

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO-ECUADOR  
&  
UNIVERSIDAD DE HUELVA –ESPAÑA**

**Colegio de Postgrados**

***Establecimiento de la Estrategia y Metodología de Muestreo Ambiental de Agentes Químicos para la Determinación de la Exposición Laboral de los Trabajadores de una Refinería del Área Andina.***

**Ing. Katherine Castro Torres**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Maestría en Seguridad Salud y Ambiente

Quito,

Noviembre de 2009

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO – ECUADOR  
UNIVERSIDAD HUELVA – ESPAÑA**

**Colegio de Postgrados**

**HOJA DE APROBACION DE TESIS**

***Establecimiento de la Estrategia y Metodología de Muestreo Ambiental de Agentes Químicos para la Determinación de la Exposición Laboral de los Trabajadores de una Refinería del Área Andina.***

**Ing. Katherine Castro Torres**

José Garrido Roldan, MsC. -----

**Coordinador Académico de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente de la U. de Huelva, Director y Jurado de Tesis**

Carlos Ruiz Frutos, Ph.D -----

**Director de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente de la U. de Huelva y Jurado de Tesis**

Luis Vásquez MsC. -----

**Director de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente de la USFQ y Jurado de Tesis**

Dr. Enrique Noboa I. -----

**Decano del Colegio de Ciencias de la Salud**

Victor Viteri, Ph.D -----

**Decano del Colegio de Postgrados**

Quito, noviembre de 2009

**© Derechos de autor**  
**Ing. Katherine Castro Torres**  
**2009**

## DEDICATORIA

Dedico de manera muy especial, este esfuerzo, el cual significa un nuevo triunfo en mi vida, principalmente:

**A Dios:** Por regalarme una familia tan maravillosa y darme la vida y sabiduría, permitiéndome llegar a este momento tan especial de mi existencia.

**A mis Padres:** Dos seres excepcionales, quienes con sus sabios consejos, valores inculcados y formación impartida han sabido guiarme y hacer de mi, una persona de bien, inspirada en alcanzar mis metas trazadas, que hoy se ven cristalizadas con su apoyo en todos los momentos tristes y alegres de mi vida. A ti mamá por brindarme tu infinito amor y abnegación en todo momento. Les quiero mucho.

**A mis Hermanos:** Que de una u otra manera, siempre tuvieron una palabra alentadora y por preocuparse tanto por mí. A ti Enrique, sin tu ayuda y apoyo hubiera sido imposible lograrlo.

**A mi Esposo:** El amor de mi vida, que ha sido pilar fundamental en esta última etapa de mi vida, por su entrega, paciencia y colaboración que supo brindarme para continuar y seguir en el desarrollo de una de mis metas emprendidas hace dos años atrás y hoy se ve culminada. A ti, mi compañero, que caminas a mi lado y llenas de felicidad mi vida con bellos momentos ...

***Katherine***

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud muy especialmente al pionero de la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en nuestro país, el Dr. Luis Vásquez, Msc, mediante la creación del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud, **Modelo Ecuador**, lo avizora como un revolucionario y un ente trascendente en este amplio campo. Al tener la oportunidad de ser su alumna y trabajar con él, no solo ha sido para mí, un enriquecimiento en el aprendizaje de la Seguridad y Salud, sino también el saber que no basta la inteligencia sino se tiene calidad humana, para hacer posible el éxito en los grandes proyectos.

A mis maestros por su apoyo y conducción en este camino del saber en especial al Ing. José Garrido, Msc, cuyo emblema busca usar la ciencia en pos de ayuda a los demás, con sus vastos estudios de Higiene realizados en diversos países del mundo, ha sido ejemplo y guía para el desarrollo y logro de mis objetivos de este trabajo.

A un amigo incondicional, el Dr. Francisco Marques, Ph.D., por sus valiosas asesorías, información y comentarios brindados no solo en mi tema de tesis, sino en el amplio mundo de la investigación científica, mil gracias por su apoyo incondicional en todo momento.

*“Al final, no os preguntarán qué habéis sabido, sino qué habéis hecho”*

## ÍNDICE

1.

RESUMEN.....	ix
--------------	----

### ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 1:</b>	Principales Unidades de Proceso en Refinería.....	1
<b>Cuadro N°2:</b>	Contaminantes Químicos a Estudiar.....	19
<b>Cuadro N°3:</b>	Datos Relativos a los Efectos Carcinogénicos, Genotóxicos Mutagénicos de algunos Hap´S.....	28
<b>Cuadro N°4:</b>	Propiedades Físico Químicas del Dióxido De Azufre.....	34
<b>Cuadro N°5:</b>	Propiedades Físico Químicas del Sulfuro De Hidrógeno.....	36
<b>Cuadro N°6:</b>	Propiedades Físico Químicas del Monóxido de Carbono.....	38
<b>Cuadro N°7:</b>	Propiedades Físico Químicas del Benceno.....	41
<b>Cuadro N°8:</b>	Propiedades Físico Químicas del Tolueno.....	43
<b>Cuadro N°9:</b>	Propiedades Físico Químicas del Xileno.....	45
<b>Cuadro N°10:</b>	Prioridad en la elección de Medidas Preventivas para Agentes Químicos.....	60
<b>Cuadro N°11:</b>	Principales Contaminantes Químicos en la Industria Petroquímica.....	64

<b>Cuadro N°12:</b>	Screening de Agentes Químico en Unidades de Proceso.....	67
<b>Cuadro N°13:</b>	Número Mínimo de Muestras por Jornada.....	68
<b>Cuadro N°14:</b>	Número de Trabajadores a Muestrear Pertenecientes a un GHE.....	70
<b>Cuadro N°15:</b>	Screening Ambiental de Agentes Químicos en Refinería Esmeraldas.....	85
<b>Cuadro N°16:</b>	Grupos Homogéneos de Exposición Laboral.....	95
<b>Cuadro N°17:</b>	Metodologías Analíticas para Monitoreo Higiénico de Dióxido de Azufre.....	103
<b>Cuadro N°18:</b>	Metodologías Analíticas para Monitoreo Higiénico de Monóxido de Carbono.....	106
<b>Cuadro N°19:</b>	Metodologías Analíticas para Monitoreo Higiénico de Benceno.....	109

<b>Cuadro N°20:</b>	Metodologías Analíticas para Monitoreo Higiénico de Tolueno.....	112
<b>Cuadro N°21:</b>	Metodologías Analíticas para Monitoreo Higiénico de Xileno.....	115
<b>Cuadro N°22:</b>	Metodologías Analíticas para Monitoreo Higiénico de HAP'S.....	118
<b>Cuadro N°23:</b>	Metodologías Analíticas para Monitoreo Higiénico de Sulfuro de Hidrógeno.....	121
<b>Cuadro N°24:</b>	Número de Muestras Mínimo a Tomar por Jornada de Trabajo.....	123
<b>Cuadro N°25:</b>	Valores Límites Internacionales para Principales Agentes Químicos en la Industria Petroquímica.....	128

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>FIGURA N° 1:</b>	Diagrama general de procesos.....	3
<b>FIGURA N°2:</b>	Estrategias De Muestreo En Un Periodo De Exposición Uniforme.....	73

## **RESUMEN**

El presente estudio fue elaborado con el fin de establecer una estrategia y metodología de muestreo a partir de un screening ambiental de los principales contaminantes químicos generados en una refinería del Área Andina, tales como:

dióxido de azúfre (SO<sub>2</sub>); sulfuro de hidrógeno (SH<sub>2</sub>); monóxido de Carbono (CO); compuestos aromáticos: benceno, tolueno y xileno (BTX); hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's). La metodología a seguir en este trabajo, está basada en la Norma UNE-EN 689. *“Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la Evaluación de la Exposición por Inhalación de Agentes Químicos para la Comparación con los Valores Límites y Estrategia de Medición”*, para ello, en primera instancia se realizó una identificación de unidades de proceso de una refinería del Área Andina, en donde se levantó los puestos de trabajo, actividades, tiempos de exposición y números de trabajadores. Seguidamente, se realizó un screening ambiental para identificar las principales fuentes de contaminación y/o sobreexposición, utilizando para ello un monitor Multigas IBRID MX6, certificado y calibrado por una Entidad Acreditada para el efecto.

En siguiente instancia se definió grupos homogéneos de exposición (GHE) en cada unidad de proceso de la Refinería en estudio, de acuerdo al criterio de la Norma 689, obteniendo así trece GHE, (GHE-A a GHEN) de los cuales, mientras mayor es el número de trabajadores en el grupo homogéneo, menor será el número de trabajadores a muestrear ó viceversa.

Luego se procedió a la investigación y análisis de varias metodología analíticas para el monitoreo personalizado de los contaminante químicos para la refinería en estudio, seleccionando para este estudio, la metodología **NIOSH 6004** para el Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>); **OSHA N°1008** para el Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S); **OSHA OSA 5** para el Monóxido de Carbono (CO); **INSHT MTA/MA-030/92** para la determinación del Benceno, Tolueno y Xileno (BTX) y el método **(DFG) D**

**Método N° 3** para la determinación de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's).

Así mismo se investigó los diferentes valores límites de exposición laboral de las distintas Agencias y Organismos encargados de su determinación, siendo la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH), la recomendada para este estudio, debido a que sus valores límites se encuentran por debajo de otros organismos internacionales.

Finalmente, el presente estudio indica los criterios a adoptarse (Aceptable, Tolerable, Inaceptable) según proceda, al obtener datos de la aplicación de la propuesta metodológica recomendada anteriormente, con el fin de que se puedan tomar las medidas de seguridad respectivas y a su vez, deja establecido las mediciones periódicas de exposición que se deben contemplar para realizar el monitoreo continuo de los agentes químicos en refinería, según el criterio de la UNE 689.

## **ABSTRACT**

This study was developed to establish a sampling strategy and methodology from an environmental screening of major chemical contaminants generated in a refinery in the Andina area, such as: sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S ) Carbon monoxide (CO), aromatic compounds: benzene, toluene and xylene

(BTX), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH's). The methodology followed in this work is based on the UNE-EN 689. "Atmospheres in the workplace. Guidelines for the Evaluation of Inhalation Exposure to Chemical Agents for Comparison with Limit Values and Measurement Strategy ", for this, at first instance was made identification of process units at a refinery in the Andina area, the activities were: workstation, activities, exposure times and numbers of workers. Next, environmental screening was carried out to identify the main sources of pollution and / or overexposed, using a Multigas monitor IBRIDA MX6, certified and calibrated by an accredited agency for the purpose.

In the next instance was defined exposure homogeneous groups (EHG) in each processing unit of the refinery under study, according to the criteria of UNE 689, thus, in this study obtained EHG thirteen (EHG -A to EHG -N) of which, while the number of workers is greater in the homogeneous group, the number of workers to sample is lower or contrary.

Then it continues with research and analysis of various analytical methods for monitoring of different chemical contaminants for the refinery under study, selecting for this, the **NIOSH 6004** methodology for Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>); **OSHA No. 1008** for Hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S), **OSHA OSA 5** for Carbon Monoxide (CO); **INSHT MTA/MA-030/92** for the determination of benzene, toluene and xylene (BTX) and method **(DFG) D Method No. 3** for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH's).

Also investigated different values occupational exposure limits of the various agencies responsible for their determination, the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) is recommended for this study because their limits are below than other international agencies.

Finally, this study indicates the criteria to be taken (acceptable, tolerable, unacceptable) as appropriate, to obtain data on the implementation of the proposed methodology, recommended above, in order that they may take the respective safety measures and in turn, let's set the periodic measurements of exposure that should be contemplated to perform continuous monitoring of the chemical refinery, according to UNE 689.