
4.3.1 Red Geométrica	21
4.3.2 Red mas selectiva	22
4.3.3 Modelo de dispersión	22
4.4 Criterios de selección de sitios	24
4.4.1 Representatividad	24
4.4.2 Requerimientos para la comparabilidad	25
4.4.3 Requerimientos físicos	25
4.4.4 Determinación de escalas de monitoreo	26
4.5 Aplicación	28
4.5.1 Fuentes de emisión en la Fases de Operación	28
4.5.2 Comunidades cercanas a la Planta de Gas	32
4.5.2.1 Demografia	32

4.5.2.2 Salud	33
4.5.3 Cambios climáticos	34
4.5.4 Topografía alrededor de la Planta de Gas	35
4.5.5 Información previa de calidad de aire en el Campamento Malvinas	36
4.5.6 Determinación de la Red de Monitoreo	39
4.5.6.1 Red Geométrica aplicado para la Planta	39
4.5.6.2 Red mas selectiva aplicado para la Planta	40
4.6 Red de Monitoreo en el Campamento Malvinas	42
4.7 Análisis	45
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1 Conclusiones	47
5.2 Recomendaciones	49
6. BIBLIOGRAFÍA	50
7. APÉNDICE	
Apéndice A1: Mapa de Ubicación del Campamento Las Malvinas	
Apéndice A2: Mapa con las estaciones de calidad del aire y fuentes de emisiones gaseosas en la Planta de Gas Las Malvinas - Fase Operación	
Apéndice B: Mapa con red geométrica en la Planta de Gas Las Malvinas.	
Apéndice C: Mapa con la red de monitoreo actual y propuesta	
Apéndice D: Criterios de Ubicación de toma de muestras.	
Apéndice E: Resultados del monitoreo de las estaciones de calidad del aire	
Apéndice F: Estándares de Calidad de Aire Nacionales	
Apéndice G: Encuesta a las Comunidades sobre el Proyecto	
Apéndice H: Rosa de Vientos de las estaciones de monitoreo actuales	

1. RESUMEN

En el presente Informe se describen los conceptos, factores y criterios que según las guías internacionales y las normas legales peruanas para el sub sector hidrocarburos son necesarias, para la ubicación de estaciones en una red de monitoreo de calidad del aire en general.

En la primera parte de este informe se desarrolla la teoría acerca de estos factores y criterios para establecer una red de monitoreo de calidad del aire, luego en la segunda parte de este Informe se desarrolla la aplicación de estos factores y criterios para la determinación del número, distribución y ubicación espacial de estaciones en una red de monitoreo de calidad del aire; para la zona donde se encuentra ubicada la Planta de Gas de Camisea; y finalmente se muestra un análisis donde se compara la red de monitoreo obtenida, con la red de monitoreo de calidad del aire existente en la Planta de Gas de Camisea, ubicado en el Campamento Las Malvinas.

En el desarrollo de los factores, se muestra una recopilación de información mediante la cual se crea una base de datos que sirven como criterios de diseño para una red de monitoreo, la cual también servirá para determinar el número de estaciones y su distribución. De esta manera se realizará la aplicación sobre la zona donde se encuentra la Planta de Gas, seguidamente mediante un análisis se harán las comparaciones entre ésta red propuesta y la red de monitoreo que tiene la Planta de Gas de Camisea.

2. INTRODUCCION:

El establecimiento de una red de monitoreo de calidad del aire, implica factores y criterios para su establecimiento. Sin embargo, éstos pueden variar a través del tiempo, lo cual hace que una red de monitoreo de calidad del aire se encuentre en un proceso de evaluación después de un cierto período. La optimización de una red de monitoreo cobra gran relevancia; porque ello va a permitir el cumplimiento de los objetivos, que tiene todo Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire.

En ese sentido, el presente Informe de Suficiencia tiene los siguientes objetivos:

OBJETIVOS:

- Establecer los criterios que se utilizan para el establecimiento de una red de monitoreo de la calidad del aire.
- Aplicar los criterios y factores desarrollados para determinar una red de monitoreo de calidad del aire en la Planta de Gas de Camisea.
- Demostrar a través de esta aplicación, que una red de monitoreo de calidad del aire puede ser optimizada a través del tiempo.

ALCANCE:

El Lote 88 está compuesto principalmente por los siguientes sub-proyectos: La Planta de Gas y los dos pozos de perforación (Pozo San Martín 1, Pozo San Martín 3). Debido a la magnitud del proyecto el alcance de este Informe de Suficiencia será solamente para la Planta de Gas de Camisea, ubicado en el Campamento Malvinas durante la fase de operación.

La Compañía Pluspetrol cuenta con un Programa de Monitoreo de calidad del aire mediante el cual se realizan mediciones de los diferentes contaminantes del aire, mediante equipos de muestreo las cuales se ubican en determinadas estaciones de monitoreo. Estas estaciones han sido determinadas en número, distribución y ubicación espacial por la misma Compañía, pero no se conoce cuales fueron los criterios que se utilizaron para llevar a cabo estas determinaciones. Por lo expuesto ante la demanda de una mayor información sobre este tema y debido a que normalmente las empresas consultoras internacionales y algunas nacionales especializadas en medio ambiente efectúan estos estudios, en este Informe se

desarrollaran éstos criterios y se realizará una aplicación de los mismos sobre la Planta de Gas de Camisea, para luego comparar esta aplicación con la ubicación de las estaciones de monitoreo que determinó la Compañía Pluspetrol.

La Planta de Gas de Camisea, por su ubicación, no tiene influencia de otros contaminantes del aire por parte de otras fuentes de emisión gaseosas que puedan provenir de un entorno cercano. Por ello el uso de guías internacionales para establecer estaciones de monitoreo de calidad del aire en zonas urbanas abarca criterios mas desarrollados en el sentido espacial de la ubicación de estaciones y éstas se manejan en redes de monitoreo mucho más grandes. Sin embargo para la aplicación en zonas industriales como en el caso de la Planta de Gas de Camisea o zonas industriales con topografías similares, existen factores generales que establecen criterios comunes que también se utilizarían para zonas urbanas, y que finalmente se toman en cuenta para el establecimiento de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en este tipo de zonas industriales.

Estos criterios a su vez que se desarrollarán en este Informe complementará a las ya existentes normas legales peruanas dadas por el Ministerio de Energía y Minas. Finalmente este documento tiene la intención de ser una guía para cumplir con los propósitos mencionados y servir como una herramienta para el Ingeniero Químico, que va a tener responsabilidades con el Monitoreo de la calidad del aire.

3. CONCEPTOS

3.1 Objetivos de un Programa de monitoreo de calidad del aire

El objetivo primario de cada estación en una red de muestreo, es posibilitar la detección de las concentraciones máximas a nivel del suelo del contaminante relacionado a determinada fuente, para demostrar el grado de cumplimiento con los estándares aplicados en el país. Un objetivo secundario es medir los impactos del contaminante (o contaminantes) sobre un receptor considerado sensitivo (por ejemplo áreas residenciales cercanas, barrios, ciudades, mercados, granjas) que puede ser adversamente afectado por las emisiones atmosféricas consideradas.

Para un mejor entendimiento de los objetivos del monitoreo estos se pueden dividir en dos grupos, los cuales se desarrollan líneas abajo: el primer grupo (a y b) incluyen los objetivos para un programa de monitoreo para una industrializada ciudad en promedio con una actual o potencial problema de contaminación del aire. Ellos cubren los requerimientos básicos de un monitoreo y un segundo grupo (desde la c hasta la i) donde se incluyen los objetivos de monitoreo mas especializados en naturaleza y también técnicamente un poco mas complejos y, de acuerdo a la situación local podría o no podría formar parte de un programa de monitoreo de calidad del aire.

- a) Para observar las tendencias de largos períodos
- b) Para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire y evaluar las estrategias de control.
- c) Para activar procedimientos de control de emergencias
- d) Para evaluar riesgos a la salud humana
- e) Para evaluar otros riesgos medio ambientales
- f) Para proveer datos para la planificación de uso de tierras
- g) Para validar modelos de dispersión
- h) Para investigar específicas demandas
- i) Para llevar a cabo estudios de evaluación inicial

a) Para observar las tendencias de largos períodos.- Esto es para detectar algún deterioro en la elevación de la calidad del aire proveniente de un desarrollo industrial. Para este propósito se usará una red de equipos operados manualmente durante 24 horas de muestreo, y en mayores períodos de tiempo. Mucha mayor información podría ser obtenida si la red pudiera realizar observaciones ininterrumpidos sobre las 24 horas. Los análisis estadísticos pueden entonces ser hechos no sólo para proveer promedios anuales, las tendencias pueden ser estudiadas por semanas e interrelacionarlas con los factores metereológicos. Cuando se realizan evaluaciones de tendencias, se debe estar seguro de que el muestreo se ha llevado cabo a través de cada año o al menos en períodos representativos.

b) Para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire y evaluar las estrategias de control.-Para los estándares de calidad del aire, el objetivo deberá ser la evaluación de las concentraciones que son relevantes para la exposición de la población en general,, sin la inclinación de fuentes locales o condiciones de dispersión inusuales.

c) Para activar procedimientos de control de emergencias.-Esto sería principalmente un problema de prevención del tiempo, y a su vez principalmente las concentraciones de los contaminantes importantes para períodos aproximados de 24 horas en adelante. Un pre-requisito es que los modelos matemáticos deben ser desarrollados relacionando las concentraciones de los contaminantes del aire con las variables metereológicas. Los sistemas diseñados específicamente para control de emergencias pueden ser altamente sofisticados, con los recursos para dar advertencias, pero éstas serán solo justificadas si dichas advertencias pueden ser usadas efectivamente para proteger a la población.

d) Para evaluar riesgos a la salud humana.-Los efectos de los contaminantes del aire pueden ser considerados bajos dos títulos: agudos efectos, usualmente observados en condiciones de los cambios día a día en algunos índices de salud, efectos crónicos, lo cual gradualmente llegan a manifestarse después de muchos años de exposición a la contaminación. Para el primero de éstos, es necesario realizar mediciones de contaminantes sobre cortos intervalos; un período de 24

horas de muestreo es en general adecuado, pero la evaluación de concentraciones pico durante las observaciones diarias sobre períodos cortos de tiempo pueden ser requeridas. En relación con los efectos crónicos, los promedios anuales pueden ser suficiente.

e) Para evaluar otros riesgos medio ambientales.-Riesgos de daños a plantas y árboles dentro de el área urbana, pueden usualmente ser evaluados en base a observaciones sobre períodos de 24 horas como los indicados en los objetivos a y d. Sin embargo, una exposición breve a altas concentraciones (por ejemplo dióxido de sulfuros u ozono) puede dañar flores sensibles, por lo que instrumentos de monitoreo continuo pueden ser requeridos si dichas consideraciones son de gran importancia.

f) Para proveer datos para la planificación de uso de tierras.-Los patrones de uso de tierras y las actividades que acompañan a éstas, determinan para grandes extensiones los tipos y cantidades de contaminantes generados en un área.

g) Para validar modelos de dispersión.- Los Modelos de dispersión pueden ser relacionados para las emisiones de una sola fuente de emisión o de un efecto integrado de múltiples fuentes. En la mayoría de casos una extensa red de monitoreo usando instrumentos automáticos es requerido para un período aproximado de un año para “calibrar” el modelo.

h) Para investigar específicas demandas.-Para la investigación de específicas demandas el muestreo puede ser dirigido a recoger la contaminación de las fuentes locales. Desde que los resultados del monitoreo son influenciados por los cambios pequeños en la dirección del viento, un gran número de muestreadotes pueden ser requeridos y un equipamiento de monitoreo continuo puede tener que estar incluido para que los picos de tránsito puedan ser observados. Estaciones de muestreo móviles pueden ser evaluados en dichos casos

i) Para llevar a cabo estudios de evaluación inicial.-Donde no se han realizado mediciones antes o donde un nuevo tipo de problema de contaminación es surgido, un estudio exploratorio puede ser llevado a cabo por un período limitado usando muestreadotes manuales ó si está disponible una estación móvil de monitoreo. El conocimiento de las clases de combustibles usados de las

actividades industriales en el área es importante como una guía de los tipos de contaminantes para ser muestreados. Cuando hay mayores cambios en factores meteorológicos el estudio debería incluir cuando los niveles de contaminación del aire, son esperados para ser altos.

3.2 Alcances para el desarrollo de un programa de monitoreo

El diseño de un programa de monitoreo siempre envolverá la consideración de un número extenso de preguntas de qué, dónde, porqué y cómo realizar el monitoreo, las cuales deberían ser resueltas antes que el diseño detallado de la red específica pueda ser resuelto.

A continuación se resume los principales factores a ser considerados en el desarrollo de los alcances para el diseño del sistema de monitoreo.

➤ **Contaminantes a ser medidos.-** Algunas redes de monitoreo incluirán instrumentos para mediciones sólo para la más comunes contaminantes urbanos, dióxidos y material particulado suspendido. Otras redes también incluirían instrumentos para los otros comunes contaminantes, como se detallará mas adelante.

➤ **Número de estaciones.-** Esto está estrechamente relacionado con los objetivos de la red de monitoreo y de los recursos disponibles.

➤ **Despliegue de estaciones.-** Las estaciones de monitoreo podrán ser locaciones fijas o estaciones de monitoreo móviles que podrían hacer mediciones en un número de estaciones diferentes. En algunas situaciones la combinación de estaciones fijas y móviles es mejor.

➤ **Tipos de Instrumentos.-** Una revisión de los tipos de equipos disponibles para las mediciones tomando en cuenta su período de muestreo en su funcionamiento, costo y los tipos de contaminantes que miden.

➤ **Períodos de muestreo.-** Tres principales períodos de muestreo deberían ser considerados 1 hora, 1 día y 1 mes. Existen instrumentos de monitoreo continuo que pueden proveer datos para todas las escalas de tiempo. El período de muestreo es particularmente importante si los resultados del monitoreo serán comparados con estándares.

➤ **Información metereológica.-** La disponibilidad de la información metereológica requerida para localizar las estaciones de monitoreo y la interpretación de los datos de monitoreo de aire debería ser determinada. Los tipos de instrumentos metereológicos típicamente requeridos para los diversos objetivos del monitoreo.

3.3 Glosario de términos

Red de monitoreo: Se conoce como red de monitoreo al conjunto de estaciones de muestreo, generalmente fijas y continuas, que se establecen para medir los parámetros ambientales y que cubren toda la extensión de un área determinada.

Muestra: Es un subconjunto o grupo de objetos o elementos seleccionados de un conjunto mayor, denominado “lote” o “universo”. Los objetos e elementos pueden ser físicos, tales como especímenes para evaluación o valores de datos que representen a muestras físicas. Salvo que se especifique de otro modo, se asume que todas las muestras serán seleccionadas en forma aleatoria. Por lo general, la información obtenida de las muestras se utiliza para obtener información o referencia sobre el conjunto mayor. Por lo general, se examinan muestras, en vez del universo por razones de economía –el universo entero bajo consideración normalmente es muy grande o muy inaccesible de evaluarlo. En muchas situaciones, el universo es infinito por definición, por lo que, es imposible de medir o verificar.

Muestra Representativa: Es aquella muestra que representa un lote o una población de la manera más precisa y apropiada posible. Una muestra representativa puede ser una muestra aleatoria o una muestra estratificada según el objetivo del muestreo y el universo conceptual de muestreo para una Acción dada.

Mediciones Continuas: En los sistemas digitales, “continuo” significa que los valores de concentración se determinan y registran por lo menos una vez cada 30 segundos.

Estaciones de Monitoreo Compensada: Son las que se habilitan para compensar cuando en la práctica no puede cumplirse alguna condición de las estaciones de monitoreo estandarizadas.

Parámetros Ambientales

Contaminante: Forma de materia o energía presente en un medio al que no pertenece, o bien, por arriba de su concentración natural en un medio no contaminado.

Contaminante primario: Contaminante emitido a la atmósfera a partir de una fuente identificable, por ejemplo CO, NOX, HC, SO2 y partículas.

Contaminante secundario: Contaminante que se forma por reacción química en la atmósfera, por ejemplo el ozono.

Aire Ambiental: La porción de la atmósfera externa a cualquier construcción a la que tiene acceso el público en general.

CO - Monóxido de carbono: El CO es un gas incoloro e inodoro que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles como gas, gasolina, kerosene, carbón, petróleo o madera

COV - Compuestos orgánicos volátiles: Estos compuestos (derivados de hidrocarburos para este Informe) son compuestos que por su punto de ebullición, pueden encontrarse en fase vapor en el aire atmosférico. Se estudian debido a que en los proyectos exploratorios se transporta a la superficie compuestos de estas características que deben ser controladas.

NO2 - Dióxido de nitrógeno: El NO2 es un gas de color marrón claro producido directa e indirectamente por la quema de combustibles a altas temperaturas como ocurre en los automóviles y plantas termoeléctricas. En el proceso de combustión, el nitrógeno en el combustible y el aire se oxidan para formar principalmente óxido nítrico NO y en menor proporción NO2. El NO emitido se convierte en NO2 mediante reacciones fotoquímicas condicionadas por la luz solar. El NO2 se combina con compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz solar para formar ozono. También se combina con agua para formar ácido nítrico y nitratos. Esto contribuye a la producción de lluvia ácida y al aumento de los niveles de PM10 y PM2.5

NO_x - Oxidos de nitrógeno: Se define como la suma de las concentraciones de NO₂ y NO.

O₃ – Ozono: El ozono (O₃) se forma en la atmósfera a partir de la reacción entre el oxígeno molecular y el atómico por reacción fotoquímica catalizada por la luz solar. Cuando hay acumulación de este gas o bien de otros oxidantes, como peróxidos, en las capas bajas de la atmósfera se producen efectos nocivos para la salud: irritación en los ojos y membranas mucosas.

SO₂ - Anhídrido sulfuroso: El gas SO₂ es un gas incoloro e inodoro en concentraciones bajas y de olor acre en concentraciones altas. Es producido por la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre como el carbón y el petróleo y por varios procesos industriales

Cuando el SO₂ y los agentes fotoquímicos reaccionan en la atmósfera, se forma el trióxido de azufre, el cual se combina con agua para formar ácido sulfúrico y partículas sulfatadas. Esto contribuye a la producción de lluvia ácida y al aumento de los niveles de material particulado con diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros PM₁₀ y 2.5 micrómetros PM_{2.5}

Material Particulado (PM): El PM son las partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire. Estas partículas tienen una composición química diversa y su tamaño puede variar hasta 100 micrones de diámetro aerodinámico. El PM se produce por la quema incompleta de combustible para motores Diesel y los combustibles sólidos, como la madera y el carbón. El PM también se puede producir por la condensación de vapores ácidos y compuestos orgánicos semivolátiles y mediante una serie de complejas reacciones del NO₂ y SO₂ en la atmósfera que finalmente forman nitratos y sulfatos, respectivamente.

H₂S - Sulfuro de Hidrógeno: El sulfuro de hidrógeno se estudia especialmente por su presencia en los gases derivados de la actividad exploratoria y de procesamiento de hidrocarburos y sus derivados en general.

3.4 Dispersión

Este concepto está relacionado con los gases emitidos por las chimeneas, ya que la función de éstas es descargar los contaminantes a suficiente altura desde la superficie terrestre para que éstos puedan dispersarse bien en la atmósfera antes de llegar al suelo. Si bien todas son iguales, las chimeneas más altas dispersan mejor los contaminantes que las más pequeñas debido a que la pluma tiene que viajar a través de una capa atmosférica más profunda antes de llegar al nivel del suelo. A medida que la pluma viaja, se extiende y dispersa.

- **Modelo de Dispersión:** Es un modelo matemático que representa un evento de contaminación de aire. El modelo se basa en la resolución de las ecuaciones de difusión atmosférica con las condiciones de contorno apropiadas a cada situación particular.
- **Barlovento:** Barlovento es de donde viene el viento o la parte más próxima del viento con respecto a un sistema tomado por referencia.
- **Sotavento:** El sotavento de un cuerpo es todo lo que está hacia donde sopla el viento con respecto a ese cuerpo.
- **Pluma:** Emanación visible de la chimenea. La altura de la pluma está determinada por la velocidad y empuje de los gases que salen por la chimenea.

4.DESARROLLO DEL TEMA

Para desarrollar los criterios en el establecimiento de redes de monitoreo de calidad del aire, el presente informe tomará principalmente como referencia lo que establece el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales mediante el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones, ya que en concordancia con las regulaciones de protección ambiental, todas las compañías productoras de hidrocarburos deben conducir programas de monitoreo de fuentes de emisión y calidad de aire ambiental.

Para ampliar la información se ha tomado en cuenta adicionalmente guías internacionales que han sido creadas con el propósito de diseñar programas de monitoreo de calidad de aire para zonas urbanas e industriales preparadas por las secretarías de la Organización Mundial de la Salud (WHO) y la Organización Meteorológica Mundial (WMO); asimismo la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA) provee de unos lineamientos para el diseño de una red de monitoreo aplicado a zonas urbanas. Sin embargo éstas definen zonas de aplicación y factores generales comunes para zonas industriales, las cuales pueden aplicarse junto con otros criterios para el establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad de aire. A continuación se mostrará el desarrollo de estos factores.

4.1 Factores Generales

4.1.1 Fuentes de Emisión

Uno de los primeros pasos para el diseño de una red de monitoreo es recolectar información concerniente a las fuentes probables de emisiones de contaminantes del aire. Las principales fuentes de emisiones podría incluir, equipos de procesos de una Planta Industrial, motores de vehículos, incineradores u otros equipos. La información debería estar colectada acerca del número, tipo, medidas y localización de estas fuentes y esto debería ser suplementado con datos, tipos y cantidades de combustible usados y sus composiciones.

Una vez realizado esto se podría estimar las concentraciones esperadas de los contaminantes del aire en el ambiente usando cálculos con los modelos de dispersión. De esta manera se tendría una evaluación inicial de los problemas que se tendría y poder ser resueltos en un breve período de tiempo con un bajo costo relativo.

4.1.2 Salud e Información Demográfica

La decisión de iniciar un programa de monitoreo esta frecuentemente basado en demandas, en muchos casos estos es causada por molestias como malos olores o polvo. El origen y la distribución geográfica, su tipo y número pueden ayudar al diseño de la red de monitoreo y sirve de auxilio para la selección de las estaciones de monitoreo.

La distribución de la población dentro del área es requerida, particularmente cuando los objetivos son evaluar la exposición humana.

Información en edades y condiciones socioeconómicas de la población normalmente obtenidas de los resultados de censos serían requerida para éstas áreas.

El monitoreo de la calidad del aire para estudios epidemiológicos es usualmente hecho en un número de áreas. Estos criterios servirán para identificar efectos probables, resultado de las exposiciones de la población a los principales contaminantes atmosféricos que estarán expuestos.

4.1.3 Información Metereológica

Los servicios metereológicos usualmente tienen información general acerca de condiciones climáticas del área, dirección del viento, velocidad del viento y variaciones de temperatura con el tiempo, los cuales son los parámetros más comunes medidos.

Las consideraciones atmosféricas pueden influir en la variabilidad espacial y temporal de los contaminantes y en su transporte. Los efectos de edificios, fuentes de calor, en fin cualquier distractor de las trayectorias del aire pueden producir anomalías locales excesivas de concentraciones del contaminante. La

meteorología debe ser considerada en conjunto con la situación geográfica del sitio y junto con ello factores como altura, dirección y extensión de las sondas de monitoreo.

Los factores meteorológicos siguientes pueden influir de manera importante en la dispersión de los contaminantes:

La **velocidad del viento** afecta el tiempo de viaje del contaminante al receptor y la dilución del aire contaminado en la dirección que experimente el viento. Las concentraciones de contaminantes son inversamente proporcionales a la velocidad del viento.

La **dirección** del viento influye en los movimientos generales de contaminantes en la atmósfera.

La **variabilidad** del viento se refiere a los movimientos aleatorios en los componentes de velocidad horizontales y verticales del viento. Estos movimientos aleatorios pueden ser considerados como turbulencia atmosférica, mecánica (causada por estructuras y cambios en el terreno) o termal (causada por calentamiento o enfriamiento de masas de la tierra o cuerpos de agua). Si los fenómenos meteorológicos impactan con alguna regularidad, los datos necesitarán ser interpretados a la luz de estas condiciones atmosféricas.

4.1.4 Información Topográfica

La topografía juega un papel importante en el rol de la selección de estaciones de monitoreo debido a los vientos locales y condiciones de estabilidad. Muchas áreas industriales se han desarrollado en valles ribereños donde hay un incremento en la tendencia de inversiones de temperatura para desarrollar y entrapar la contaminación atmosférica.

Otras características topográficas que afectan la dispersión de contaminantes incluye montañas, lagos u océanos, tal como se muestra con mayor detalle en la siguiente tabla

TABLA N°1

Resumen de la Influencia de Topografía en dispersión de contaminantes

Rasgo topográfico	Influencia en el flujo de aire	Influencia en la selección del sitio de monitoreo
Cuesta/Valle	Corrientes de aire descendentes por la noche y en los días fríos; levantamientos de vientos de valle en días limpios cuando ocurre un calentamiento de valle; tendencia cuesta-abajo en los vientos de valle.	Cuestas y valles son considerados como sitios especiales de monitoreo de aire porque generalmente se dispersan bien los contaminantes; los niveles de concentración no representan a otras áreas geográficas; posible ubicación de estación de monitoreo para determinar niveles de la concentración en una población o centro industrial en el valle.
Agua	Durante el día el agua se recoge por sobre la línea de la costa y por la noche abarca mayor superficie de tierra	Monitores sobre las líneas de la costa generalmente para las lecturas del fondo (background) o para obtener datos de contaminación sobre agua.
Colina	Cerros penetrantes que causan turbulencia; flujo aéreo alrededor de las obstrucciones durante las condiciones estables, pero encima de las obstrucciones durante las condiciones inestables.	Depende de la orientación de la fuente; las emisiones de fuente a viento-arriba generalmente se mezclan abajo de la cuesta, y ubicar la estación al pie de colina no es generalmente ventajoso; las emisiones de fuente de viento-abajo generalmente se limpian cerca de la fuente; monitorear cerca de una fuente generalmente es deseable si existe centro poblados adyacentes o si el monitoreo pretende proteger a trabajadores
Obstrucciones naturales o antropogénicas	Efectos remolino	Localizar estaciones cerca de obstrucciones no tiene, generalmente, lecturas representativas.

4.1.5 Información previa de calidad del aire

Aunque un Programa de Monitoreo Continuo no haya sido establecido, siempre hay alguna información de calidad de aire que ha sido colectado de una manera esporádica, por ejemplo, estudios especiales hechos por los servicios meteorológicos y/o de salud o de investigadores científicos o universitarios. Toda esta información debería ser colectada y serviría para una primera estimación de la magnitud del problema.

4.2 Clasificación de sitios de medición

Los sitios de monitoreo pueden ser clasificados según el tipo de ambiente en que ellos se localizan. Una categorización típica de los sitios de medición se señala en la **Tabla N°2**.

Tabla N°2

Clasificación de sitios de monitoreo y sus definiciones

Clasificación del sitio	Descripción
Centro urbano	Representa una localización urbana de la típica población expuesta en ciudades céntricas.
Urbano/aledañas (background) o de fondo	Localización urbana distanciada de fuentes y por consiguiente ampliamente representativa de las ciudades alejadas del núcleo central (Ej.: localidades elevadas, parques y áreas residenciales urbanas).
Suburbano	Tipo de localidad situada en una área residencial en las afueras de un pueblo o ciudad.
Industrial	Área donde las fuentes industriales desarrollan una importante contribución.
Rural	Localidad de campo abierta, en un área de baja densidad de población, distanciada, hasta donde es posible, de caminos, poblados y áreas industriales.
Otras	Cualquier localidad o fuente especial relacionada a fuentes de emisión específicas como estacionamientos, aeropuertos, túneles, etc. Alternativamente, un sitio localizado como punto receptor (Ej: hospital o escuela)

4.3 Número y distribución de los sitios de muestreo

El número y distribución de estaciones de monitoreo depende, además del objetivo central del monitoreo y de los factores antes mencionados, del área a ser cubierta, de la variabilidad espacial de los contaminantes y del uso final de los datos requeridos, de la disponibilidad de recursos y de la factibilidad del despliegue de instrumentos. A continuación se presentan los siguientes criterios

Tabla N°3

Criterios para determinar el número de estaciones de monitoreo	
➤	La cantidad de población que habita en el área que se pretende vigilar.
➤	La problemática existente en el área que se define en base al tipo de zonas que conforma esa área.
➤	Los recursos económicos, humanos y tecnológicos disponibles.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un criterio para establecer un número promedio de estaciones de muestreo de calidad de aire, en función de la población, tal como se muestra en la siguiente tabla

Tabla N°4

Recomendaciones de número mínimo de estaciones

Población urbana [millones]	MP10	SO2	Nox	Oxidantes	CO	Metereológicos (1)
Menos de 1	2	4	1	1	1	1
1 – 4	5	5	2	2	2	2
4 – 8	8	8	4	3	4	2
Mas de 8	10	10	5	4	5	3

(1) Velocidad y dirección del viento, Temperatura, Humedad, Gradiente de temperatura

La distribución de un número dado de estaciones de monitoreo sobre una cierta área puede básicamente ser uno de dos tipos:

- Una **red geométrica** en donde los puntos de muestreo están localizados en las intersecciones de una malla o entre cada rectángulo.
- Una **red más selectiva** que refiere a la opción de situar adentro del área que será estudiada tomando en cuenta la distribución de fuentes, población, etc.

4.3.1 Red Geométrica suelen ser mas utilizada en países donde básicamente se desea caracterizar adecuadamente el nivel de contaminación en el área, o el de realizar mediciones de rutina de contaminación del aire. Para el caso de una red geométrica hay un número de posibles variaciones con respecto a la operación de un modelo de red de monitoreo.

La TA Luft (Instrucciones Técnicas para el control de la calidad del aire en Alemania) establece un procedimiento en el que se divide a las zonas por medio de una cuadrícula, colocando puntos de muestreo en las intersecciones de cada retícula cuadrada, cuyos lados se recomienda que midan 1 Km de longitud, para la mayoría de los parámetros ambientales (Ver figura N°1).

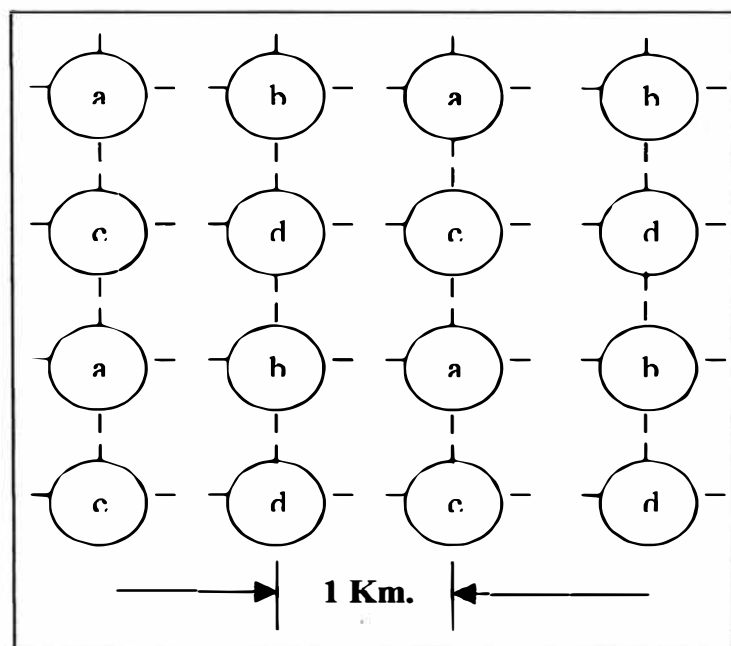


Figura N°1 Red Geométrica

Aunque en algunos casos se utilizan 500 m. y hasta 250 m. para depósitos de polvo. Para mediciones continuas de partículas suspendidas, plomo y cadmio se llegan a instalar hasta a 4 km. de distancia las estaciones, determinándose por el Comité Federal Alemán para la Protección de la Calidad del Aire, una distancia máxima de 10 km. entre las estaciones de medición.

En la figura N°1 se muestra una red geométrica con las estaciones en las esquinas de la cuadrícula. Aquí se muestra la red con una distancia de 1 km. entre estaciones de monitoreo de calidad del aire representadas por los círculos.

Recomendándose el siguiente procedimiento de toma de muestra: el primer día se tomarán muestras en los sitios denotados por la letra "a"; el segundo día en los sitios "b"; el tercero en los sitios "c" y el cuarto en los sitios "d". Cuadruplicándose el número de los días de medición en relación con la frecuencia de medición, para la zona a examinar.

4.3.2 Red mas selectiva: La otra opción de establecer el número y distribución de las estaciones de monitoreo por una red más selectiva es colocar puntos de muestreo más representativos, en las áreas más contaminadas y pobladas controlando la densidad de la red de muestreo con una simultánea reducción de estaciones donde la calidad del aire es generalmente mejor. El número de estaciones de monitoreo de la calidad del aire que pueden ser instaladas no permitirá la resolución total del patrón de contaminación del aire para la zona estudiada. Sin embargo el uso de Modelos de Dispersión puede proveer de información adicional por ejemplo de niveles esperados de máxima contaminación o la distribución espacial de concentraciones en el ambiente entre distancias de estaciones de monitoreo.

4.3.3 Modelos de dispersión

Son métodos para calcular la concentración de los contaminantes a nivel del suelo y a diversas distancias de la fuente. En la elaboración de los modelos se usan representaciones matemáticas de los factores que afectan la dispersión de los contaminantes. Las computadoras mediante modelos, facilitan la representación

de los complejos sistemas que determinan el transporte y dispersión de contaminantes del aire.

Con estos modelos se puede predecir el nivel de contaminación máxima esperados para una fuente de emisión gaseosa.

Actualmente las normas peruanas recomiendan el uso de estos modelos matemáticos para tener un perfil de concentraciones potenciales de contaminantes en sotavento respecto a una instalación comprometida.

Uno de los modelos de dispersión que se podría utilizar es el Modelo de screening Gaussiano donde básicamente se necesitan conocer algunas características de las fuentes de emisión como:

- Caudal másico de emisión
- Altura de la chimenea o conducto
- Temperatura de los gases a la salida de la chimenea
- Diámetro interno de la chimenea o conducto
- Velocidad de salida de los gases de la chimenea

En los casos en los que no se encontraron estos valores, se utilizaron datos supuestos. Estos datos supuestos deberán ser actualizados una vez que la etapa constructiva se encuentre avanzada o terminada, con estos valores, se pueden estimar nuevamente los modelos de dispersión gaseosas.

Existen otros modelos de dispersión también muy usados como el Modelo Gaussiano Screen 3 los cuales son recomendados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA). Los modelos tipo "SCREEN" utilizan como base la hipótesis de la pluma gaussiana incorporando factores relacionados con las fuentes de emisión y parámetros meteorológicos a los algoritmos que posibilitan la estimación de las concentraciones en aire de contaminantes emitidos desde fuentes continuas.

Para el caso de la Planta de Gas en el Campamento Malvinas éstos modelos matemáticos fueron tomados en cuenta para estimar las concentraciones probables máximas de los contaminantes, tomando como supuestos diferentes valores de velocidades de viento desde 1 m/s, 2m/s, 3 m/s, 5 m/s hasta 10 m/s para los generadores e incineradores que se encontraban presentes para luego compararlos

con los estándares de calidad de aire existentes, especialmente en la etapa de construcción, encontrándose valores muy debajo del estándar.

4.4 Criterios de selección de sitios de muestreo

La exacta localización de cada estación de monitoreo es un aspecto muy importante en el desarrollo de la red. La localización de una estación de monitoreo de calidad del aire debería satisfacer lo siguiente:

El sitio debería ser representativo del área seleccionada en el diseño general de la red.

La estación debería ser operada para producir datos que puedan ser comparados con otros datos provenientes de otras estaciones dentro de la red.

El sitio debe de proveer de ciertos requerimientos físicos.

A continuación se desarrollara cada uno de estos criterios

4.4.1 Representatividad

Una estación de monitoreo de la calidad de aire, es representativa si los datos obtenidos reflejan niveles de concentración y fluctuaciones de contaminantes de aire dentro del área a monitorear. Ayuda mucho tener estudios de calidad de aire anteriores o también realizar mediciones con estaciones temporales en el área estudiada.

La estación de calidad de aire debería ser localizada en un lugar donde las interferencias de la vecindad inmediata son muy improbables, es decir fuera de: fuentes de contaminación aéreas cercanas.

Para estudios de efectos en la salud y la evaluación de daños a la vegetación o materiales de construcción, o la investigación de específicas demandas, la localización de estaciones de muestreo es representativa si los datos obtenidos reflejan la actual exposición del receptor.

4.4.2 Comparabilidad

Para facilitar la comparación de datos de calidad de aire obtenidos en diferentes estaciones de muestreo de calidad del aire, los detalles de cada estación debería ser estandarizados tanto como sea posible.

En este caso el Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades de Hidrocarburos ubica a las estaciones de monitoreo a 300 metros en sotavento de la fuente de mayores emisiones y a una altura de 1.5 m. sobre el nivel del suelo.

Los instrumentos para monitorear los contaminantes gaseosos son normalmente localizados, en lugares donde se resguardan a los equipos de monitoreo

4.4.3 Requerimientos físicos

Los sitios donde las estaciones de monitoreo serán localizadas deberían cumplir más de uno de estos requerimientos, dependiendo del tipo de instrumentos usados:

- Debería estar disponible para largos períodos.
- Preferentemente debe ser accesible 24 horas al día durante todo el año.
- La fuente eléctrica debería de estar disponible.
- Debería estar fuera del alcance de actos vandálicos.
- Debería de estar protegido de temperaturas extremas.

Se requiere que el sitio tenga fácil acceso debido a que se tendrán que inspeccionar visitas regulares, al mismo tiempo para recolectar muestras, inspeccionarlo, calibrarlo o para el mantenimiento.

Como las mediciones se llevarán a cabo en sitios donde la calidad del aire es representativa de la zona que esta sujeta a investigación, no podrán haber obstáculos que afecten el movimiento del aire en el sitio, ni fuentes de emisión que puedan invalidar las muestras por el arrastre a la toma del muestreador de las emisiones de alguna fuente. Es decir, el movimiento del aire alrededor de la entrada de la toma de muestra deberá de estar libre de restricciones que afecten el flujo del aire en las cercanías del muestreador.

4.4.4 Determinación de escalas de Monitoreo :

La selección de la ubicación de las estaciones requiere hacer compatible el objetivo general del monitoreo con un lugar a una escala apropiada de representación espacial y luego escoger una ubicación de monitoreo que sea característica de esa escala espacial.

Para una red de monitoreo, la Agencia para protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos considera éstas escalas como se muestra en la Tabla N°5. Para el caso de la Planta de Gas de Camisea la escala a determinarse sería a la que corresponde a la Vecinal.

TABLA N° 5

Escalas Espaciales de representatividad para estaciones de monitoreo

Representación Espacial	Dimensión de la parcela de aire que representan	Objetivo del Monitoreo que cubre	Contaminantes
Micro	Algunos metros a 100 metros <u>aproximadamente</u>	-Concentraciones Altas. -Impactos de fuentes de emisión	CO, PM10, PM 2.5, Pb y PST
Media	100 a 500 metros. Corresponde a varias	-Concentraciones Altas. -Impactos de fuentes de emisión.	SO2, CO, O3, NO2, PM10, PM 2.5, Pb y PST
Vecinal	500 metros a 4 Kilómetros	-Concentraciones Altas. -Exposición de la Población. -Impactos de fuentes de emisión.	SO2, CO, O3, NO2, PM10, PM 2.5, Pb, PST
Urbana	De 4 a 100 Kilómetros. Puede incluir una ciudad	-Exposición de la Población. -General / Fondo -Transporte de Contaminantes.	SO2, O3, NO2, PM10, PM 2.5, Pb y PST
Regional	De 100 a 1000 Kilómetros	General / Fondo Transporte de Contaminantes. Impactos al bienestar	SO2, O3, PM 10, PM 2.5, Pb y PST
Global	Nación	-Calidad de aire nacional	

Debido a los factores analizados ya anteriormente, de Topografía y Densidad de la Población, la escala Vecinal es usada para el caso de la Planta de Gas de Camisea, ya que se tiene en cuenta a la población de las comunidades, las concentraciones de contaminantes y los impactos que hacen las fuentes de emisiones.

Asimismo la EPA a través de su Código Federal de Regulaciones (40 CFR 58) describe con detalle para cada escala espacial y para cada contaminante la ubicación de sondas para la toma de muestras, como se muestra en el Apéndice D. Sin embargo el Ministerio de Energía y Minas del Perú en el Protocolo de Monitoreo de Calidad del aire y emisiones da unos criterios que debe cumplir cada estación de monitoreo compensada, como se muestra en la Tabla N°6 donde se especifica algunas medidas de alturas y ángulos de elevación, para la toma de muestra. Asimismo el Protocolo indica que en caso de utilizar generadores de energía portátiles en el lugar de muestreo, éstos deberán ubicarse tan lejos como sea posible del tomacorriente, de preferencia a favor del viento tomando como regla general aplicable una separación de por los menos 30 metros.

Tabla N° 6

Criterios de Diseño para las estaciones de Monitoreo

Tipo de Requerimiento	Toma o entrada del muestreador para el monitoreo continuo	Instrumentos para medir parámetros del viento Monitoreos estáticos
Altura sobre el nivel del terreno	Altura de la cubierta del instrumento mas por lo menos 0.5 m (mínimo 3 m en total)	Mayor a 2.5 veces la altura de la cubierta del equipo (mínimo 1 0 m)
Otros	Angulo de elevación de menos de 30° de la toma al tope de cualquier obstáculo	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor a 2 m encima de cualquier obstáculo. - Alrededores homogéneos en 100 m de radio ó - Distancias desde el obstáculo mayor a 10 veces la altura del obstáculo.

4.5 Aplicación

De acuerdo a los factores y criterios desarrollados para el establecimiento de una red de monitoreo de calidad del aire, a continuación se mostrará la aplicación de éstos a la zona donde se encuentra la Planta de Gas de Camisea.

Por lo tanto, para establecer una red de monitoreo es de utilidad tener información sobre fuentes de emisión, información demográfica, meteorológica, topográfica e información previa de calidad de aire si la hubiera. En ese sentido, se desarrollará esta información aplicada a la zona donde se encuentra la Planta de Gas de Camisea

4.5.1 Fuentes de emisiones durante la fase de operación

Dentro de las fuentes de emisiones tipo fijo se encuentra Incineradores, Turbo compresores, Turbo generadores y Hornos Hot Oil, como se muestran en las Fotos N°2 y N°3 respectivamente que forman parte del Proceso de Producción de la Planta de Gas Natural. En la Tabla N°7 se muestran todas las estaciones donde actualmente se monitorean las emisiones gaseosas.

Adicionalmente a estas fuentes de emisión también existe otra fuente de emisión ubicada al sur de la Planta de Gas la cual es la antorcha de suelo (Ground Flare) cuya función es quemar el gas cuando se observen condiciones anormales en la Planta. Se ha construido esta antorcha del tipo Ground Flare con el objeto de minimizar el impacto lumínico durante las emergencias, arranques y paradas de planta. Se puede apreciar esto en la Foto N°1

Desde Agosto del 2004 cuando empezó la fase de Operación de la Planta de Gas Natural se monitoreaba solamente las estaciones de monitoreo de calidad del aire L88-MAV-EG-3 y L88-MAV-EG-4, hasta que en Enero del año 2005 comenzó el monitoreo de las demás estaciones mostradas en la **Tabla N°7**. La incineración de residuos es del tipo pirolítico o de ventilación controlada que básicamente consta de un cámara de combustión primaria herméticamente sellada donde se forman los gases provenientes del cambio químico inducido por el calor, una

TABLA N°7

FUENTES DE EMISIONES GASEOSAS

<i>Estación</i>	<i>Coordenadas UTM SWG84</i>		<i>Sub proyecto</i>	<i>Locación</i>	<i>Descripción</i>
	Este	Norte			
L88-MAV-EG-03	723368	8690609	Planta de Gas	Las Malvinas	Chimenea del Incinerador de Residuos Industriales, Campamento Pluspetrol - Las Malvinas. Marca Hoval, s/n 102053-2001
L88-MAV-EG-04	723368	8690601	Planta de Gas	Las Malvinas	Chimenea del Incinerador de Residuos Orgánicos, del Campamento Pluspetrol - Las Malvinas. Marca International Incorporated, modelo N° 200CA s/n 96313
L88-MAV-EG-15	723685	8690300	Planta de Gas	Las Malvinas	Turbo Generador - Identificación: Solar 01 - Camp Las Malvinas. Marca Solar, modelo: Centaur 50S, N°Serie: CG-02725
L88-MAV-EG-16	723676	8690297	Planta de Gas	Las Malvinas	Turbo Generador - Identificación: Solar 02 - Camp Las Malvinas. Marca Solar, modelo: Centaur 50S, N°Serie: CG-02726
L88-MAV-EG-17	723666	8690295	Planta de Gas	Las Malvinas	Turbo Generador - Identificación: Solar 03 - Camp Las Malvinas. Marca Solar, modelo: Centaur 50S, N°Serie: CG-02727
L88-MAV-EG-18	723939	8690317	Planta de Gas	Las Malvinas	Horno Hot Oil Marca:Optimized Process Fumace, Modelo: Cilindro vertical N° serie: J02832, Horno 01 FAP - 5850
L88-MAV-EG-19	723943	8690304	Planta de Gas	Las Malvinas	Horno Hot Oil Marca:Optimized Process Fumace, Modelo: Cilindro vertical N° serie: J02833, Horno 02 FAP - 5860
L88-MAV-EG-20	723946	8690290	Planta de Gas	Las Malvinas	Horno Hot Oil Marca:Optimized Process Fumace, Modelo: Cilindro vertical N° serie: J02834, Horno 03 FAP - 5870
L88-MAV-EG-21	723896	8690212	Planta de Gas	Las Malvinas	Turbocompresor NP-01 Marca: Nuovo Pignone Modelo: MS-5002C, N° Serie: GO-6671
L88-MAV-EG-22	723871	8690205	Planta de Gas	Las Malvinas	Turbocompresor NP-02 Marca: Nuovo Pignone Modelo: MS-5002C, N° Serie: GO-6674



FotoN° 1 Ground Flare al sur de la Planta de Gas de Camisea



Foto N°2 Monitoreo de emisiones gaseosas de un Turbogenerador



Foto N°3 Hornos Hot Oil de la Planta de Gas de Camisea



Foto N°4 Vista de los hornos Hot Oil y las Torres Deetanizadoras

cámara de combustión secundaria con un quemador auxiliar para asegurar la combustión total y una chimenea para asegurar la dispersión adecuada de los gases de combustión. Estas mediciones se hicieron en forma trimestral, pero a partir de Julio del año 2005 hasta la fecha se viene realizando en forma mensual.

4.5.2 Comunidades cercanas a la planta de gas

4.5.2.1 Demografía:

Para la construcción de la Planta de Gas se tuvo que tomar la información acerca de las comunidades ya que el Lote 88 es una zona que presenta una de las mayores concentraciones de comunidades nativas en la selva peruana. Existen alrededor de 4000 pobladores nativos en la zona de influencia de las operaciones, alrededor de 150 colonos y posiblemente alrededor de 300 indígenas en aislamiento.

En el área de influencia directa del proyecto, es decir las comunidades circundantes al proyecto se tiene una población aproximada de 2000 personas

Los potencialmente más afectados son las comunidades nativas y asentamientos de colonos ubicados en las proximidades relativas a la zona de operaciones y cercanas a la planta de gas. Con esta información se obtuvieron los criterios para ver el grado de influencia que tendría en este caso la Planta de Gas sobre las comunidades más próximas a ésta.

Las comunidades mas afectadas serían 3 principalmente:

➤ **Las Malvinas** : asentamiento de colonos ubicado en la margen derecha del río Urubamba, a una hora de distancia corriente arriba de la desembocadura del río Camisea . Algunos colonos habitaban aquí de manera temporal, cultivan la tierra durante la estación seca. Las Malvinas colinda frontera con la comunidad de Camisea hacia el norte, con la comunidad de Timpía hacia el sur, con la comunidad de Cashiriari hacia el este y con la Comunidad de Chokoriari-Ticimpinía hacia el oeste.

- **Chokoriari –Ticumpinía:** Comunidad Nativa Machiguenga ubicada en la margen izquierda del río Urubamba, a 15 minutos de distancia corriente arriba desde el emplazamiento de Las Malvinas
- **Camisea :** Comunidad Nativa Machiguenga ubicada en la desembocadura del río Camisea en la margen derecha del río Urubamba.

Al igual que la mayoría de las poblaciones amazónicas, los Machiguengas dependen en gran medida del bosque y los ríos para su subsistencia. Las actividades productivas, sean éstas con fines de autosubsistencia o comerciales, están centradas en una combinación de agricultura, recolección, caza, pesca y la extracción de productos del bosque entre ellos la madera.

En estas comunidades la densidad de la población ha sido históricamente baja en relación con la cantidad de tierra disponible para la agricultura. Los datos demográficos que se obtuvieron del Estudio de Impacto Ambiental en el año 2002 muestra la población para las tres comunidades principalmente afectadas, según la siguiente tabla

TABLA N°8
Datos demográficos

Comunidad	Población	Hombres	Mujeres	Indice de Masculinidad
Chokoriari	325	163	162	100.6
Camisea	287	150	137	109.4
Las Malvinas	sin datos			

Datos recolectados por ERM en trabajo de campo para el Estudio de Impacto Social, Mayo 2001.

4.5.2.2 SALUD:

En el aspecto de la salud, de acuerdo al trabajo de campo que se realizó entre el 30 de Abril y 14 de Mayo de 2001 para el Estudio de Impacto Ambiental, desde el punto de vista médico-epidemiológico, los habitantes presentan una serie de enfermedades y problemas relacionados con la salud que, en muchos casos,

obedecen a una falta de adecuada provisión de servicios de salud: falta de personal, insumos y medicamentos, infraestructura de los centros, cadena de frío, energía eléctrica, transporte adecuado, etc. Se observó en los habitantes de regular a mala higiene personal, no utilización de calzado, vestimenta en mal estado, precaria salud bucal, pediculosis generalizada, dermatitis con alta prevalencia, presencia de tosedores crónicos. Las enfermedades más frecuentes se relacionan con Enfermedad diarreica aguda (EDA) e Infecciones respiratorias agudas (IRA). Por ello para un pedido de apoyo concreto en el área de salud a Pluspetrol-Perú, surge la idea de, realizar una encuesta a la población y de esta manera la Compañía que tiene la capacidad económica para ello, compensa de alguna manera a los posibles daño medioambientales y de salud humana que podría causar la explotación gasífera. En estas entrevistas comunitarias se ven las inquietudes, miedos y sugerencias de los pobladores en relación con los posibles efectos negativos del proyecto sobre la salud humana, en el apéndice G se muestra las preguntas e inquietudes de las Comunidades respecto al Proyecto, las cuales pueden tomarse como un indicador de la misma población en caso hubiere malos olores o polvo que les afecte. Según se muestra en esta encuesta la calidad del aire para esta población no se ve afectada.

4.5.3 Condiciones climáticas

Las consideraciones atmosféricas que se obtuvieron para la construcción de la Planta de Gas por su ubicación geográfica en la zona de Las Malvinas, son de un clima tropical de selva baja que caracteriza a la región natural de Selva Baja u Omagua. Este clima es cálido y húmedo, extendiéndose en la planicie amazónica que comprende el piso altitudinal entre 80 y 500 msnm.

En esta zona se presentan temperaturas máximas absolutas siempre mayores a 36°C, las temperaturas medias anuales son superiores a 25°C. Las diferencias de temperatura entre el día y la noche son menos marcadas que en la selva alta y el calor persiste durante las 24 horas. La humedad atmosférica es alta a lo largo de todo el año, favorecida por la evaporación de los cursos de agua y zonas

pantanosas. Para los estudios de línea de base ambiental de Camisea se tomaron como referencia los estudios realizados por la Oficina Nacional de Evaluación de recursos naturales (ONERN) éstos a su vez tomaron en cuenta como referencia la información meteorológica de dos estaciones, paralizadas desde hace muchos años: Sepahua (pluviométrica) y El Sepa (climática ordinaria), registradas por el SENAMHI. que registraron datos hasta el año 1966 y 1972. Del análisis realizado por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN) en 1987 se encontró que los vientos que prevalecen durante el año son generalmente calmados ($2,0 \text{ ms}^{-1}$) y provienen del sur.

Esta data actualmente se confirma ya que la dirección del viento predominante durante el año proviene del sur, en la zona de la Planta de Gas de Camisea. Desde el punto de vista de las precipitaciones se presentan dos estaciones perfectamente definidas: una seca que abarca de mayo a setiembre u octubre, y una lluviosa de diciembre hasta abril. Sin embargo, a veces en diciembre e incluso en enero, se presentan escasas precipitaciones.

4.5.4 Topografía alrededor de la planta de gas:

La planta de gas se ha construido en la zona denominada Las Malvinas, sobre la margen derecha del Río Urubamba, en la localidad del mismo nombre. Geográficamente, se extiende entre las coordenadas UTM 8687237 a 8691925 Norte y 723287 a 726212 Este. Esta zona tiene una superficie aproximada de 8.0 km², abarcando la microcuenca definida en un tramo de 55 km del Río Urubamba, desde la ribera de su margen derecha en la cota 390 msnm, hasta una altitud de 520 msnm. El lugar donde se ha establecido la Planta de Gas se encuentra ubicado fisiográficamente en terrazas medias y altas y zonas colinosas disectadas por quebradas importantes.

Para el estudio de la zona Las Malvinas lugar donde se ha establecido la planta de gas, se ha determinado una superficie mayor a la que ocuparán las obras a construirse, denominada microcuenca. La microcuenca Las Malvinas, ubicada en la margen derecha del Río Urubamba tiene un área de 8.0 km², se extiende hacia el Este en un ancho promedio de 1800 m. Su sistema hidrográfico está

conformado por varias quebradas que bajan de las partes altas en el Este hacia el llano o zona de terrazas, recorriendo dos a tres kilómetros hasta su drenaje en el Río Urubamba con el criterio de identificar un espacio adecuado en donde las aguas, que caen por efecto de la precipitación, puedan ser medidos.

Por lo tanto al inicio de la construcción de la Planta de Gas la topografía del área que se encontró era colinosa con pendientes empinadas a suaves. Ahora la Planta de Gas se encuentra rodeada de una zona de bosque en terrazas con una concentración de bosque de pacales, como se muestra en la Foto 5, que varía de 30 a 80% dependiendo de los sitios; formando mosaicos de especies arbóreas que emergen sobre un estrato inferior conformado casi exclusivamente de cañas. Estos árboles emergentes o dominantes en estos bosques no sobrepasan en algunos casos los 25 m de altura. La Foto 6 muestra el lugar donde se ha instalado la Planta de Gas antes de la Fase de Construcción.

4.5.5 Información previa de calidad del aire en el campamento las Malvinas

Antes de que comenzara la construcción de la Planta de Gas sólo se tenía referencias en el aspecto meteorológico mencionado anteriormente, para la parte de calidad de aire no se contaba con ninguna información al respecto debido a la topografía en la que se encuentra y también porque el acceso era difícil; sin embargo la empresa Shell ya había utilizado en parte esta zona de Las Malvinas como zona de descarga, almacenamiento de materiales y equipos que se trasladaban a los pozos de perforación. Debido a esto se realizó una caracterización del aire en distintos sectores del Lote 88 incluido la Planta de Gas para obtener una idea aproximada del nivel de los contaminantes básicos (CO, SO₂, H₂S, NO_x) y VOC's antes de la construcción de la Planta de Gas.

Dentro de los análisis realizados, sobre los puntos seleccionados, no se registraron valores positivos de VOC's y los demás parámetros estaban muy por debajo del estándar de la legislación vigente.

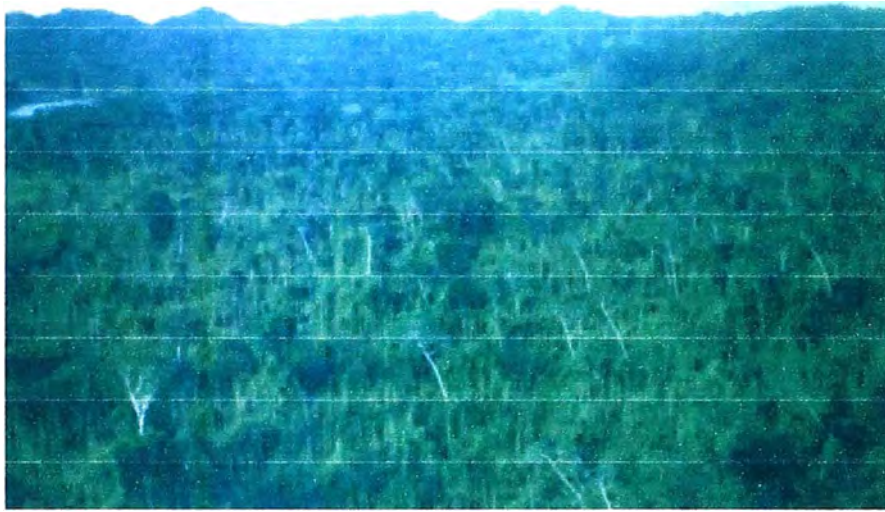


Foto N°5 Topografía en Malvinas. Bosque de pacaes en colinas bajas dominando la vegetación arbórea, margen derecha del río Urubamba.



Foto N°6 Vista panorámica de la terraza media antes de que se instalara la Planta de gas y el Embarcadero en Malvinas. (margen derecha del río Urubamba).



Foto N°7 Ubicación de la Planta de Gas Mayo 2004

P5 Vista Panorámica Sur

**Informe Semanal N° 31
23-11-02**



Foto N°8 Vista Panorámica Sur (Pista de Aterrizaje)

4.5.6 Determinación de la red de monitoreo

Con toda la información recopilada sobre fuentes de emisión, comunidades cercanas a la planta de Gas de Camisea, su demografía, salud de la población, condiciones climáticas, topografía de la zona, y la información previa de calidad de aire encontrada, se procede a la determinación de la red de monitoreo, para ello y de acuerdo a la teoría mencionada sobre la clasificación de los sitios de medición. La Planta de Gas de Camisea, según la Tabla N°2 se ubicaría dentro de una zona rural ya que se encuentra en un campo abierto, de baja densidad de población y de otras áreas industriales.

Una vez definida la descripción del sitio donde se realizarán las mediciones, se procede a la determinación del número de estaciones de monitoreo de calidad del aire. Para ello es importante usar la toda la información recopilada, por ejemplo al usar la información demográfica para el caso de las comunidades cercanas a la Planta de Gas de Camisea se cuenta con datos de población de alrededor de 2000 personas; este número está muy por debajo del rango que se presenta en la Tabla N°4 dado por la Organización Mundial de la Salud, sin embargo se tiene una referencia valiosa de cuál sería el número mínimo de las estaciones de monitoreo para una población mucho mayor de por ejemplo 1 millón de personas por cada contaminante. Según la **Tabla N°4** se recomienda hasta 4 estaciones de monitoreo para el parámetro SO₂ y 2 estaciones de monitoreo para PM₁₀, para los demás parámetros 1 sola estación de monitoreo. En este caso para una población mucho menor el número de estaciones de monitoreo de la calidad del aire podría ser menor o igual a 4 según este criterio. A continuación se aplicarán, los criterios de red tanto geométrica como más selectiva que ayudarán a la determinación del número de estaciones de monitoreo de calidad del aire

4.5.6.1 Red Geométrica aplicado para la Planta de Gas

Para la utilización de este criterio se tomará en cuenta que el área que será cubierta para el monitoreo de la calidad del aire es importante, para el caso de la Planta de Gas es un área aproximada de 8 Km².

Si aplicamos ésta red geométrica a la ubicación de la Planta de Gas de Camisea y de acuerdo a la información de la ubicación de las fuentes de emisión se tendría un número de hasta cuatro estaciones de monitoreo de la calidad del aire separadas cada una de 1 kilómetro de distancia para cubrir la zona de la Planta de Gas, tal como se muestra en el **Apéndice B**. De acuerdo a los requerimientos físicos que existan para la ubicación espacial, estas estaciones podrían trasladarse a otros lugares cercanos donde cumplan con estos requerimientos. Según este mapa, con esta red se tendría hasta tres estaciones de difícil acceso debido a la topografía de la zona, ya que por ejemplo una estación no podría quedar ubicada en el río Urubamba, otra estación se ubicaría por la zona de pacaes, lo cual tampoco es factible, y otra por la pista de aterrizaje de los aviones, que por razones de seguridad es imposible que pueda ubicarse allí. Sin embargo, esta red nos da una idea que se podría utilizar hasta un número de 4 estaciones de monitoreo de la calidad del aire para cubrir la zona donde se encuentra la Planta de Gas.

4.5.6.2 Red mas selectiva aplicado para la Planta de Gas

Siguiendo este criterio y tomando la información sobre la ubicación de las fuentes de emisión que existen en la Planta de Gas de Camisea en el Campamento Malvinas durante la fase de Operación, existen básicamente tres zonas donde se producen las emisiones gaseosas, una primera zona donde se encuentran los incineradores, una segunda zona donde se encuentra el Ground-Flare y una última de mayor emisión que las anteriores, conformada por los hornos hot-oil, turbocompresores y turbogeneradores, ver Apéndice A2.

Asimismo considerando la información metereológica, los vientos provienen del norte, sur y sur-oeste pero la tendencia es que predominan del sur, lo que indicaría colocar las estaciones de monitoreo cerca de las zonas donde se encuentran estas fuentes de emisión. En ese sentido y de acuerdo al número sugerido por la red geométrica, así como el número de estaciones de monitoreo de calidad del aire sugerido por la OMS, sería recomendable tener un número de tres estaciones de calidad de aire cerca de las zonas mencionadas en el párrafo anterior.

Una vez determinado la cantidad de estaciones de monitoreo de calidad del aire se procede a analizar la distribución que éstas tendrán en la zona. Para ello según el Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades de Hidrocarburos se debe localizar una estación de monitoreo a 300m en sotavento de una fuente de emisión, y si consideramos el criterio de red mas selectiva ayudado de la información metereológica, la distribución de las estaciones de monitoreo podrían ubicarse según se muestra en el **Apéndice C**, las cuales en este Informe se han denominado a éstas tres estaciones de la siguiente manera: L88-MAV-CA-03-X, L88-MAV-CA-04-X, y L88-MAV-CA-05-X.

Para la ubicación espacial en estas tres estaciones propuestas también se pueden tomar en cuenta las recomendaciones que da la USEPA para una red urbana como se muestra en el **Apéndice D**, encontrándose que para la zona donde se encuentra la Planta de Gas pertenecería a una escala Vecinal, y que existen criterios específicos para cada contaminante a ser medido. Se puede resaltar de esta información que para todas las estaciones y para todos los parámetros contaminantes a monitorear, debería de haber una distancia mínima de 10 metros respecto a árboles que puedan obstaculizar la medición.

L88-MAV-CA-03-X: El criterio utilizado principalmente para su ubicación sería la información metereológica la que indica que el viento proviene del sur. Esta estación quedaría ubicada a una distancia aproximada de 300 metros al norte de la zona de mayor fuente de emisiones gaseosas de toda la Planta, tal como se muestra en el **Apéndice C**. En relación con la ubicación espacial en esta nueva ubicación se puede cumplir con todos los requerimientos físicos porque existe accesibilidad al lugar, ya que muy cerca se encuentran los módulos de las compañías de servicios del Campamento Las Malvinas.

L88-MAV-CA-04-X: Para esta estación de monitoreo de calidad del aire el criterio que se utilizó fue principalmente la representatividad que tendría al estar ubicado en la posición de sotavento y a 300 metros de distancia aproximadamente, respecto a la zona donde se encuentran los Incineradores. La zona donde quedaría ubicado sería cerca al área de mantenimiento de los helicópteros

L88-MAV-CA-05-X: El criterio utilizado es la representatividad, por encontrarse cerca al Ground-Flare. Si se observa el mapa dado por la red geométrica, ver **Apéndice B**, la cual muestra que podría haber dos estaciones de monitoreo en la parte sur de la Planta, este criterio nos ayuda a utilizar al menos una estación de monitoreo de calidad del aire, en esa zona. Dicha estación se puede ubicar a unos 500 metros de distancia aproximadamente al sur del Ground-Flare para poder cumplir con los requerimientos físicos.

4.6 Red de monitoreo en el campamento las Malvinas.

La Compañía Pluspetrol cuenta con un Programa de Monitoreo de calidad de aire desde que empezó la construcción de la Planta de Gas, en este Programa se encuentra el número y distribución de las estaciones de monitoreo de calidad del aire. Cuando llegó la fase de Operación y se puso en marcha el proceso de producción de Gas Natural se tuvo que realizar modificaciones a la red de monitoreo de calidad de aire que tenía hasta ese momento. Seguidamente la Compañía optó por ubicar un número de tres estaciones de monitoreo de calidad del aire para cubrir todo el área del Campamento Las Malvinas, cuya distribución se muestra en el **Apéndice A2**.

La red de monitoreo está conformada por tres estaciones de calidad de aire que realizan las mediciones de los parámetros de contaminación de calidad del aire que el Ministerio de Energía y minas exige.

Estas tres estaciones de calidad del aire son las que actualmente están ubicadas en el Campamento Malvinas cuyo monitoreo se realiza en forma mensual, para ello se utiliza una estación móvil ó shelter, la cual se describirá mas adelante.

En la Tabla N°9 se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

Tabla N°9**Estaciones de calidad del aire en el Campamento Malvinas**

Estación	Ubicación	Descripción
L88-MAV-CA-03	Campamento Las Malvinas	Planta de Gas; lado Esté de la Planta de Gas en el camino a la pista de aterrizaje
L88-MAV-CA-04	Campamento Las Malvinas	Campamento Pluspetrol – Las Malvinas; frente al almacén temporal de residuos de Pluspetrol
L88-MAV-CA-05	Campamento Las Malvinas	Campamento Malvinas, detrás del Flare camino a el ex Campamento Techint

Shelter

El monitoreo de calidad del aire en la Planta de Gas de Camisea se realiza mediante equipos automáticos los cuales se encuentran ubicados dentro de una estación móvil (shelter), el cual tiene la función de proteger a los equipos de monitoreo de las condiciones climáticas, especialmente del calor y lluvia según los meses en que se este realizando las mediciones, y darle las condiciones necesarias de funcionamiento. La temperatura en el interior del shelter se encuentra aproximadamente en el rango entre 18 y 20° C. En su interior se encuentran equipos digitales de medición continua de SO₂, NO_x, O₃, CO, H₂S. El shelter tiene una altura aproximada de 3.5 metros y para el monitoreo de PM₁₀ se utiliza un equipo Hi-Vol el cual se coloca en la parte superior del shelter.

Para las tres estaciones de monitoreo de calidad del aire en el Campamento Las Malvinas se utiliza el shelter, el cual es trasladado a las diferentes estaciones de muestreo, mediante la ayuda de un vehículo como una camioneta 4x4.

La energía que necesita el shelter la recibe de un generador de corriente eléctrica que usa Gasolina de 90 octanos el cual es colocado a una distancia de más de 30

metros en la dirección predominante de viento, esto ocurre solo en una estación de calidad de aire.

La toma de muestra se realiza mediante un tubo, el cual se encuentra ubicado en la parte superior del shelter a una altura de 3.5 metros aproximadamente a nivel del suelo. En las tres estaciones de monitoreo de calidad del aire no existen construcciones elevadas y la distancia a cualquier obstáculo se encuentra a más de 30 metros.

Ubicación Espacial de las estaciones de monitoreo:

A continuación se detalla la ubicación espacial de cada estación en el Campamento Las Malvinas:

Estación L88-MAV-CA-03: Espacialmente cumple con todos los requerimientos físicos que debe tener una estación de calidad del aire al encontrarse con fácil acceso para el traslado del shelter. Esta se encuentra ubicada al este de las fuentes de emisión, como son los tres turbogeneradores, los tres hornos y los dos turbocompresores; los cuales se detallan en la Tabla N°1 (Fuentes de emisiones gaseosas). Para la comparabilidad de los datos, el muestreo de calidad del aire en todas las estaciones se realiza con la misma metodología y equipos, tomándose la muestra de aire a una altura de 3 metros para todos los parámetros ambientales de contaminación

Estación L88-MAV-CA-04: De la misma manera que la estación anterior, cumple con los requerimientos físicos. Ésta estación de calidad del aire se encuentra ubicada a unos 80 metros aproximadamente de distancia de los Incineradores, según se puede apreciar en el mapa del **Apéndice A2**.

En cuanto a comparabilidad de datos sería igual que para la estación anterior ya que las mediciones son realizadas por el shelter.

Estación L88-MAV-CA-05: Esta estación de calidad del aire se encuentra ubicada al sur de la Planta de Gas de Camisea y del Ground Flare a una distancia aproximada de 500 metros respecto a éste último. El shelter es trasladado hasta ese punto para el monitoreo.

Estaciones de Monitoreo en las Comunidades:

Adicionalmente a estas estaciones de calidad de aire, las cuales se monitorean mensualmente; también existen otras dos estaciones de calidad de aire que se monitorean de frecuencia trimestral. De acuerdo con los datos de la población se tiene dos comunidades que se encuentran una corriente arriba del Río Urubamba que es la Comunidad de Ticumpinilla y otra que se encuentra corriente abajo denominada Comunidad de Camisea, tal como se muestra en la **Tabla N° 10**. En la Foto N°9 se aprecia una estación de monitoreo de calidad del aire para PM10.

Tabla N° 10

Estación	Coordenadas UTM Este	Coordenadas UTM Norte	Locación
L88-TIC-CA-01	725242	8679607	Comunidad de Ticumpinilla- Chokoriari
L88-CAM-CA-01	723941	8703784	Comunidad de Camisea

4.7 Análisis

La red de monitoreo actual con la que cuenta Pluspetrol, fue establecida al inicio de la Fase de Operación de la Planta de Gas y se desconoce los criterios que se utilizaron para su establecimiento. En cambio la red de monitoreo que se propone en este Informe utiliza los factores y criterios para el establecimiento de ésta red, a partir de la información que se tiene desde y durante la Fase de Operación.

La Compañía utilizó un modelo de dispersión de sondeo simple durante la fase de construcción para determinar las concentraciones máximas probables, y al comprobar con los resultados del monitoreo durante esa etapa, que los valores estaban por debajo de los estándares de calidad de aire, para la siguiente fase de operación se utilizaron otros criterios en el establecimiento de las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

Para la red propuesta en este Informe se ha tomado en cuenta esta información previa de calidad del aire. Adicionalmente a esta Información se cuenta con los datos del monitoreo de calidad del aire tomados por esta red desde que empezó el proceso de producción en la Planta de Gas, como se aprecia en el Apéndice E en donde se puede observar datos de meteorología, dirección del viento y las concentraciones de los parámetros ambientales monitoreados.

En el Apéndice H, se observa tres rosas de vientos, con información de la dirección del viento desde que se inició la fase de Operación hasta el mes de Diciembre del año 2005, de las actuales estaciones de monitoreo de calidad del aire. Esta información de resultados, es de valiosa importancia porque permite la optimización de una red de monitoreo de calidad del aire al obtener mayor información del estado en que se encuentra el aire después de un período de funcionamiento de la Planta de Gas, y así poder tomar decisiones acerca de seguir utilizando esa red de monitoreo o realizar una evaluación de los nuevos factores y/o criterios para la determinación de una nueva red.

En el caso de la red de monitoreo de la Planta de Gas, esta tiene un número de tres estaciones de monitoreo de calidad del aire, lo cual es igual al número propuesto en este Informe. Sin embargo, al realizar la comparación en la distribución de las estaciones de monitoreo existen diferencias de ubicación.

De las tres estaciones que se plantean en este Informe para el monitoreo de calidad del aire en el Campamento Las Malvinas, dos de ellas se encuentran en diferente posición que las existentes ubicadas por la compañía las cuales son las estaciones L88-MAV-CA-03-X y L88-MAV-CA-04-X comparadas con L88-MAV-CA-03 y L88-MAV-CA-04, respectivamente

Espacialmente todas las estaciones, es decir, las propuestas en este Informe y las existentes; cumplen con los requerimientos físicos además que se aplicará el mismo sistema de medición para los parámetros ambientales mediante el shelter, lo cual a su vez cumple con el criterio de comparabilidad de los datos obtenidos del muestro.

Esta distribución se debe a que la estación L88-MAV-CA-03 se encuentra al este de la Planta Gas lo cual podría no estar tomando datos representativos de las

emisiones que realizan los hornos hot-oil y turbocompresores, por ejemplo, ya que según información metereológica la dirección del viento no proviene del oeste, sino del sur. Otro motivo es que a pesar de que la estación cumple adecuadamente con todos los requerimientos físicos para su ubicación espacial, dicha estación se encuentra muy cerca de la zona de mayor fuente de emisiones a aproximadamente a 100 metros de distancia. La estación que se propone L88-MAV-CA-03-X se encuentra al norte de la zona de mayor fuente de emisiones y tiene todas las facilidades para cumplir con los requerimientos físicos.

Similar situación se presenta para el caso de la estación L88-MAV-CA-04 la cual podría ser re-ubicada en el punto L88-MAV-CA-04-X en una zona donde no solo cumpliría los criterios de representatividad por estar cerca de los Incineradores, sino que captaría también contaminantes provenientes de los turbogeneradores; de la zona de mayor fuente de emisiones; y estaría ubicado a una distancia de 300 metros como lo exige la norma.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Al realizar la aplicación de los criterios y factores para el establecimiento de una red de monitoreo de calidad del aire, como la que se propone en este Informe, se concluye que una red de monitoreo puede ser optimizada de manera tal, que cada cierto período, esos factores y criterios que fueron tomados en cuenta para su establecimiento, puedan volver a ser evaluados.
- Al realizar el análisis de la red de monitoreo de calidad del aire que estableció la Compañía Pluspetrol en el Campamento Malvinas, para la fase de Operación, comparando con los resultados de la red propuesta en este Informe se determinó que ambas redes cuentan con un número de tres estaciones de monitoreo de calidad del aire, de lo cual se puede concluir que los criterios desarrollados en este Informe, para la ubicación, distribución y ubicación espacial de estaciones de monitoreo

sirven como una herramienta para el establecimiento de una red de monitoreo de calidad del aire.

- Asimismo se puede concluir que la red de monitoreo de la Planta de Gas cumple en la mayoría de sus estaciones de monitoreo, con las normas que el ministerio de energía y minas exige; ya que éstas estaciones de monitoreo que mantienen hasta la fecha en el Campamento de Las Malvinas cumplen con todos los requerimientos físicos para su ubicación espacial, pero en la estación de monitoreo de calidad del aire L88-MAV-CA-03, su ubicación no concuerda con la posición que debería tener, según la dirección del viento.
- De la información topográfica que se tiene para el caso de la Planta de Gas de Camisea se concluye el Campamento Las Malvinas se encuentra ubicado en una zona que permite la dispersión de los contaminantes. Asimismo la información meteorológica que se tuvo antes y durante la fase de construcción fue un factor decisivo para la distribución de las estaciones de monitoreo en la red propuesta.
- El criterio de usar una red geométrica para el establecimiento de estaciones de monitoreo ayuda en la determinación del número de estaciones de calidad del aire que debería tener una red, pero siempre se deber tomar en cuenta lo que exige el Ministerio de Energía y Minas para que los requerimientos físicos sean los adecuados en la localización de las estaciones de monitoreo.
- Utilizando una red más selectiva sobre la base de la representatividad, buscando las zonas de posible mayor contaminación, el uso de los modelos de dispersión no ha sido imprescindible, para el establecimiento de la red que propone este Informe, debido a que los resultados de mediciones anteriores, de las emisiones gaseosas durante la fase de construcción de la Planta de Gas, están por debajo de los estándares nacionales de calidad del aire. Asimismo por el área que representa la Planta de Gas y su topografía no es necesario el uso de un modelo de dispersión riguroso.

- Las estaciones de monitoreo de la calidad del aire propuestas para la Planta de Gas de Camisea son representativas, son comparables y cumplen con los requerimientos físicos. Asimismo se puede tomar en cuenta para la toma de muestras las guías internacionales como las del Código Federal de Regulaciones (40 CFR) de la USEPA.
- Adicionalmente a estas permanentes estaciones de monitoreo de calidad del aire, las cuales se monitorean mensualmente; también existen dos estaciones de monitoreo las cuales tienen una frecuencia de medición trimestral ubicadas en las Comunidades de Ticumpinilla y Camisea, de esto se concluye que los criterios utilizados por la Compañía han tomado en cuenta los factores de Salud y Demografía.

5.2 Recomendación

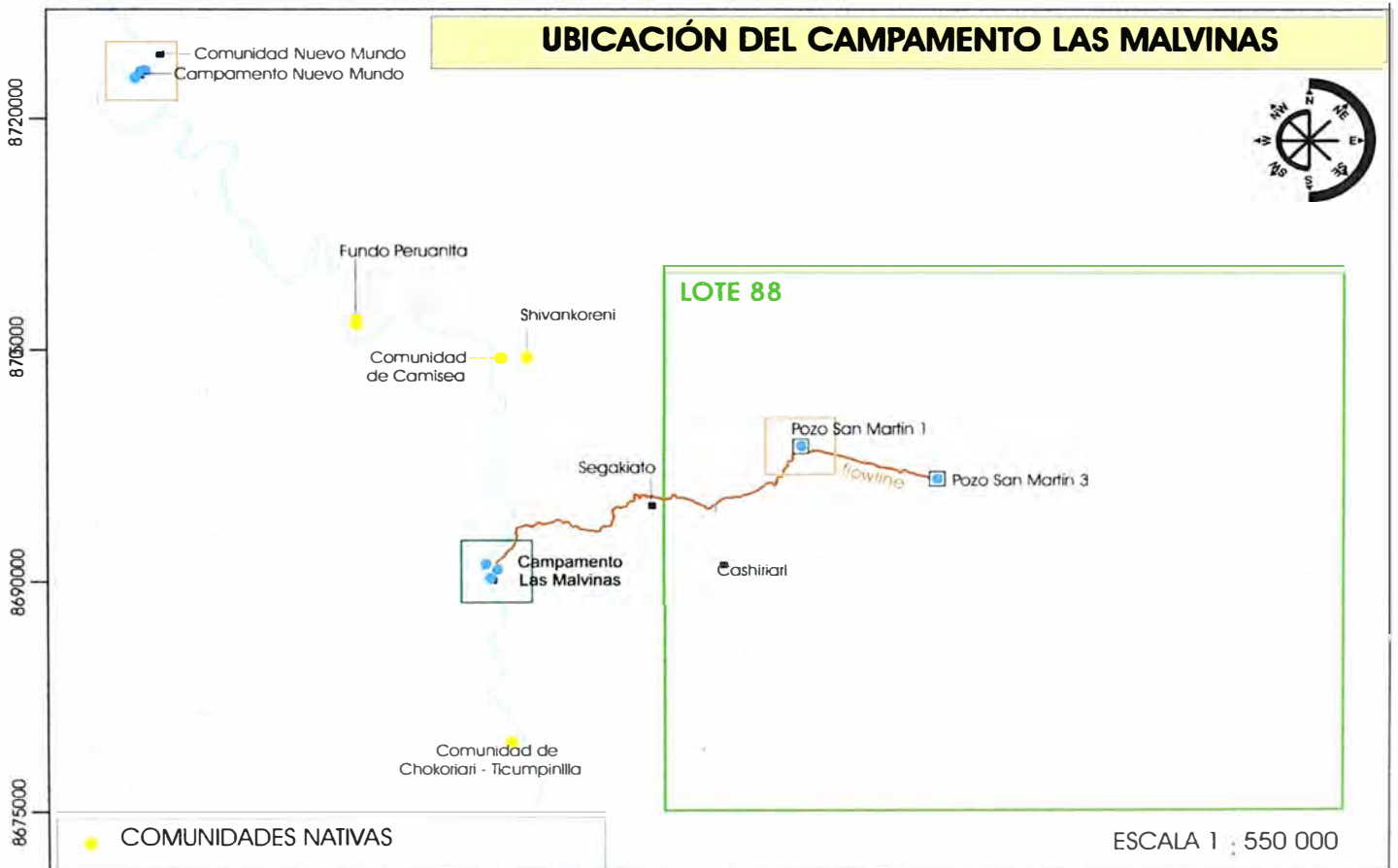
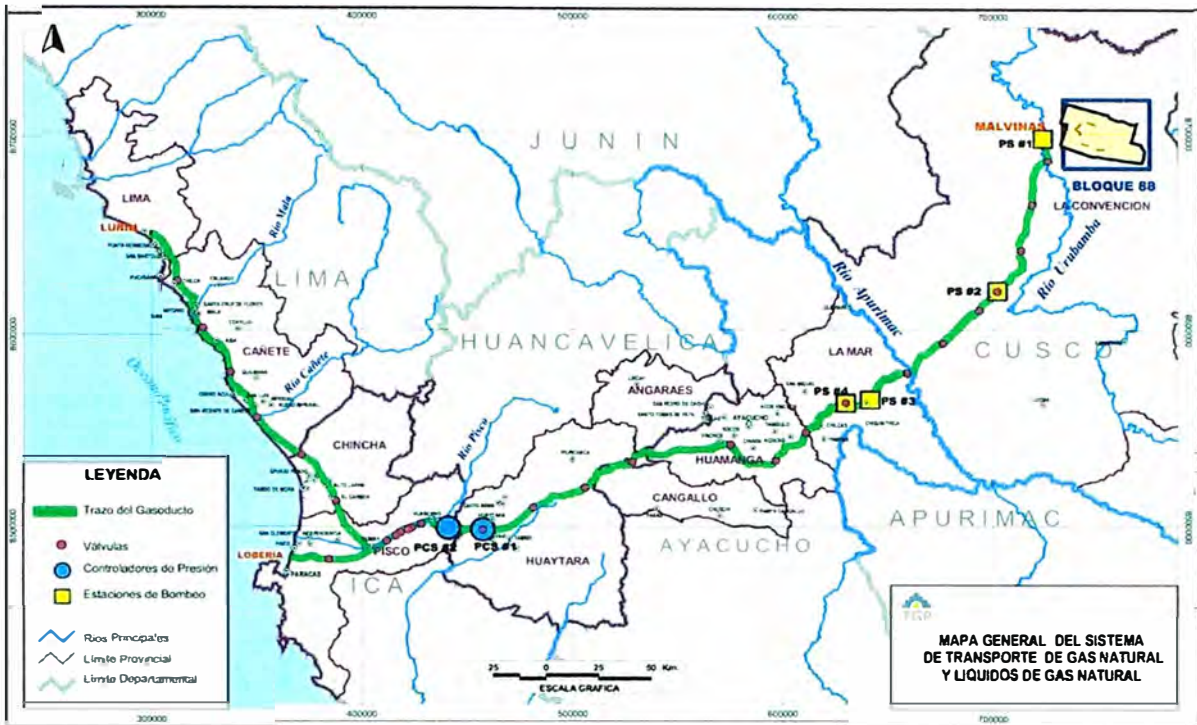
- De la aplicación mostrado en este Informe se puede recomendar la optimización de la red de monitoreo de la Planta de Gas de Camisea, en el traslado de la estaciones de monitoreo de calidad del aire L88-MAV-CA-03 y L88-MAV-CA-04 hacia donde se encuentra los puntos L88-MAV-CA-03-X y L88-MAV-CA-04-X propuestos en este Informe por las razones expuestas en el análisis para una mejor distribución de las mismas.

6. BIBLIOGRAFIA

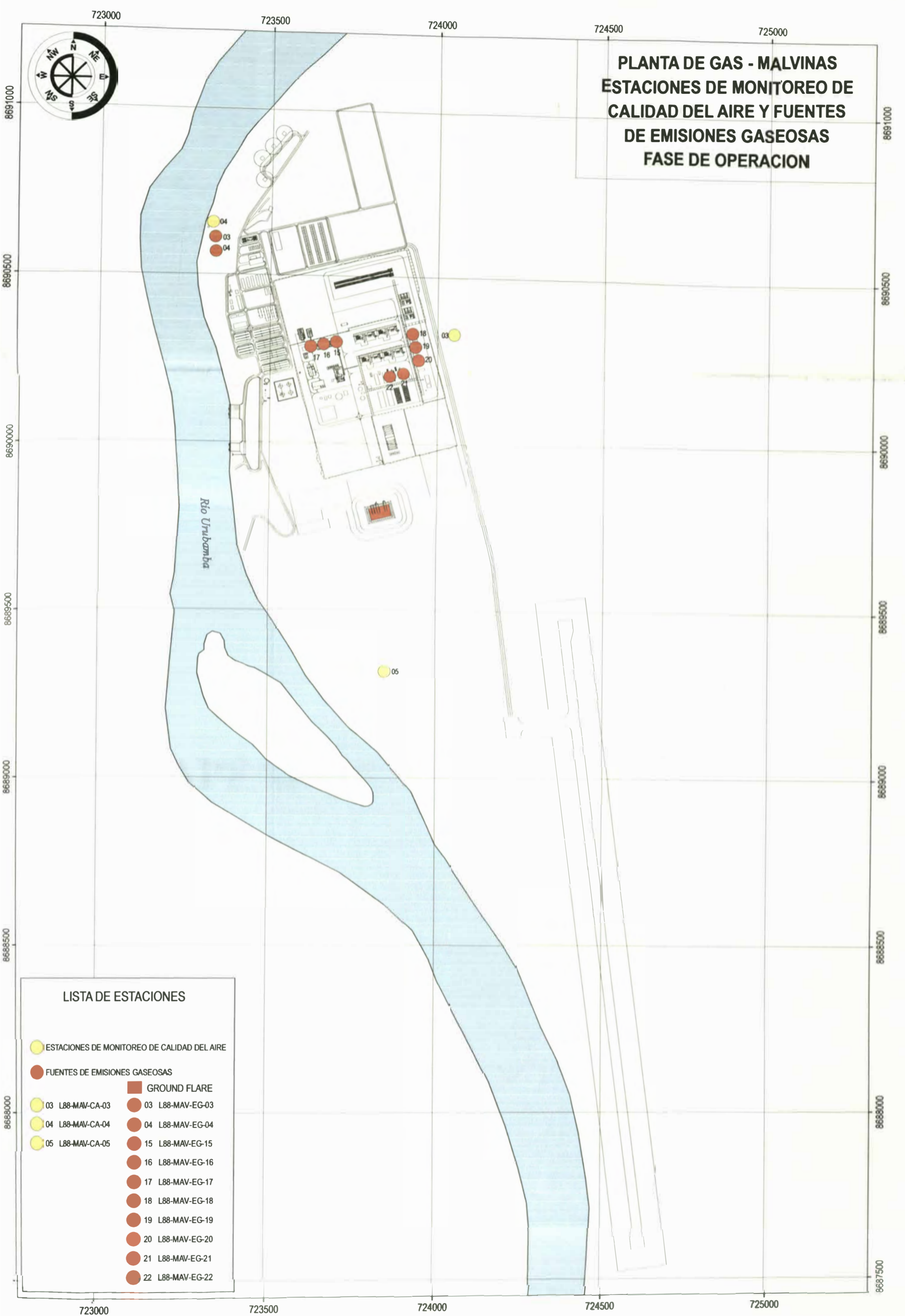
- Secretarías de la Organización Mundial de la Salud y la Organización Mundial de Meteorología, Diseño de Programa de Monitoreo de Aire para áreas urbanas e industriales, Suiza 1977. Pág. 9-43.
- Dirección General de Asuntos Ambientales, Ministerio de Energía y Minas del Perú, Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones Volumen I, Setiembre 1994 Lima Perú.
- Environmental Resources Management, Estudio de Impacto Ambiental y Social del EIA Lote 88, Camisea y Área de Influencia Volúmenes I, II, II, IV, V, VI Lima Perú.
- Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos USEPA, Código Federal de Regulaciones, Diseño de una red de estaciones de aire locales y nacionales, 40 CFR Part 58, Apéndice D, Julio 2005.
- Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos USEPA, Código Federal de Regulaciones, Criterios para el establecimiento de sondas para el monitoreo de la calidad del aire 40 CFR Part 58, Apéndice E, Julio 2005.
- Pluspetrol Peru Corporation, Reporte de Cumplimiento Socio-Ambiental componente Upstream – I, II, III y IV Trimestre 2005 Lima Perú.
- Departamento de Medio Ambiente, Salud y Seguridad Pluspetrol Perú Corporation S.A, Estándares ambientales.Lote 88. Camisea, Perú.
- Ana Patricia Martinez e Isabelle Romeieu, Introducción al Monitoreo Atmosférico, México 1997, Capítulo 2, Pág 1-30.
- Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente, Elaboración de Reglamentos y Protocolos de Procedimientos para el Aseguramiento de la calidad del Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos, Octubre 2003, Chile Pág 16-30.

- **Robert G. Morrison; Ph.D. Leo Bouckhout; para Matrix Solutions Inc. Informe de supervisión ambiental y social del proyecto camisea cuarto trimestre diciembre 2005, Calgary Alberta Canadá. Pág. 54-60.**
- **Ministerio de Energía y Minas; Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos D.S 015-2006-EM, 3 de Marzo del 2006. Pág. 32-34 , anexo N°4 Lima Perú.**
- **E. Robert Alley y Asociados Inc., Manual de control de la calidad del aire Tomo I, Capítulo IV.**
- **Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal de México, Evaluación del entorno físico y representación espacial de las estaciones de monitoreo, México.**
- **Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire D.S. 074-2001-PCM.**
- **Ley General del Ambiente, N° 28611, 13 De Octubre del 2005.**

APENDICE A1



APENDICE A2

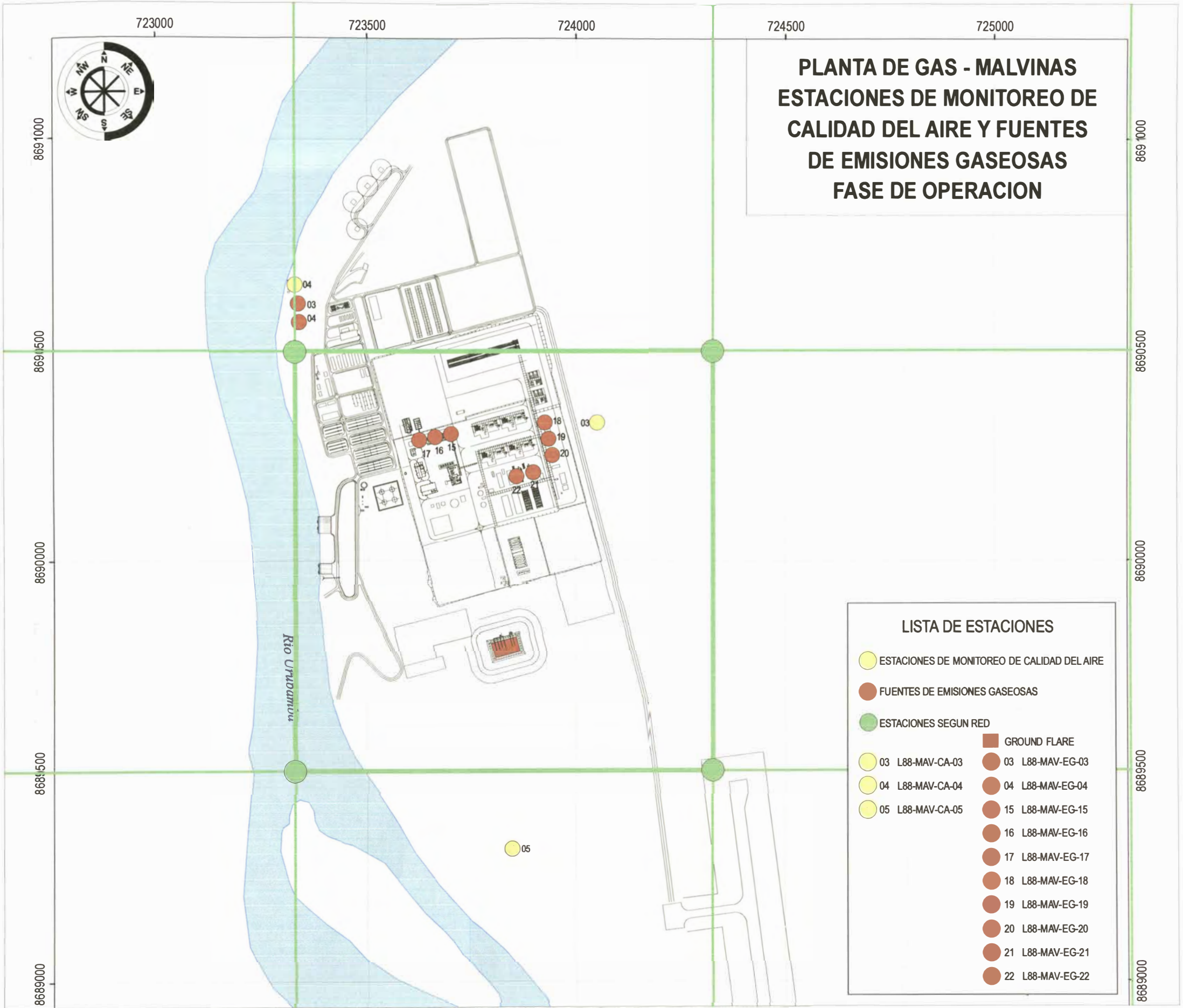


**PLANTA DE GAS - MALVINAS
ESTACIONES DE MONITOREO DE
CALIDAD DEL AIRE Y FUENTES
DE EMISIONES GASEOSAS
FASE DE OPERACION**

LISTA DE ESTACIONES

● ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE	■ GROUND FLARE
● 03 L88-MAV-CA-03	● 03 L88-MAV-EG-03
● 04 L88-MAV-CA-04	● 04 L88-MAV-EG-04
● 05 L88-MAV-CA-05	● 15 L88-MAV-EG-15
	● 16 L88-MAV-EG-16
	● 17 L88-MAV-EG-17
	● 18 L88-MAV-EG-18
	● 19 L88-MAV-EG-19
	● 20 L88-MAV-EG-20
	● 21 L88-MAV-EG-21
	● 22 L88-MAV-EG-22

APENDICE B



**PLANTA DE GAS - MALVINAS
ESTACIONES DE MONITOREO DE
CALIDAD DEL AIRE Y FUENTES
DE EMISIONES GASEOSAS
FASE DE OPERACION**

LISTA DE ESTACIONES

	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		GROUND FLARE
	FUENTES DE EMISIONES GASEOSAS		
	ESTACIONES SEGUN RED		
	03 L88-MAV-CA-03		03 L88-MAV-EG-03
	04 L88-MAV-CA-04		04 L88-MAV-EG-04
	05 L88-MAV-CA-05		15 L88-MAV-EG-15
			16 L88-MAV-EG-16
			17 L88-MAV-EG-17
			18 L88-MAV-EG-18
			19 L88-MAV-EG-19
			20 L88-MAV-EG-20
			21 L88-MAV-EG-21
			22 L88-MAV-EG-22

APENDICE C



723000 723500 724000 724500 725000

8691000
8690500
8690000
8689500
8689000

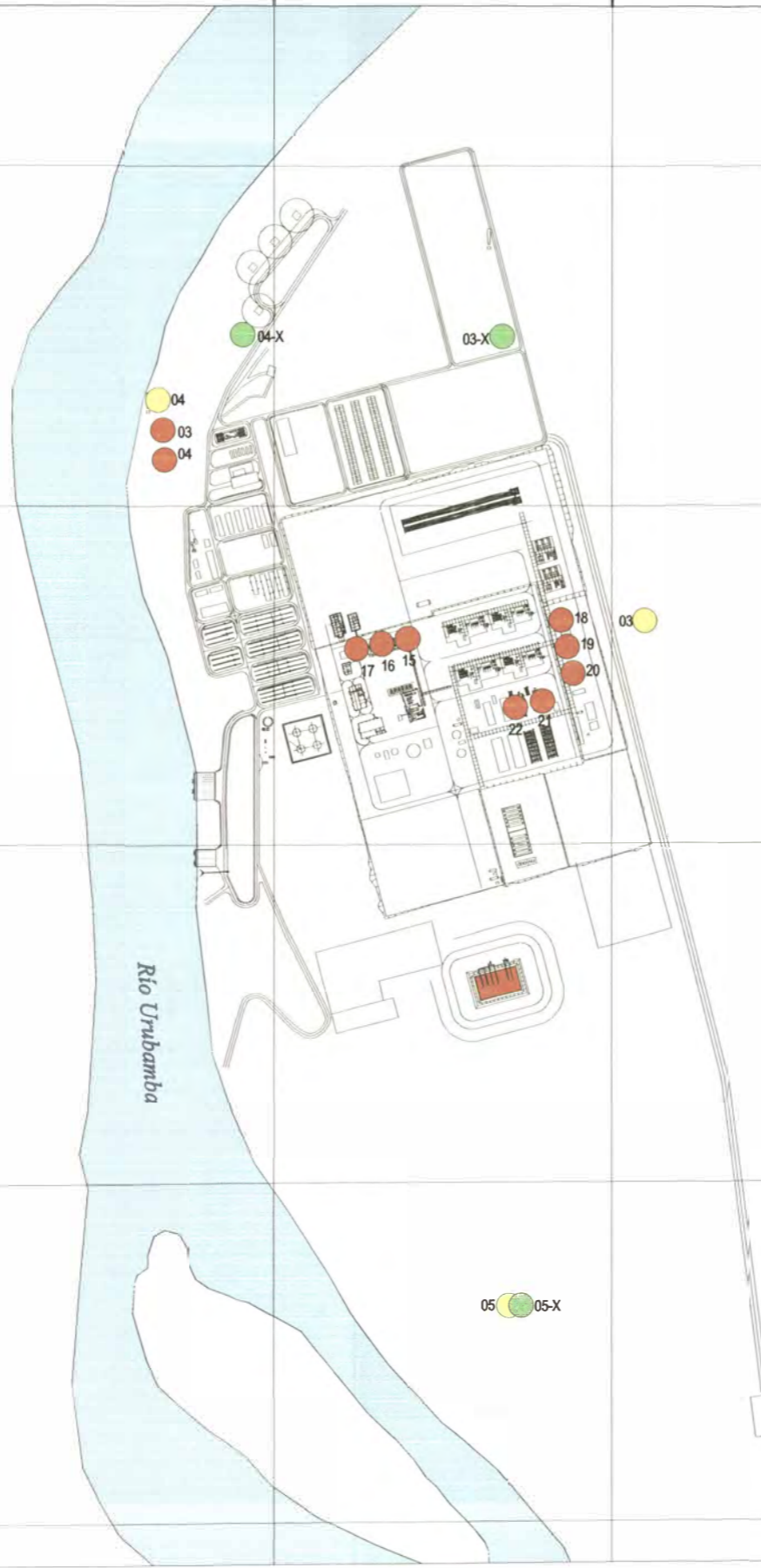
8691000
8690500
8690000
8689500
8689000

PLANTA DE GAS - MALVINAS

FUENTES DE EMISIONES GASEOSAS

RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE PROPUESTA Y ACTUAL

FASE DE OPERACION



LISTA DE ESTACIONES	
	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE
	FUENTES DE EMISIONES GASEOSAS
	ESTACIONES DE MONITOREO PROPUESTAS
	GROUND FLARE
03	L88-MAV-CA-03
04	L88-MAV-CA-04
05	L88-MAV-CA-05
03-X	L88-MAV-CA-03-X
04-X	L88-MAV-CA-04-X
05-X	L88-MAV-CA-05-X
03	L88-MAV-EG-03
04	L88-MAV-EG-04
15	L88-MAV-EG-15
16	L88-MAV-EG-16
17	L88-MAV-EG-17
18	L88-MAV-EG-18
19	L88-MAV-EG-19
20	L88-MAV-EG-20
21	L88-MAV-EG-21
22	L88-MAV-EG-22

Rio Urubamba

APENDICE D

RESUMEN DE CRITERIOS DE UBICACIÓN DE TOMAS DE MUESTRA*

Contaminante	Escalas	Altura (m) sobre el piso	Distancia de la estructura de soporte en m.		Otros Criterios
			Vertical	Horizontal ^a	
SO ₂	Todas	3 - 15	> 1	> 1	1. Deberá estar alejada > 20 m. de la circunferencia que marca el follaje o las raíces de los árboles y por lo menos 10 m., si los árboles actúan como un obstáculo. 2. La distancia de la toma del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos del doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre la toma de muestra. ^b 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra, o 180° si la toma se coloca a un lado de un edificio. 4. No podrá haber flujos de hornos o incineración cercanos. ^c
CO	Micro	3 ± 1/2	> 1	> 1	1. Deberá estar alejada > 10 m. de intersecciones y ubicarse a mitad de la cuadra. 2. Deberá estar 2-10 m. del borde de la línea de tráfico más cercana. 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 180° alrededor de la toma de muestra.
	Media Local	3 - 15	> 1	> 1	1. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra, o 180° si la toma se coloca a un lado de un edificio. 2. La distancia a las carreteras/caminos estará en función del tráfico. (Ver tabla 1 del Apéndice E, parte 58 del CFR 40).
O ₃	Todas	3 - 15	> 1	> 1	1. Deberá estar alejada > 20 m. de la circunferencia que marca el follaje o las raíces de los árboles y por lo menos 10 m., si los árboles actúan como un obstáculo. 2. La distancia del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos del doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre la toma de muestra. ^b 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra, o 180° si la toma se coloca a un lado de un edificio. 4. La distancia a las carreteras/caminos estará en función del tráfico. (Ver tabla 2 del Apéndice E, parte 58 del CFR 40).

*Basado en la referencia 3, parte 58, apéndice E, capítulo I.

^a Cuando la toma se localiza en azoteas, la distancia de separación estará en referencia con las paredes, parapetos o habitaciones localizados en el techo.

^b Ubicaciones que no cumplan con este criterio serán clasificadas como de escala media.

^c La distancia estará en función de la altura del flujo del horno o incinerador, tipo de combustible o material quemado y calidad del combustible (contenido de azufre, plomo y cenizas). Esto es para evitar influencia de fuentes de contaminación menores.

RESUMEN DE CRITERIOS DE UBICACIÓN DE TOMAS DE MUESTRA*

Contaminante	Escalas	Altura (m) sobre el piso	Distancia de la estructura de soporte en m.		Otros Criterios
			Vertical	Horizontal ^a	
NO ₂	Todas	3 - 15	> 1	> 1	1. Deberá estar alejada > 20 m. de la circunferencia que marca el follaje o las raíces de los árboles y por lo menos 10 m., si los árboles actúan como un obstáculo. 2. La distancia del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos del doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre la toma de muestra. ^b 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra, o 180° si la toma se coloca a un lado de un edificio. 4. La distancia a las carreteras/caminos estará en función del tráfico. (Ver tabla 3 del Apéndice E, parte 58 del CFR 40).
Pb	Micro	2 - 7	--	> 2	1. Deberá estar alejada > 20 m. de la circunferencia que marca el follaje o las raíces de los árboles y por lo menos 10 m., si los árboles actúan como un obstáculo. 2. La distancia del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos del doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre el muestreador. 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra a excepción de los sitios en el cañón de la calle. 4. No podrá haber flujos de hornos o de incineración cercanos. ^c 5. Deberá estar 5 a 15 metros de las principales carreteras.
Pb	Media, Local, Urbana y Regional.	2 - 15	--	> 2	1. Deberá estar alejada > 20 m. de la circunferencia que marca el follaje o las raíces de los árboles y por lo menos 10 m., si los árboles actúan como un obstáculo. 2. La distancia del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos del doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre el muestreador. ^b 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra. 4. No podrá haber flujos de hornos o de incineración cercanos. ^c 5. La distancia a las carreteras/caminos estará en función del tráfico. (Ver tabla 4 del Apéndice E, parte 58 del CFR 40).

Nota: Se entiende por sitios en el cañón de la calle a aquellos sitios ubicados en calles confinadas por altos edificios o construcciones.

* Basado en la referencia 3, parte 58, apéndice E, capítulo I.

^a Cuando la toma se localiza en azoteas, la distancia de separación estará en referencia con las paredes, parapetos o habitaciones localizados en el techo.

^b Ubicaciones que no cumplan con este criterio serán clasificadas como de escala media.

^c La distancia estará en función de la altura del flujo del horno o incinerador, tipo de combustible o material quemado y calidad del combustible (contenido de azufre, plomo y cenizas). Esto es para evitar influencia de fuentes de contaminación menores.

RESUMEN DE CRITERIOS DE UBICACIÓN DE TOMAS DE MUESTRA*

Contaminante	Escalas	Altura (m) sobre el piso	Distancia de la estructura de soporte en m.		Otros Criterios
			Vertical	Horizontal ^a	
PM10	Micro	2 - 7	--	> 2	1. Deberá estar alejada > 20 m. de la circunferencia que marca el follaje o las raíces de los árboles y por lo menos 10 m., si los árboles actúan como un obstáculo. 2. La distancia del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos del doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre el muestreador, a excepción de los sitios en el cañón de la calle. ^b 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra a excepción de los sitios en el cañón de la calle. 4. No podrá haber flujos de hornos o de incineración cercanos. ^c 5. La distancia a las carreteras/caminos estará en función del tráfico. (Ver figura 2 del Apéndice E, parte 58 del CFR 40), a excepción de los sitios en el cañón de la calle, en los cuales deberá ser de 2 a 10 metros del borde de la línea de tráfico más cercana.
	Media, Local, Urbana y Regional	2 - 15	--	> 2	1. Deberá estar alejada > 20 m. de la circunferencia que marca el follaje o las raíces de los árboles y por lo menos 10 m., si los árboles actúan como un obstáculo. 2. La distancia del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos del doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre el muestreador. ^b 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra. 4. No podrá haber flujos de hornos o de incineración cercanos. ^c 5. La distancia a las carreteras/caminos estará en función del tráfico. (Ver figura 2 del Apéndice E, parte 58 del CFR 40).
VOC	Todas	3 - 15	> 1	> 1	1. Deberá estar alejada > 20 m. de la circunferencia que marca el follaje o las raíces de los árboles y por lo menos 10 m., si los árboles actúan como un obstáculo. 2. La distancia de la toma del muestreador a obstáculos como edificios, deberá ser por lo menos del doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre el muestreador. ^b 3. Deberá tener un flujo de aire sin restricciones 270° alrededor de la toma de muestra y en la dirección del viento dominante por el período de mayor concentración de contaminantes (como se describe para cada sitio en la sección 4.2 del Apéndice D, parte 58 del CFR 40) que también deberá estar incluida en este arco de 270°. Si la toma se coloca a un lado de un edificio el flujo de aire sin restricciones deberá ser de 180°. 4. Para la distancia a las carreteras, ver tabla # 5 del Apéndice E, parte 58 del CFR 40.

Nota: Se entiende por sitios en el cañón de la calle a aquellos sitios ubicados en calles confinadas por altos edificios o construcciones.

* Basado en la referencia 3, parte 58, apéndice E, capítulo I.

^a Cuando la toma se localiza en azoteas, la distancia de separación estará en referencia con las paredes, parapetos o habitaciones localizados en el techo.

^b Ubicaciones que no cumplan con este criterio serán clasificadas como de escala media.

^c La distancia estará en función de la altura del flujo del horno o incinerador, tipo de combustible o material quemado y calidad del combustible (contenido de azufre, plomo y cenizas). Esto es para evitar influencia de fuentes de contaminación menores.

APENDICE E

**Monitoreo de la Calidad del Aire en el Campamento Las Malvinas
Diciembre 2005**

PARAMETRO	UNIDAD	L88-MAV- CA-03	L88-MAV- CA-04	L88-MAV- CA-05	ESTANDAR
Código de Laboratorio		12/0366	12/0367	12/0368	--
Código de Campo		L88-122001	L88-122002	L88-122003	--
Fecha de Inicio de Muestreo	dd-mm-aa	13-Dec-05	14-Dec-05	15-Dec-05	--
Hora de Inicio de Muestreo	Horas	8:00	9:00	10:00	--
Fecha de Final de Muestreo	dd-mm-aa	14-Dec-05	15-Dec-05	16-Dec-05	--
Hora de Final de Muestreo	Horas	8:00	9:00	10:00	--
Velocidad de Viento / Dirección	m/s	0,8 NW	1,1 NW	0,9 W	--
Temperatura Nivel del Suelo	°C	26.7	25.4	26.7	--
Presión Atmosférica	Mbar	962.5	962.1	962.3	--
Humedad Relativa	%	74.0	81.0	76.0	--
Monóxido de carbono	µg/m ³	3857.9	4352	3863	30000 (1 Hr) / 10000 (8 Hr)
Oxidos de Nitrógeno	µg/m ³	66.90	50.60	68.70	150 (24 Hr) / 50 (annual)
Dióxido de Azufre	µg/m ³	38.40	44.00	86.10	365 (24 Hr) / 50 (annual)
Sulfuro de Hidrógeno	µg/m ³	8.30	11.10	13.90	15 (1 Hr) / 5 (24 Hr)
PM10	µg/m ³	25.76	29.85	25.96	120 (24 Hr) / 50 (annual)

APENDICE F

Estándares Requeridos para Calidad de Aire

Parámetro	Período	Estándar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		(1)	(2)
<i>Dióxido de Azufre (SO₂)</i>	Anual	-	80
	24 horas	300	365
<i>Material particulado en suspensión (PM₁₀)</i>	Anual	-	50
	24 horas	120	150
<i>Monóxido de Carbono (CO)</i>	8 horas	15000	10000
	1 hora	35000	30000
<i>Oxidos de Nitrógeno (NO_x)</i>	Anual	-	100
	24 horas	200	-
	1 hora	-	200
<i>Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)</i>	1 hora	30	-
<i>Hidrocarburos no metano</i>	24 horas	15000	-
<i>Plomo</i>	Mensual	-	1,5
<i>Ozono</i>	8 horas	-	120

(1) Concentración máxima aceptable de contaminantes en el aire. D.S. 046-93-EM (Tabla N°2)

(2) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Anexo 1). D.S. 074-2001-PCM

Los estándares se expresan a 25°C y 101,3 KPa (presión atmosférica)

La ubicación de los puntos de muestreo se realiza a una distancia mayor a los 300 metros desde la fuente emisora en el sentido de la dirección del viento

Estándares Requeridos para Emisiones Gaseosas

Parámetro	Explotación de Gas y Petróleo (mg/Nm^3)	Incinerador de residuos (mg/Nm^3)	
		Promedio diario	30 minutos
<i>Monóxido de carbono</i>	-	50	100 (límite 1 hora)
<i>Sulfuro de Hidrógeno</i>	30	-	
<i>Dióxido de Azufre</i>	1000	50	200
<i>Oxidos de Nitrógeno</i>	320 (gas)	200	400
	460 (petróleo)		
<i>Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's)</i>	20	20 ⁽¹⁾	
<i>Dioxina y Furanos (ng/m³)</i>	-	0,1	
<i>Material Particulado Total</i>	50	10	30
<i>Antimonio, Arsénico, Plomo, Cromo, Cobalto, Cobre, Manganeso, Niquel, Vanadio, Estaño</i>	-	0,5	
<i>Mercurio</i>	-	0,05	
<i>Cadmio, Talio</i>	-	0,05	

(1) Unión Europea.

Todos los estándares corresponden a valores medios anuales

TABLA ESTANDARES DE CALIDAD DE AIRE REQUERIDOS
Compuestos Orgánicos Volátiles –Niveles de detección.

Producto Químico	Promedio 30 minutos (µg/m³)	Promedio Anual (µg/m³)	Autoridad - Institución
Propano	18,000	1,800	TNRCC
Butano	19,000	1,900	TNRCC
Pentano	3,500	350	TNRCC
n-Hexano	1,760	176	TNRCC
Heptano	3,500	350	TNRCC
Benceno	30	3	TNRCC
Tolueno	1,880	188	TNRCC
Etil-Benceno	2,000	434	TNRCC
p-Xileno	2,079	434	TNRCC
otros isómeros de xileno	3,700	434	TNRCC
alcanos (C4-C16) no especificados	3,500	350	TNRCC
Alcanos (C17 y mayores)	100	10	TNRCC

TNRCC – Texas Natural Resource Conservation Commission (Comisión de Conservación de Recursos Naturales Texas)

APENDICE G

**RESUMEN DE LAS PREGUNTAS E INQUIETUDES DE LOS
POBLADORES DE LAS CCNN RELACIONADAS CON EL PROYECTO
VS. SALUD**

Ruidos: generados por helicópteros, barcos, chatas, explosiones.

- Espantan los peces y los animales de la caza y disminuye el alimento.
- Pueden afectar la salud (explosiones).

Humo: de las chatas, barcos, explosiones.

- Contaminan la salud.

Trafico de chatas y barcos:

- Pueden volcar las canoas y generar accidentes o muertes.
- Que se fumiguen para que no ingresen zancudos de la malaria, cucarachas, murciélagos o ratas.

Trabajadores de la compañía:

- Que se evite que se contacten con los pobladores de las CCNN.
- Pueden “molestar” a las mujeres.
- Pueden traer enfermedades venéreas.
- Deben ser controlados para evitar propagación de enfermedades que no había antes.
- Deben ser vacunados.
- No deben tomar alcohol.
- Si un trabajador de una CCNN sufre un accidente o muere que haya compensación.
- Qué pasa si una mujer es embarazada por un trabajador de la compañía.
- Pueden haber madres solteras.

Sobre helicópteros:

- Que no pasen sobre las CCNN porque puede caer la carga y haber accidentes.

Sobre las líneas de conducción:

Si explotan pueden contaminar las quebradas y el agua y los peces.

Contaminación en general:

- De las quebradas y ríos, por derrames, escapes de gas, químicos, derivados del petróleo o humo, puede matar a los peces y disminuir el alimento y enfermar por contaminar el agua que se bebe.
- Que no se boten residuos plásticos o pilas.

Sobre flora:

- Que se respeten las plantas medicinales.

Sobre el proyecto en general:

- El proyecto puede traer nuevas enfermedades.
- Que la compañía provea de infraestructura y personal para área salud, medicamentos, botiquines, antifídicos, apoyo para traslados de urgencia , a las CCNN.
- Que la compañía provea de letrinas y de agua potable a las CCNN para evitar problemas de higiene.
- La planta de gas puede causar enfermedades.
- Se traerán “visitadoras” para los trabajadores de la compañía?
- Que el personal de salud respete a los pacientes.
- Puede ser que las enfermedades que hay en la zona sean consecuencia de la explotación pasada.

APENDICE H

**ROSA DE VIENTOS - FASE DE OPERACIÓN
ESTACIONES DE MONITOREO ACTUALES**

