



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL  
LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE  
LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA USAC**

**José Lauro Granados Meléndez**

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, abril de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL  
LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE  
LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSÉ LAURO GRANADOS MELÉNDEZ**  
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Zeceña de Serrano
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL  
LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE  
LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA USAC**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial, con fecha 8 de octubre de 2011.



**José Lauro Granados Meléndez**



Guatemala, 07 de noviembre de 2012.  
REF.EPS.DOC.1457.11.12.

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **José Lauro Granados Meléndez**, Carné No. **200515949** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA USAC”**.

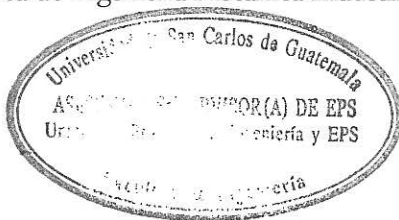
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Sigrid Alitza Calderón de León  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 07 de noviembre de 2012.  
REF.EPS.D.941.11.12

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA USAC"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José Lauro Granados Meléndez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesora-Supervisora de EPS y Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Alitza Calderon de León  
Directora Unidad de EPS

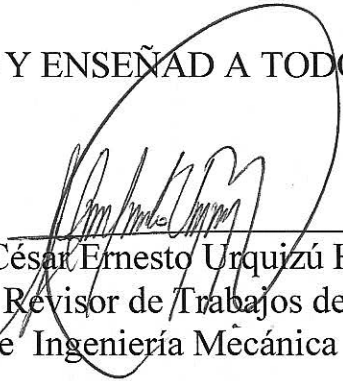


SACdLDdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA USAC**, presentado por el estudiante universitario **José Lauro Granados Meléndez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.098.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación **IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA USAC**, presentado por el estudiante universitario **José Lauro Granados Meléndez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2013.

/mgp





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DE LA USAC**, presentado por el estudiante universitario: **José Lauro Granados Meléndez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, abril de 2013

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida, la sabiduría y la paciencia para poder llegar a cumplir esta meta.
- Mis padres** Lauro Granados y Gladys Meléndez. Por su apoyo incondicional y por confiar siempre en mí.
- Mi hermano** Juan Pablo, por apoyarme siempre en todo lo que he necesitado.
- Mis amigos** Carlos Gramajo, Franz Xiloj, Willy Peitzner, Franz Peitzner y Ericka Vásquez por ser una parte importante para mí, por brindarme su ayuda, apoyo y los buenos momentos que hemos pasado.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios universitarios.

**Facultad de Ingeniería**

Por el aprendizaje obtenido tanto académica mente como para la vida.

**Mis padres**

Lauro Granados y Gladys Meléndez por ser un ejemplo de lucha y perseverancia.

**Mi hermano**

Juan Pablo Granados por ser mi amigo y haber compartido tantas experiencias juntos.

**Mi madrina**

Ana Lucía Fajardo por sus consejos y palabras de aliento.

**Mis amigos**

Carlos Gramajo, Franz Xiloj, Willy Peitzner, Franz Peitzner y Ericka Vásquez por esos momentos que hemos pasado y su apoyo en los malos momentos.

**Lic. Jhoni Álvarez**

(q.e.p.d.) por haberme brindado la oportunidad de realizar mi trabajo de EPS en el Laboratorio de Monitoreo del Aire.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. GENERALIDADES DE LA ESCUELA DE QUÍMICA.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción General.....	3
1.3. Estructura de la institución.....	4
1.4. Misión y visión.....	6
1.5. Actividades del Laboratorio de Monitoreo del Aire.....	6
1.5.1. Estudiantes de la Escuela de Química.....	7
1.5.2. Laboratorios de la Escuela de Química.....	7
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL.....	9
2.1. Situación actual del laboratorio.....	9
2.1.1. Diagnóstico.....	10
2.1.1.1. Diagrama de Ishikawa.....	10
2.1.2. Descripción de procesos del laboratorio.....	11
2.1.2.1. Flujogramas.....	11
2.1.3. Análisis de herramientas de control.....	58
2.1.3.1. Descripción de las herramientas.....	58
2.1.3.2. Límites o rangos.....	69
2.2. Propuesta de mejora.....	69

2.2.1.	Manual de procedimientos.....	69
2.2.1.1.	Descripción de puestos.....	70
2.2.1.2.	Cadena de mando en la documentación.....	80
2.2.1.3.	Propuesta de organigrama.....	81
2.2.1.4.	Propuesta política de calidad.....	85
2.2.2.	Plan de gestión de calidad implementado.....	88
2.2.2.1.	Propuesta misión y visión.....	88
2.2.2.2.	Procedimientos mejorados.....	91
2.2.2.3.	Documentos implementados.....	160
2.2.2.4.	Control de calidad.....	163
2.2.2.5.	Validación del método.....	167
2.2.2.6.	Evaluación.....	167
2.2.2.7.	Señalización de seguridad industrial.....	179
2.2.3.	Propuesta de herramientas de control.....	184
2.2.3.1.	Plan de calibraciones.....	184
2.2.3.2.	Auditorías internas.....	185
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	189
3.1.	Diagnóstico.....	189
3.1.1.	Consumo anual energía eléctrica del edificio.....	189
3.1.2.	Variación del precio por KW/h de energía eléctrica los últimos 5 años.....	190
3.1.3.	Verificar consumidores.....	191
3.1.4.	Establecer indicadores.....	191
3.2.	Plan de ahorro propuesto de reducción de costos y optimización del manejo de energía eléctrica en el laboratorio .....	192

4.	FASE DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE.....	197
4.1.	Diagnóstico de las necesidades de capacitación.....	197
4.1.1.	Pareto.....	197
4.1.2.	Análisis y estrategia.....	199
4.2.	Plan de capacitaciones según necesidades del laboratorio.....	200
4.2.1.	Inducción a Producción más Limpia.....	201
4.2.2.	Energía eléctrica.....	201
4.2.3.	Manejo de formatos.....	202
4.3.	Evaluación de capacitación.....	202
	CONCLUSIONES.....	211
	RECOMENDACIONES.....	213
	BIBLIOGRAFÍA.....	215



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC.....	5
2.	Diagrama de Ishikawa.....	10
3.	Diagrama para el análisis de partículas totales en suspensión (PTS).....	12
4.	Flujograma para la calibración equipo de partículas totales suspendidas (PTS).....	15
5.	Flujograma para el análisis de partículas menores a diez micras (PM <sub>10</sub> ).....	18
6.	Flujograma para el análisis de plomo (Pb) en PM <sub>10</sub> .....	21
7.	Flujograma para el análisis de precipitación de polvo.....	24
8.	Diagrama para el análisis de dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	28
9.	Diagrama para el análisis de ozono (O <sub>3</sub> ) difusión pasiva.....	32
10.	Flujograma para el análisis de ozono (O <sub>3</sub> ) impinger.....	35
11.	Flujograma para el análisis de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	42
12.	Flujograma para el análisis de lluvia ácida (pH).....	55
13.	Gráfica curva de calibración PTS.....	61
14.	Gráfica calibración bombas y orificios SO <sub>2</sub> y NO <sub>2</sub> .....	61
15.	Gráfica calibración equipos de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> .....	62
16.	Gráfica curva de calibración durante un mes, de una evaluación interna a la próxima.....	64
17.	Gráfica curva de calibración para SO <sub>2</sub> .....	68
18.	Propuesta de organigrama.....	81
19.	Mejoras en el organigrama.....	82



20.	Organigrama Institucional Laboratorio de Monitoreo del Aire (LMA).....	83
21.	Organigrama interno Laboratorio de Monitoreo del Aire (LMA).....	84
22.	Documento política de calidad.....	87
23.	Documento misión y visión.....	90
24.	Diagrama mejorado para el análisis de partículas totales suspendidas (PTS).....	92
25.	Flujograma mejorado para la calibración del equipo partículas totales suspendidas (PTS).....	96
26.	Flujograma mejorado para el análisis de partículas menores a diez micras (PM <sub>10</sub> ).....	99
27.	Flujograma mejorado para el análisis de plomo (Pb) en PM <sub>10</sub> .....	103
28.	Flujograma mejorado para el análisis de precipitación de polvo.....	106
29.	Diagrama mejorado para el análisis de dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	110
30.	Diagrama mejorado para el análisis de dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) difusión activa.....	114
31.	Diagrama mejorado para el análisis de ozono (O <sub>3</sub> ) difusión pasiva.....	121
32.	Flujograma mejorado para el análisis de ozono (O <sub>3</sub> ) Impinger.....	124
33.	Flujograma mejorado para el análisis de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	132
34.	Flujograma para la purificación de pararosanilina (PRA).....	145
35.	Flujograma mejorado para el análisis de lluvia ácida (pH).....	151
36.	Flujograma para el análisis de partículas menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> ).....	154
37.	Formato nomenclatura de código.....	160

38.	Formato listado de documentos.....	161
39.	Formato para la presentación de quejas.....	164
40.	Formato para encuesta satisfacción al cliente.....	165
41.	Formato para la descripción del puesto.....	168
42.	Formato del calendario de muestreo.....	170
43.	Formato <i>check list</i> equipo de medición.....	171
44.	Formato para toma de datos de material particulado.....	173
45.	Formato para la toma de datos material particulado.....	175
46.	Formato para datos meteorológicos.....	177
47.	Formato para datos de hidrometria.....	178
48.	Columna 3er nivel edificio T-10 USAC previo a la señalización.....	179
49.	Descanso escaleras 2do a 3er nivel edificio T-10 USAC previo a la señalización.....	180
50.	Gabinetes previo a la señalización en el Laboratorio de Monitoreo del Aire.....	180
51.	Equipo previo a la señalización Laboratorio de Monitoreo del Aire.....	181
52.	Entrada al Laboratorio Monitoreo del Aire previo a la señalización.....	181
53.	Columna 3er nivel edificio T-10 USAC con la señalización.....	182
54.	Descanso escaleras 2do a 3er nivel edificio T-10 USAC con la señalización.....	182
55.	Gabinetes con la señalización en el Laboratorio de Monitoreo del Aire.....	183
56.	Equipo con la señalización Laboratorio Monitoreo del Aire.....	183
57.	Entrada al Laboratorio de monitoreo del Aire con la señalización.....	184
58.	Formato para minuta de reunión.....	186

59.	Gráfica de barras errores por falta de capacitación.....	198
60.	Resultado pregunta No. 1 primera evaluación.....	203
61.	Resultado pregunta No. 2 primera evaluación.....	203
62.	Resultado pregunta No. 3 primera evaluación.....	204
63.	Resultado pregunta No. 4 primera evaluación.....	204
64.	Resultado pregunta No. 5 primera evaluación.....	205
65.	Resultado pregunta No. 1 segunda evaluación.....	205
66.	Resultado pregunta No. 2 segunda evaluación.....	206
67.	Resultado pregunta No. 3 segunda evaluación.....	206
68.	Resultado pregunta No. 4 segunda evaluación.....	207
69.	Resultado pregunta No. 5 segunda evaluación.....	207
70.	Resultado pregunta No. 6 segunda evaluación.....	208
71.	Resultado pregunta No. 7 segunda evaluación.....	208
72.	Resultado pregunta No. 8 segunda evaluación.....	209
73.	Resultado pregunta No. 9 segunda evaluación.....	209
74.	Resultado pregunta No. 10 segunda evaluación.....	210

## **TABLAS**

I.	Resultado pregunta No. 10 segunda evaluación.....	59
II.	Cadena de mando de la documentación.....	80
III.	Consumo anual energía eléctrica edificio T-10 USAC.....	190
IV.	Variación del precio energía eléctrica.....	190
V.	Consutmidores de energía eléctrica en el Laboratorio de Monitoreo del Aire.....	191
VI.	Plan de mejora para el ahorro de energía eléctrica.....	194
VII.	Listado de errores por falta de capacitación.....	198
VIII.	Temas de capacitación e inducción.....	200

## LISTA DE SIMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b><math>\Delta</math></b>	Cambio o diferencia entre dos magnitudes
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dióxido de azufre
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dióxido de nitrógeno
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado
<b>EDC</b>	Experiencias de docentes con la comunidad
<b>LMA</b>	Laboratorio de Monitoreo del Aire
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozono
<b>PRA</b>	Pararosanilina
<b>PM<sub>10</sub></b>	Partículas menores a diez micras
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Partículas menores a dos punto cinco micras
<b>PTS</b>	Partículas Totales en Suspensión



## GLOSARIO

<b>Flujograma</b>	Diagrama que representa las actividades dentro de un procedimiento.
<b>Métodos activos</b>	Se caracterizan por la succión del aire a través de un medio de absorción con una bomba.
<b>Métodos pasivos</b>	Hacen uso de leyes físicas o químicas de la naturaleza, como son la gravimetría y la difusión molecular.
<b>Micra</b>	Unidad de longitud igual a una milésima de milímetro.
<b>Misión</b>	Es el propósito o razón por la cual existe la organización.
<b>Partículas totales en suspensión</b>	Se define como la acumulación de gotitas de un sólido o líquido en la atmósfera ambiental generada a partir de alguna actividad antropogénica o natural.
<b>Plan de Gestión de Calidad</b>	Es un documento que establece las prácticas específicas de calidad, recursos y secuencia de actividades relativas a un producto, servicio, contrato y proyecto particular.
<b>Precipitación</b>	Agua atmosférica que cae al suelo al estado líquido o sólido.

**Tolerancia**

Es el margen de error admisible en la fabricación de un producto.

**Visión**

Es la posición que desea tener la empresa en un futuro.

## RESUMEN

El Laboratorio de Monitoreo del Aire es área que conforma parte de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual se dedica a la realización de monitoreo y análisis de contaminantes en el aire que pueden afectar la salud humana. Los análisis y monitoreos los efectúan el coordinador y analistas que son estudiantes de la Escuela de Química.

Actualmente carece de un organigrama, misión, visión y política de calidad que son las bases de trabajo para una empresa o institución, también se carece de una documentación adecuada ya que carece de una simbología que ayude a diferenciar los diferentes formatos de trabajo y en su momento tener un mejor registro de la información que se trabaja.

Otro de los problemas es la falta de una inducción adecuada al personal que ingresa debido a que se tiene un personal que cambia cada seis meses. Esto genera una preparación baja y desordenada al no tener temas de inducción y un orden para darlos a conocer.

Se presentaron las propuestas para el organigrama, misión, visión y política de calidad para que el laboratorio tenga las bases para trabajar y que el personal conozca de mejor forma la razón por la que se trabaja y a dónde quiere llegar el laboratorio y de esta forma se logre un compromiso por parte de los analistas.



Para tener una mejor inducción se tiene una tabla con los temas que se deben de impartir para una persona que esta ingresando, estos temas se ordenaron con la ayuda del diagrama de pareto para establecer cuales son los temas más importantes y comenzar con ellos la inducción de los analistas y que esta se realice previamente a los monitoreos para que se tenga el conocimiento previo a la práctica.

# OBJETIVOS

## General

Implementar un plan de gestión de calidad que permita un mejor manejo de los documentos y una definición de los procedimientos que se realizan como parte del trabajo en el laboratorio.

## Específicos

1. Implementar herramientas de control de calidad en el Laboratorio de Monitoreo del Aire para que se puedan cumplir los requisitos.
2. Crear un manual de funciones y procedimientos en el laboratorio para que el personal pueda comprenderlos de una mejor manera.
3. Crear las propuestas de la estructura organizacional, misión, visión, política de calidad y funciones de puestos para tener las bases sobre las que trabajará el laboratorio.
4. Implementar la documentación necesaria para el trabajo y desempeño del laboratorio que surgan a raíz del proyecto.

5. Crear un plan de ahorro energético en el Laboratorio de Monitoreo del Aire con lo cual puedan disminuir el consumo de este rubro.
  
6. Crear un plan de capacitaciones necesarias para que el personal pueda realizar sus funciones correspondientes.
  
7. Dar a conocer los temas de producción más limpia, energía eléctrica y avances en el proyecto al personal del laboratorio.

## INTRODUCCIÓN

En el primer capítulo se encuentran los antecedentes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y como ésta ha ido evolucionando con el paso de los años, al igual que la estructura que tiene para poder trabajar y las actividades que se realizan en el Laboratorio de Monitoreo del Aire (LMA) donde se realizó el trabajo de EPS.

En la segunda parte se cuenta con la situación actual que se tenía en el laboratorio, las herramientas con las que contaba para su trabajo. Para lo que se realizó un análisis, del cual se tomaron ideas y la estrategia para la implementación de mejoras que se basaron en la parte administrativa al implementar documentación necesaria para llevar un registro más adecuado al que se tenía y plantear propuestas para futuras mejoras que se puedan ir realizando de forma sucesiva, utilizando la documentación implementada.

En la tercera parte se encuentra el desarrollo de una investigación sobre el consumo de energía eléctrica que se tiene en el laboratorio, para lo cual se obtuvieron los datos del precio de la energía eléctrica y los dispositivos consumidores de la misma dentro del laboratorio, para plantear una propuesta de ahorro basada en el tema de Producción más Limpia.

En el último capítulo se cuenta con un análisis sobre la necesidad de capacitaciones que posee el laboratorio al tener personal cambiante para que el mismo pueda desarrollar las actividades requeridas, para lo cual también se realizaron pláticas sobre los temas que se desarrollaron durante el proyecto para que el personal tuviera el conocimiento sobre los cambios realizados y se puedan transmitir estos temas y no se pierda la continuidad sobre las mejoras

implementadas y propuestas.

## **1. GENERALIDADES DE LA ESCUELA DE QUÍMICA**

La Escuela de Química prepara a estudiantes en el ámbito químico como lo son las carreras de Química Farmacéutica y Química para que puedan lograr desempeñarse en diferentes áreas para así proveer de una formación integral y cumplir con las expectativas que se tienen contempladas para los egresados de dicha escuela.

### **1.1. Antecedentes**

La Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta entre sus bienes inmuebles en el Centro Histórico con el antiguo edificio de la facultad, ubicado en la plaza San Sebastián, zona 1, que al igual que la antigua Facultad de Derecho, hoy Museo de la Universidad, MUSAC y la antigua Escuela de Medicina, actual Centro Cultural Universitario, ha sido declarado como parte integrante del Patrimonio Cultural de la Nación.

El antiguo edificio de la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia, como se le denominó a la facultad al separarse de la Facultad de Medicina en 1918, fue construido en un período de tres años, entre 1925 y 1928. En la fachada que da a la Plaza San Sebastián, que es de un sólo nivel, el edificio posee una puerta interior modelada, una torre con reloj y ventanas del mismo estilo del conjunto. El edificio está cubierto con artesanado de madera y lámina de zinc.

En el Acta 652 de sesión celebrada por Junta Directiva del 16 de julio de 1971, en el Punto CUARTO, Junta Directiva acuerda la creación de cuatro escuelas facultativas, entre ellas la Escuela de Química, tomando como base la necesidad de nuestro país, de poseer profesionales en el campo de las

ciencias naturales y exactas, capacitados para asesorar, administrar e investigar en el campo del análisis y la síntesis de las diferentes ramas de la industria, laboratorios y docencia.

En la sesión del 23 de octubre de 1965, Acta No 904, punto sexto, el Consejo Superior Universitario acordó aprobar el plan de estudios del quinto al décimo semestre de la carrera de Químico en el grado de licenciado, con 5 años de duración. Al implementar los estudios básicos en la Universidad de San Carlos de Guatemala, las autoridades de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia iniciaron los trabajos para revisar los planes de estudios de las carreras de Químico Farmacéutico, Químico Biólogo e Ingeniero Químico, servidas en ese entonces.

Producto de ese estudio se organizaron los pensa de estudio (exceptuando el de ingeniería química) en tal forma que a continuación de los cuatro ciclos de estudios básicos, se asignarían seis ciclos para dar una licenciatura en Química y hasta después de tres ciclos de especialización se daría la licenciatura de Químico al igual que la licenciatura de Químico Farmacéutico o Químico Biólogo, que duró solo un año.

El primer director de la Escuela de Química, fue el ingeniero químico Miguel Angel Canga Agüelles, posteriormente lo procedieron los licenciados Eduardo Robles y Adolfo León Gross.<sup>1</sup>

1. Revista conmemorativa de los 90 años de Fundación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p. 20

## 1.2. Descripción general

La carrera de licenciatura en Química forma y capacita profesionales en las diferentes áreas de las ciencias químicas, los cuales desarrollan sus actividades en todo tipo de industria relacionada con la transformación de materias primas, la formulación, producción y control de calidad de productos químicos industriales; el diseño de procesos que requieran el dominio de la Química para el aprovechamiento del suelo y subsuelo, síntesis orgánica, productos naturales, desarrollo de productos y procesos químicos en la industria de alimentos y en la agroindustria.

También desarrollan sus actividades en laboratorios de control del medio ambiente para monitoreo de suelo, aire, plantas y aguas sujetos a contaminación industrial; en laboratorios de normalización, acreditación y certificación; así como en el campo de la investigación y docencia.

- **Objetivos**
  - Formar profesionales de alto nivel académico y ético en Química, capaces de hacer uso racional de los recursos del país para beneficio de la sociedad.
  - Coadyuvar al desarrollo del conocimiento científico-tecnológico y humanístico, mediante el proceso de formación de profesionales de la Química.
  - Precisar la respuesta que ofrece la Escuela de Química en la formación de profesionales, a las demandas del mercado de trabajo, la sociedad y el desarrollo científico-tecnológico a nivel mundial.



- Apoyar la investigación generada por proyectos o programas que resuelvan problemas identificados en los distintos campos de acción del químico, dentro de la sociedad guatemalteca.
- Fomentar la investigación que tienda al aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y al desarrollo de la tecnología química adecuada para ello.
- Promover la participación multidisciplinaria para el mejor enfoque y solución de los problemas de la sociedad guatemalteca.
- Ampliar sus programas de extensión, de acuerdo a las necesidades de la sociedad guatemalteca.<sup>2</sup>

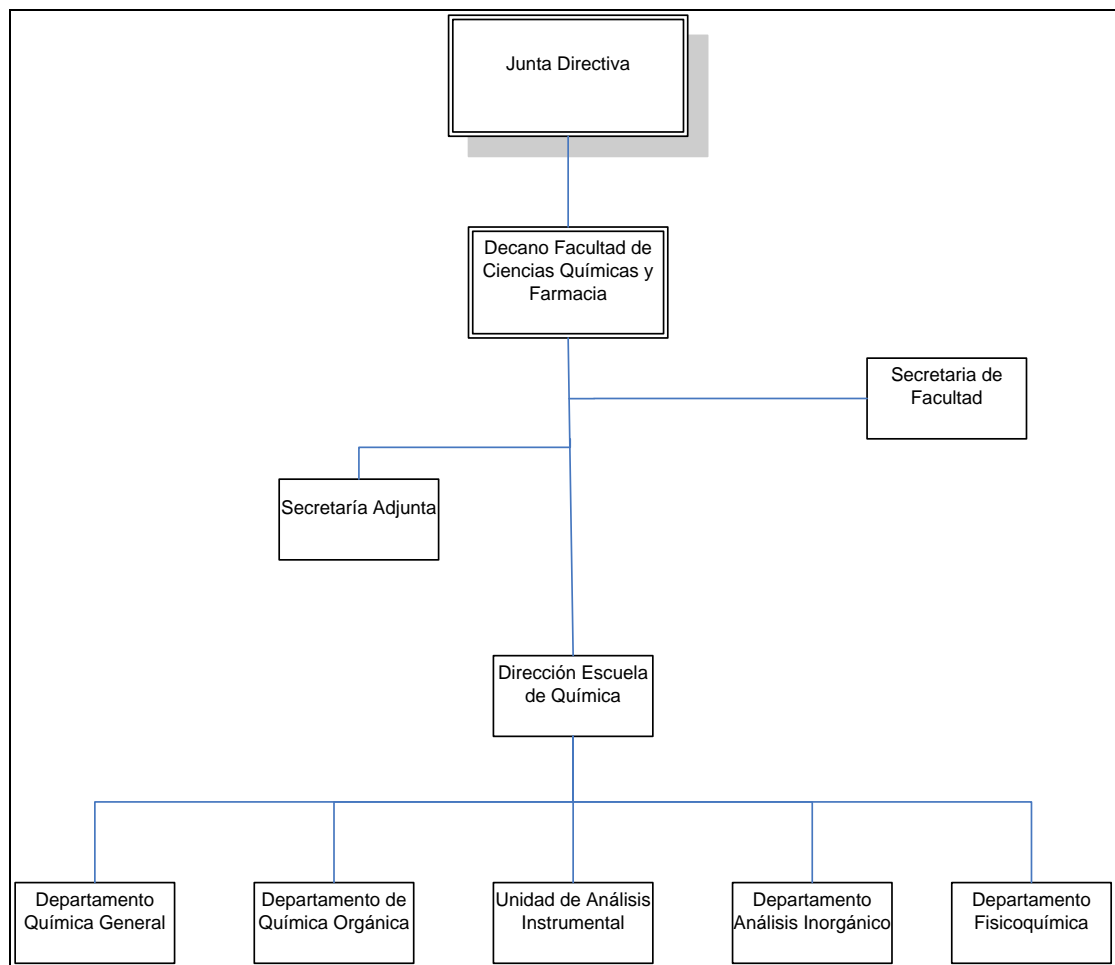
### **1.3. Estructura de la institución**

La estructura de la institución hace referencia a la estructura organizacional, que está representada en el organigrama de la institución, que, en el presente caso es la escuela de química de la facultad de ciencias químicas y farmacia. El organigrama presente, es uno, de forma general, debido a que muestra los diferentes niveles jerárquicos sin especificar puestos o personas dentro de los mismos y se muestra de forma vertical, donde se ramifica de arriba hacia abajo y los niveles jerárquicos se distribuyen de forma escalonada.

2. Manual de Organización Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p. 45

La característica de este tipo es una representación fácil de comprender observando las relaciones de trabajo que se pueden tener sin profundizar en puestos para que las personas puedan comprender las relaciones entre los departamentos existentes.

Figura 1. **Organigrama de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC**



Fuente: Escuela de Química

#### **1.4. Misión y visión**

- Misión: “la Escuela de Química contribuye al desarrollo sostenible de Guatemala, por medio de la formación integral de profesionales de la Química con alto nivel académico y conciencia social, con capacidad para desempeñarse con excelencia en las diferentes áreas de la Química en la actividad económica nacional. Contribuye también en la generación de conocimiento científico y en la prevención y solución de problemas nacionales, por medio de la investigación y la extensión en el campo de la Química.
- Visión: ser la entidad académica líder en la formación de profesionales de la Química con la mejor preparación académica a niveles nacional y regional, y en la investigación científica y tecnológica orientada a la transformación fisicoquímica y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de Guatemala.”<sup>3</sup>

#### **1.5. Actividades del Laboratorio de Monitoreo del Aire**

El Laboratorio de Monitoreo del Aire, es parte de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala, que realiza las actividades de monitorear contaminantes que afectan la calidad en el aire de la ciudad de Guatemala, como lo son las partículas totales en suspensión (PTS), partículas menores a diez micras ( $PM_{10}$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), etc.

2. Folleto informativo de la Escuela de Química que se puede solicitar en el segundo nivel del edificio T-12

Las actividades para monitorear estos contaminantes se realizan mediante muestreos en diferentes puntos de la ciudad, con una frecuencia de dos veces al mes, durante todo el año, de donde se obtienen los datos para calcular la cantidad existente de cada contaminante que fue expuesto al muestreo.

#### **1.5.1. Estudiantes de la Escuela de Química**

La Escuela de Química, cuenta con un p<sup>é</sup>ns<sup>u</sup>m de estudios distribuido en diez semestres para obtener la Licenciatura de Químico en cinco años, previo a la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y Tesis; durante los cuales el estudiante lleva cuarenta y ocho cursos.

De los cursos que llevan durante la carrera algunos serán de mayor utilidad para poder realizar actividades dentro del Laboratorio de Monitoreo del Aire, lugar donde algunos estudiantes realizan su Ejercicio Profesional Supervisado que se realiza al cerrar el p<sup>é</sup>ns<sup>u</sup>m y EDC que se puede realizar desde el tercer año.

#### **1.5.2. Laboratorios de la Escuela de Química**

La Escuela de Química cuenta con diferentes cursos para los cinco años de estudio programados en el p<sup>é</sup>ns<sup>u</sup>m de estudios, algunos cursos tienen dentro de sus actividades un laboratorio específico, a cada curso donde ponen en práctica los conocimientos del curso.

Para las actividades del laboratorio es necesario que los estudiantes que de EDC y EPS que llegan a realizar estas practicas tengan los conocimientos de los laboratorios impartidos haciendo énfasis en algunos de ellos por ser necesarios en las herramientas y conocimientos aprendidos en ellos.

A continuación se hace un detalle de los laboratorios que más inciden en el trabajo del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

- Química General I
- Química General II
- Análisis Inorgánico I
- Química Orgánica I
- Análisis Inorgánico II
- Análisis Instrumental I
- Fisicoquímica I
- Análisis Instrumental II
- Química Inorgánica I
- Química Inorgánica II
- Química Ambiental

## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

La fase técnico profesional abarca la parte de situación actual y las mejoras implementadas en el lugar donde se realizó el trabajo de EPS, para lo cual se menciona primeramente la parte de la situación actual y posteriormente las mejoras para demostrar los cambios que se tuvieron con la implementación del proyecto.

### **2.1. Situación actual del laboratorio**

El Laboratorio de Monitoreo del Aire, actualmente cuenta con información desactualizada o bien, no se encuentra disponible para todo el personal que trabaja en el lugar. Además no cuenta con una definición de los puestos y funciones que cada persona debe realizar en su puesto por lo que se puede tener una duplicidad de tareas o que no se realicen las actividades por un mal entendido en la distribución de las tareas a realizar.

El laboratorio cuenta con las instalaciones y equipo para realizar los análisis que realizan, pero no se tiene un manual de puestos y funciones, un manual de calidad o documentos que puedan ayudar a tener un mejor control en los procedimientos realizados.

El laboratorio tampoco cuenta con un organigrama para demostrar la organización de la institución y cómo están distribuidos los puestos y la jerarquía de los diferentes puestos. También carece de misión y visión por lo que no se puede definir cuál es el propósito por la que fue creada la institución y sus planes a donde quiere llegar en un futuro.

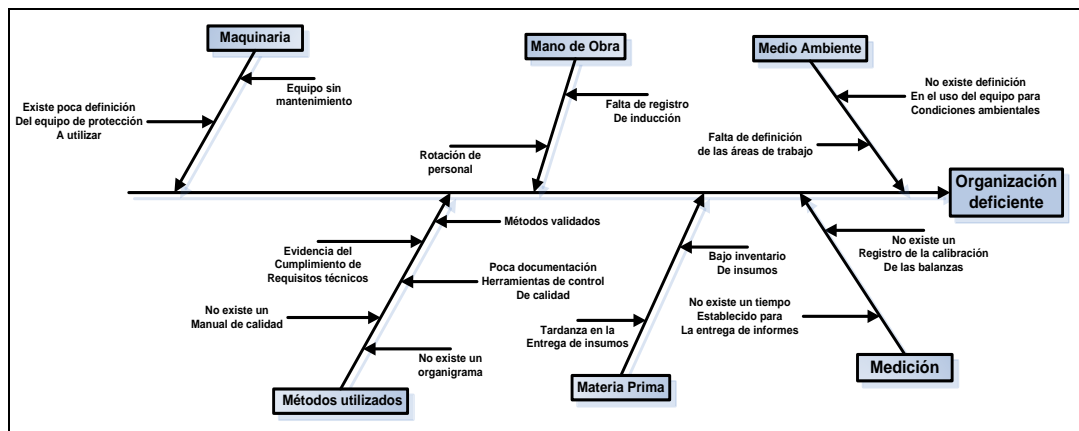
## 2.1.1. Diagnóstico

El diagnóstico parte de una auditoria, realizada previamente en el laboratorio como un paso para una futura acreditación en la Norma COGUANOR NGR/ISO/IEC 17 025, la cual fue la base para emplear una herramienta de análisis y sugerir la estrategia; con lo que se determinó el problema que es que no se está cumpliendo la norma que se menciona anteriormente.

### 2.1.1.1. Diagrama de Ishikawa

Diagrama de Ishikawa sirve para enfocarse en un problema y cuáles son las causas principales por las que se está dando ese problema y las sub causas que pueden estar creando las causas principales para poder determinar las posibles soluciones y enfocar el plan de trabajo para solucionar el problema con la opción más apropiada; la causa raíz es la falta de un plan de gestión de calidad que ayude al laboratorio a mejorar sus condiciones de calidad.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

- Análisis y estrategia del diagrama, se observa que las sub-causas provienen de la falta o poca documentación, empezando por la falta de un organigrama para tener la estructura organizacional definida y que cada persona pueda comprender su lugar en la institución. De la estructura organizacional se observa la falta de misión, visión y política de calidad del laboratorio para trabajar en base a lo planteado en las mismas.

Para poder realizar el plan de gestión de calidad se debe trabajar en tener las bases, para después comenzar a diagramar los procedimientos que se realizan y describiendo los mismos para un mejor entendimiento del personal al momento de ver los diagramas.

Describir las herramientas actuales de control para conocer la aplicación que tienen y como éstas ayudan al control de la calidad en el procedimiento. Al conocer lo mencionado anteriormente se realizarán las mejoras para disminuir las carencias que se poseen actualmente en el laboratorio.

## **2.1.2. Descripción de procesos del laboratorio**

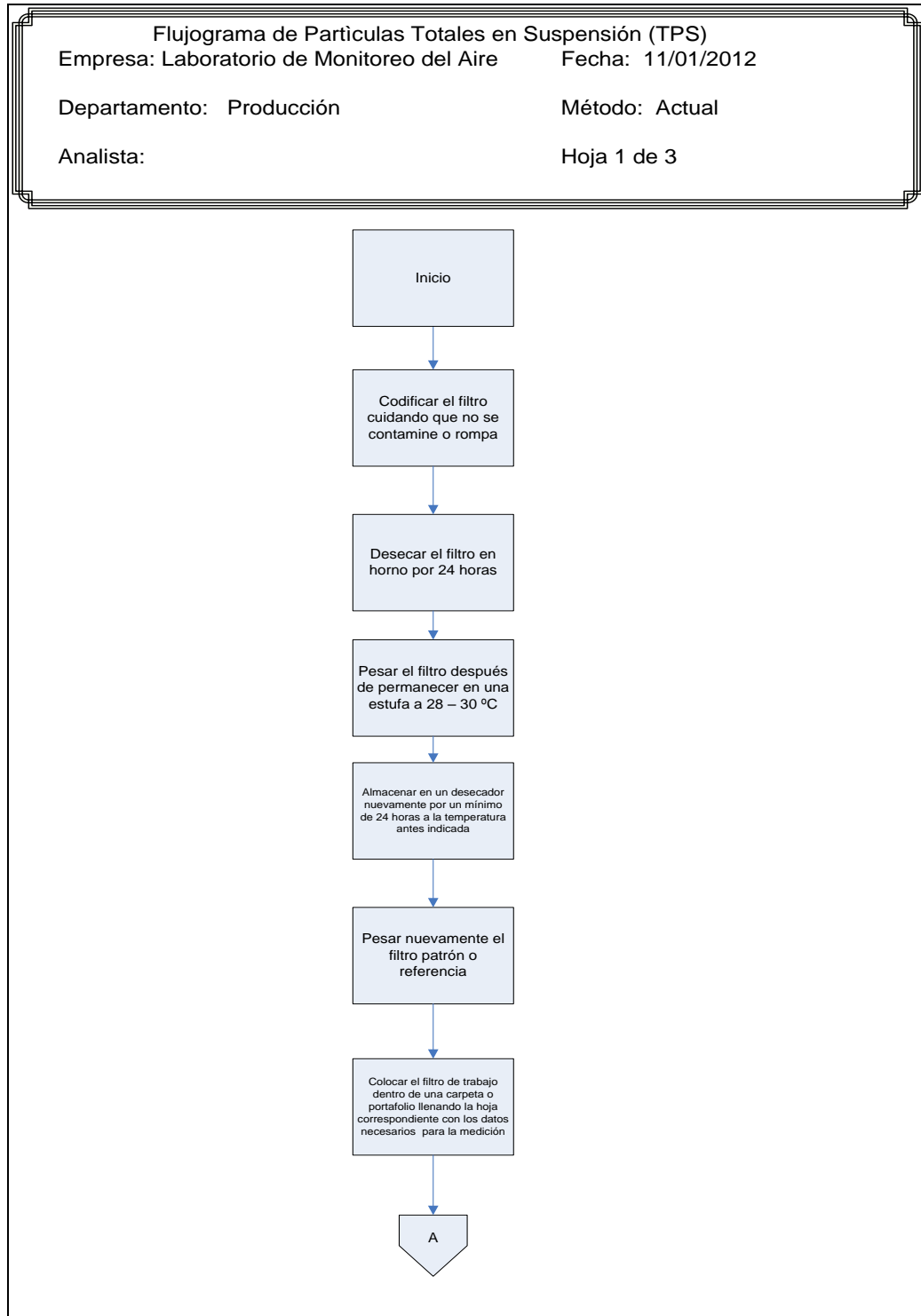
La documentación de los procesos del laboratorio como parte de la situación actual ayuda a comprender la forma en que se está trabajando, al comprender esto se pueden buscar las opciones de mejora que se pueden realizar en la forma de trabajo.

### **2.1.2.1. Flujogramas**

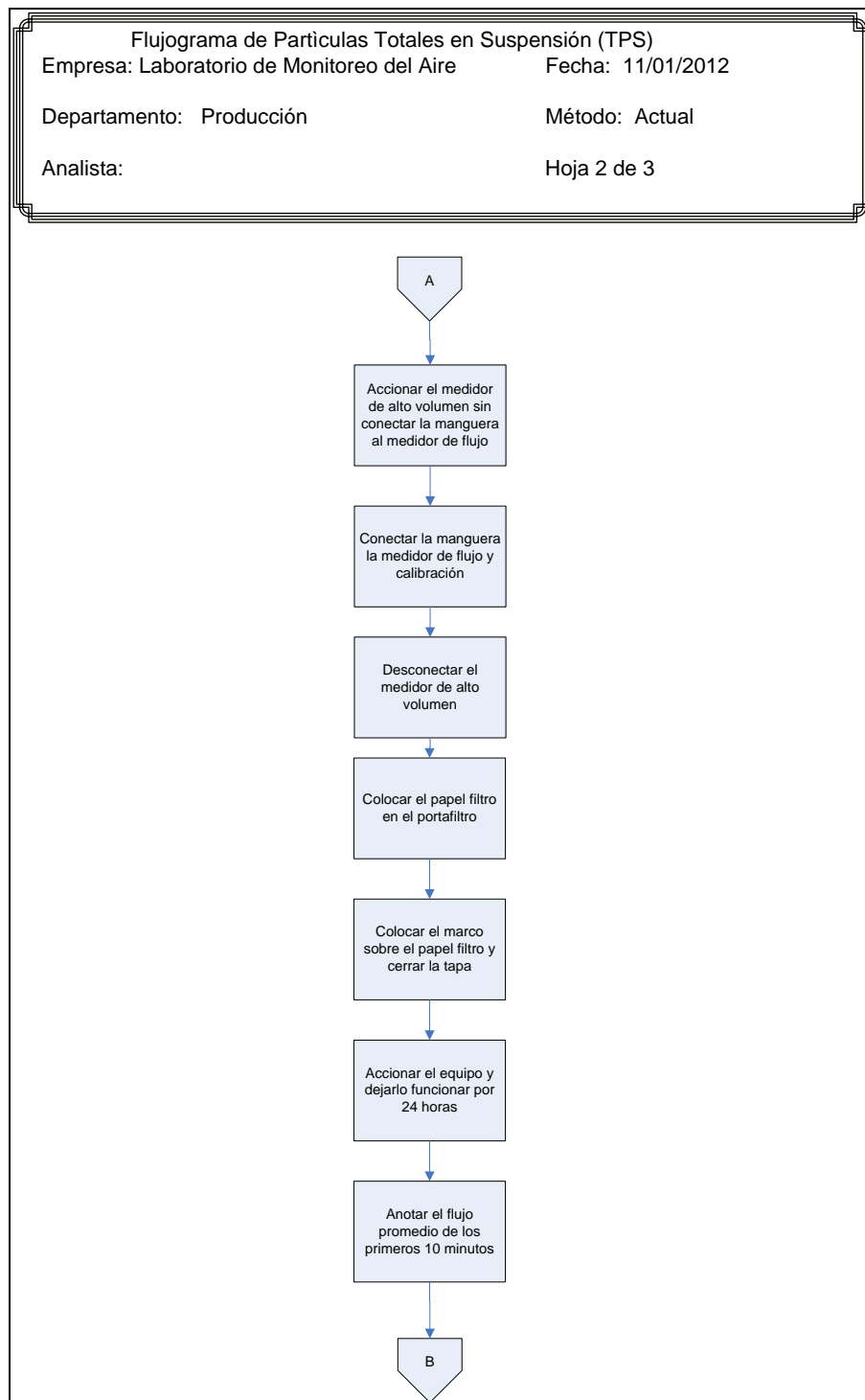
Un flujograma es la representación gráfica de un procedimiento donde se muestran los pasos que lleva y las decisiones que se deben tomar. También se muestran diagramas de bloque, que a diferencia de un flujograma no lleva decisiones durante el procedimiento.



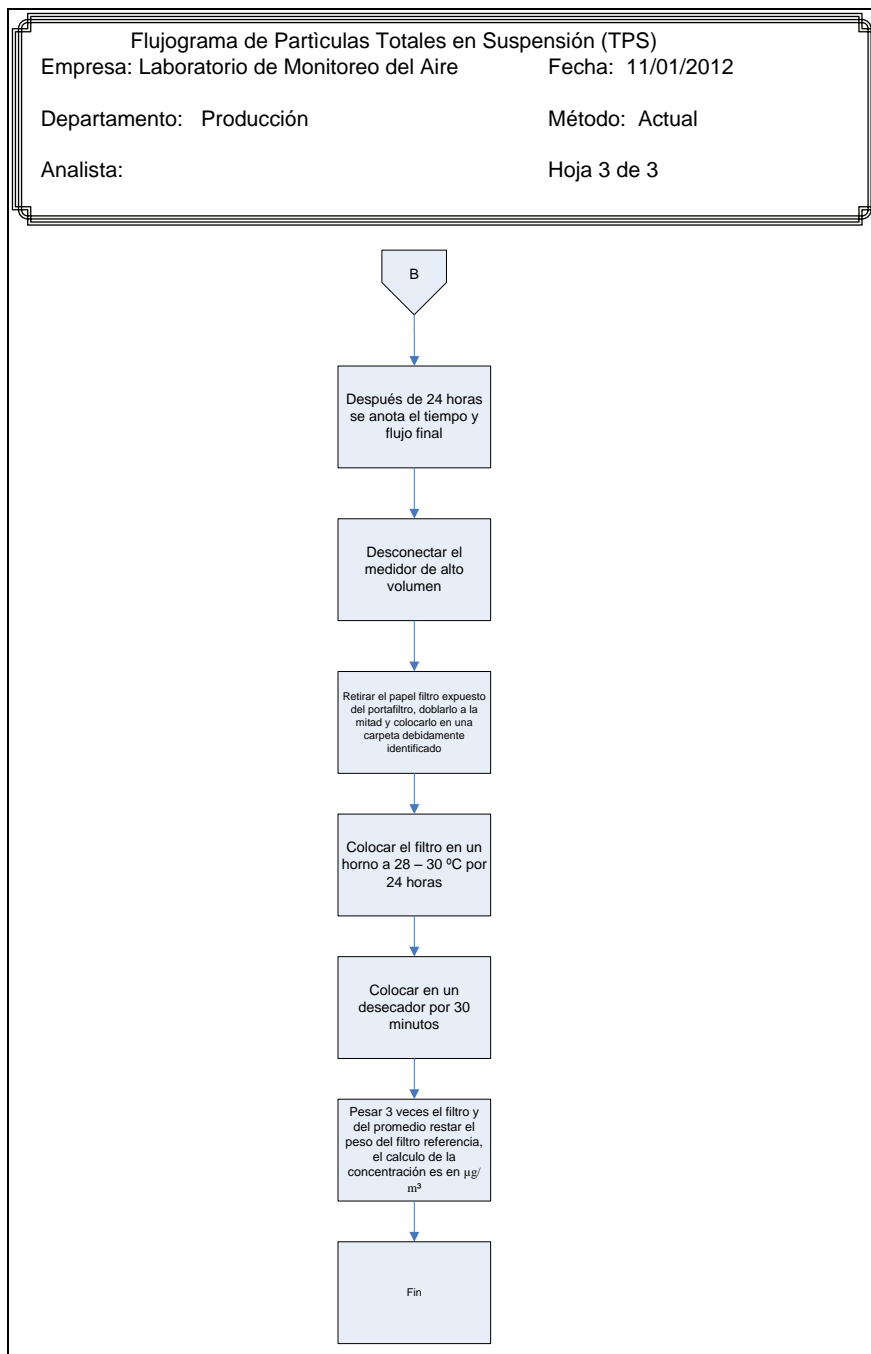
Figura 3. **Diagrama para el análisis de partículas totales en suspensión (PTS)**



Continuación de la figura 3.

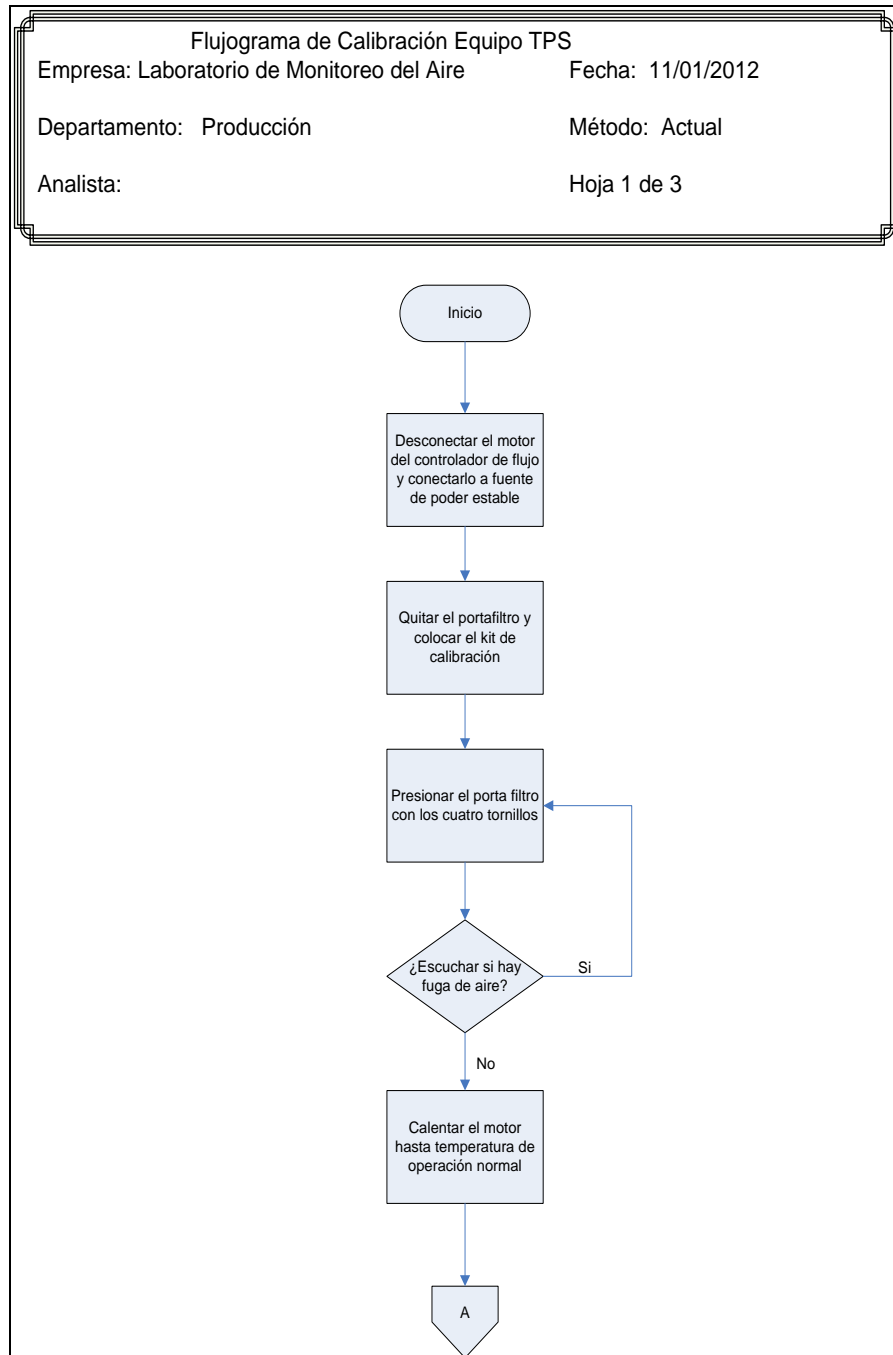


Continuación de la figura 3.

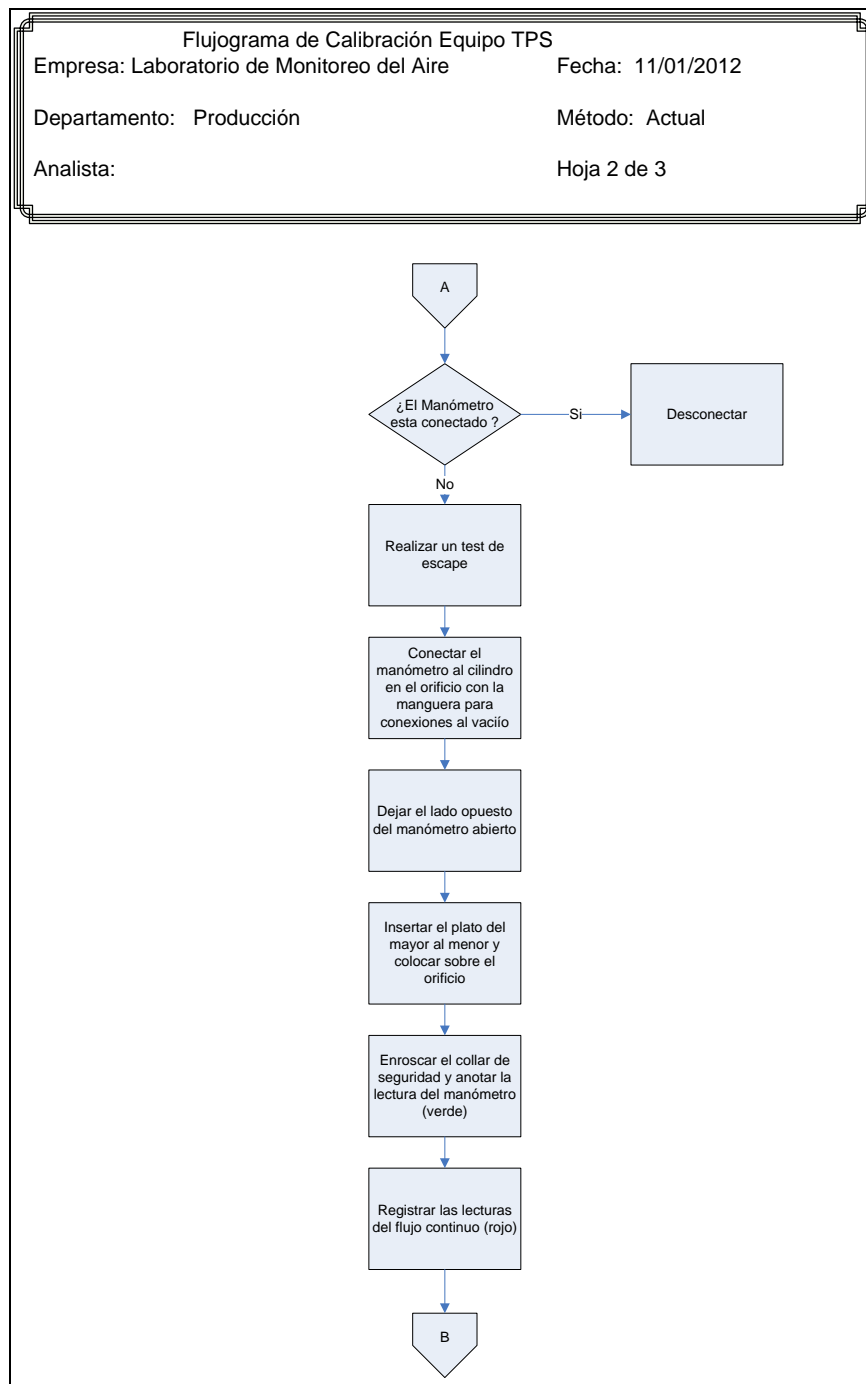


Fuente: elaboración propia.

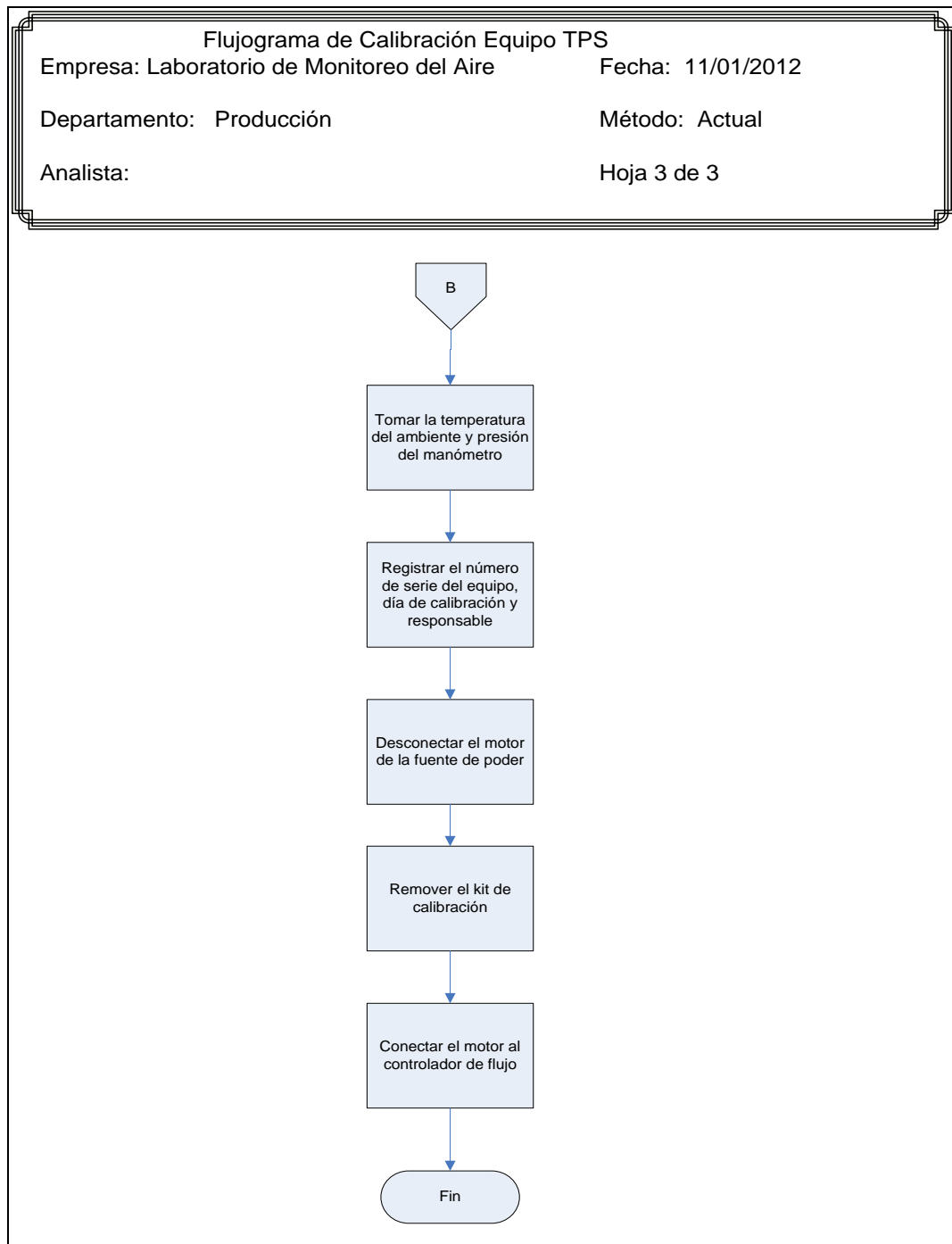
Figura 4. **Flujograma para la calibración del equipo de partículas totales suspendidas (PTS)**



Continuación de la figura 4.

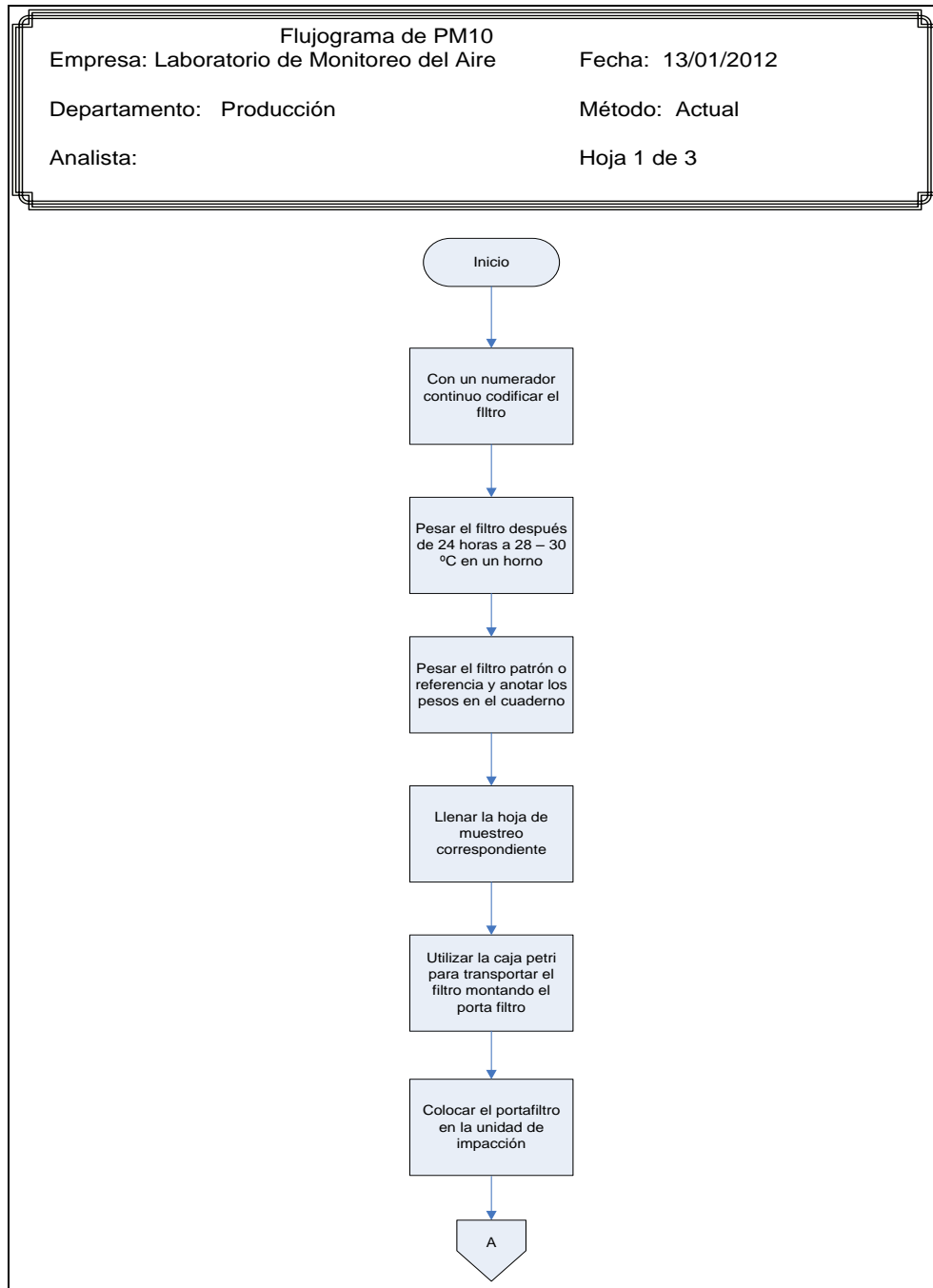


Continuación de la figura 4.

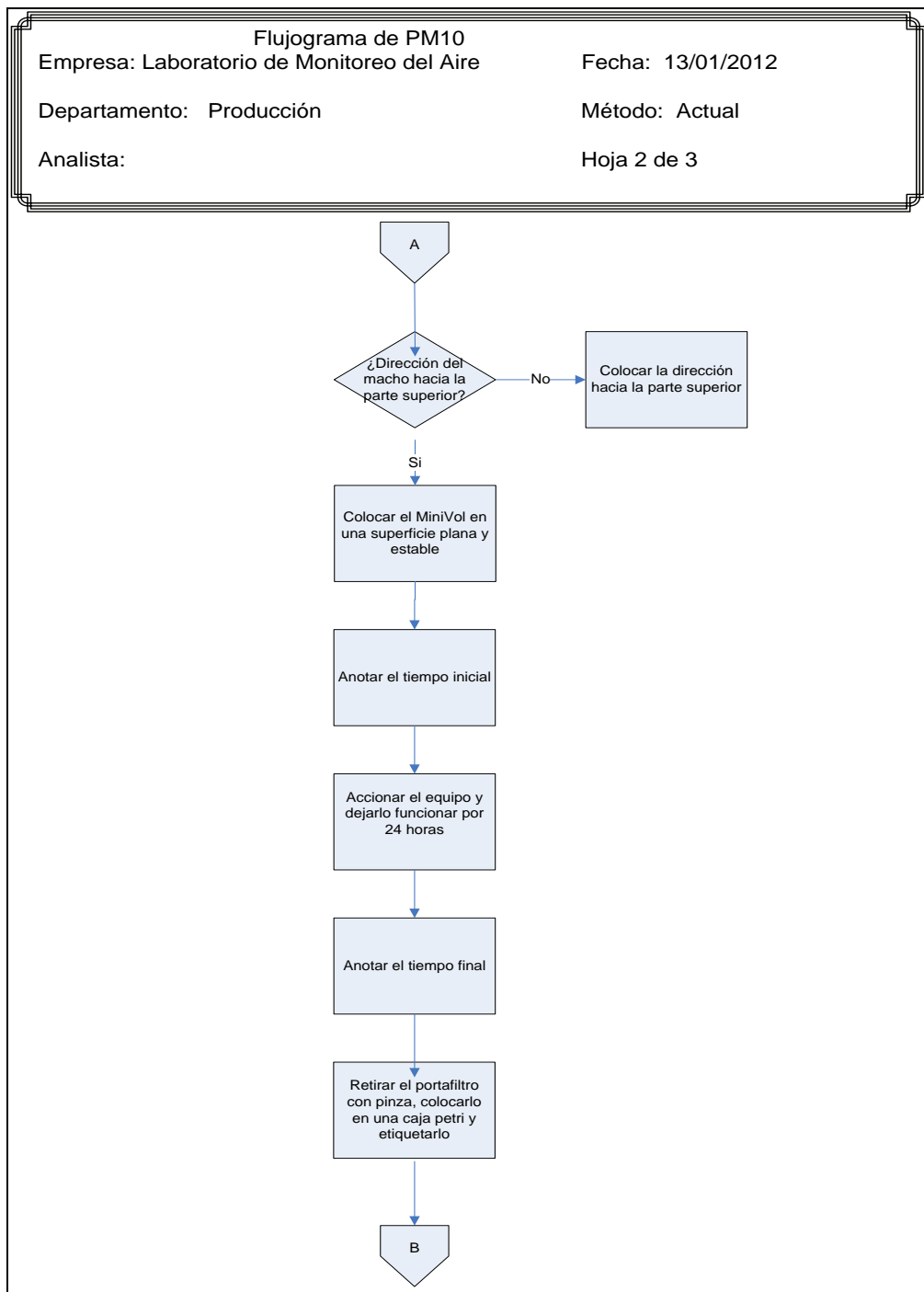


Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Flujograma para el análisis de partículas menores a diez micras (PM<sub>10</sub>)**

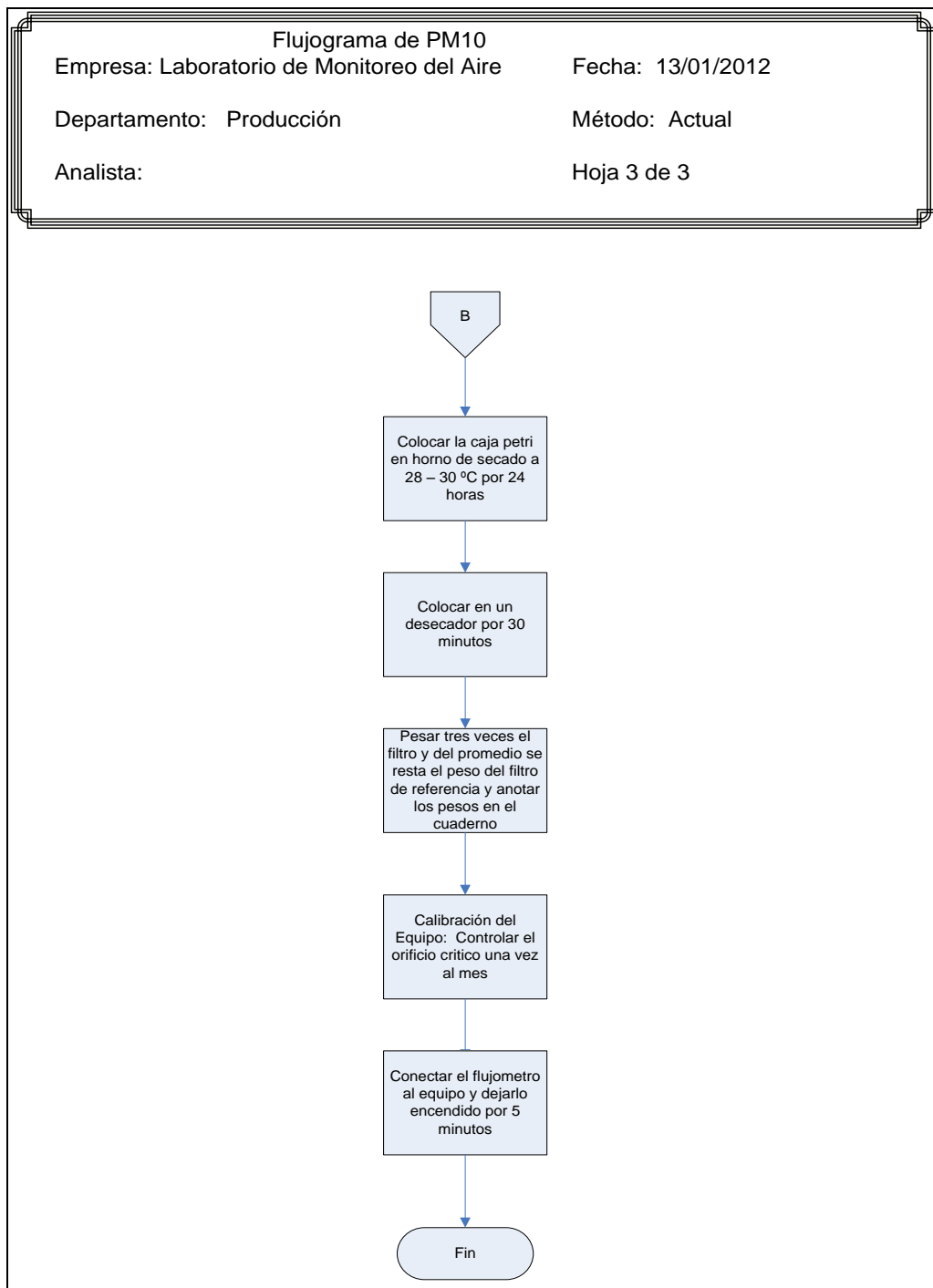


Continuación de la figura 5.



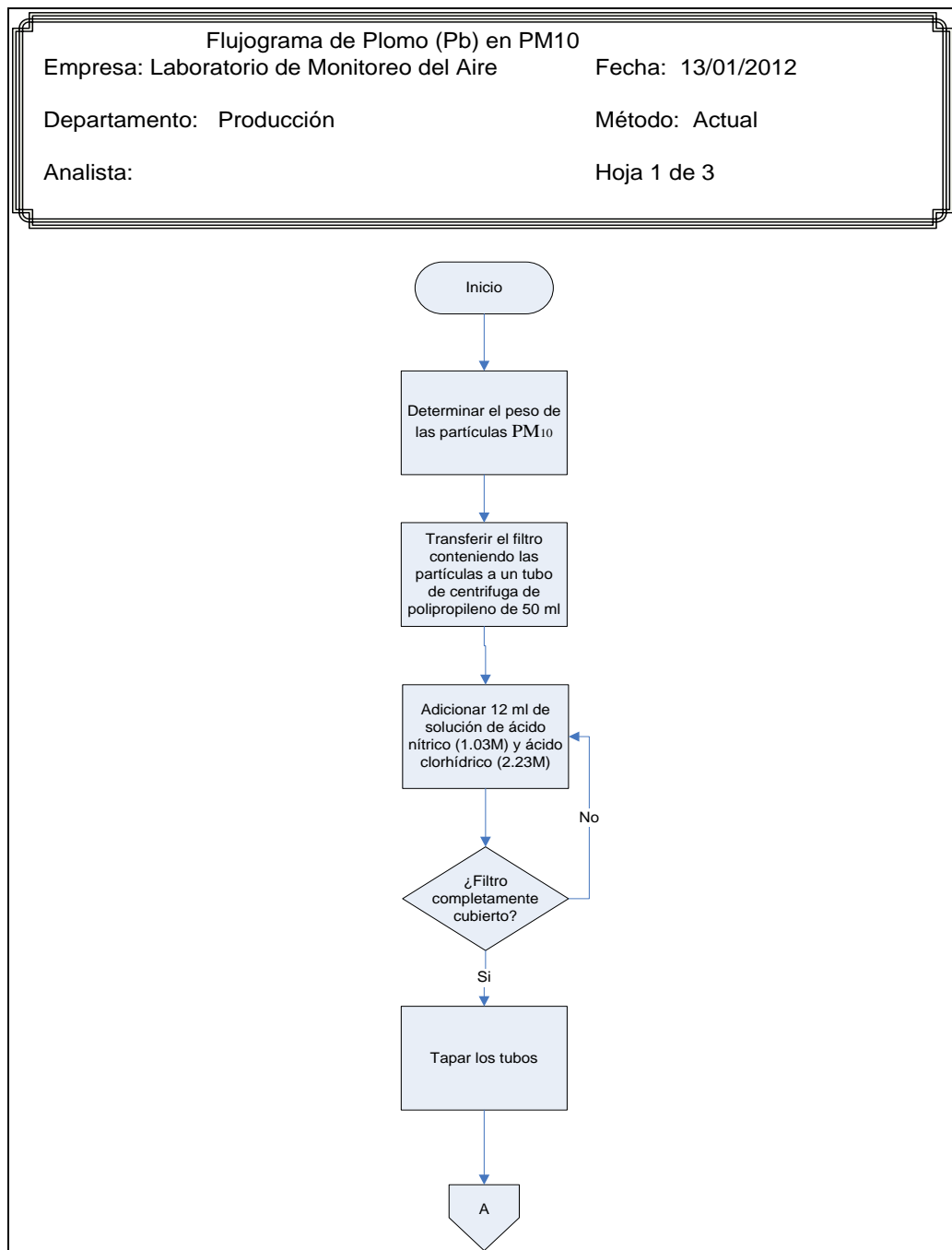


Continuación de la figura 5.

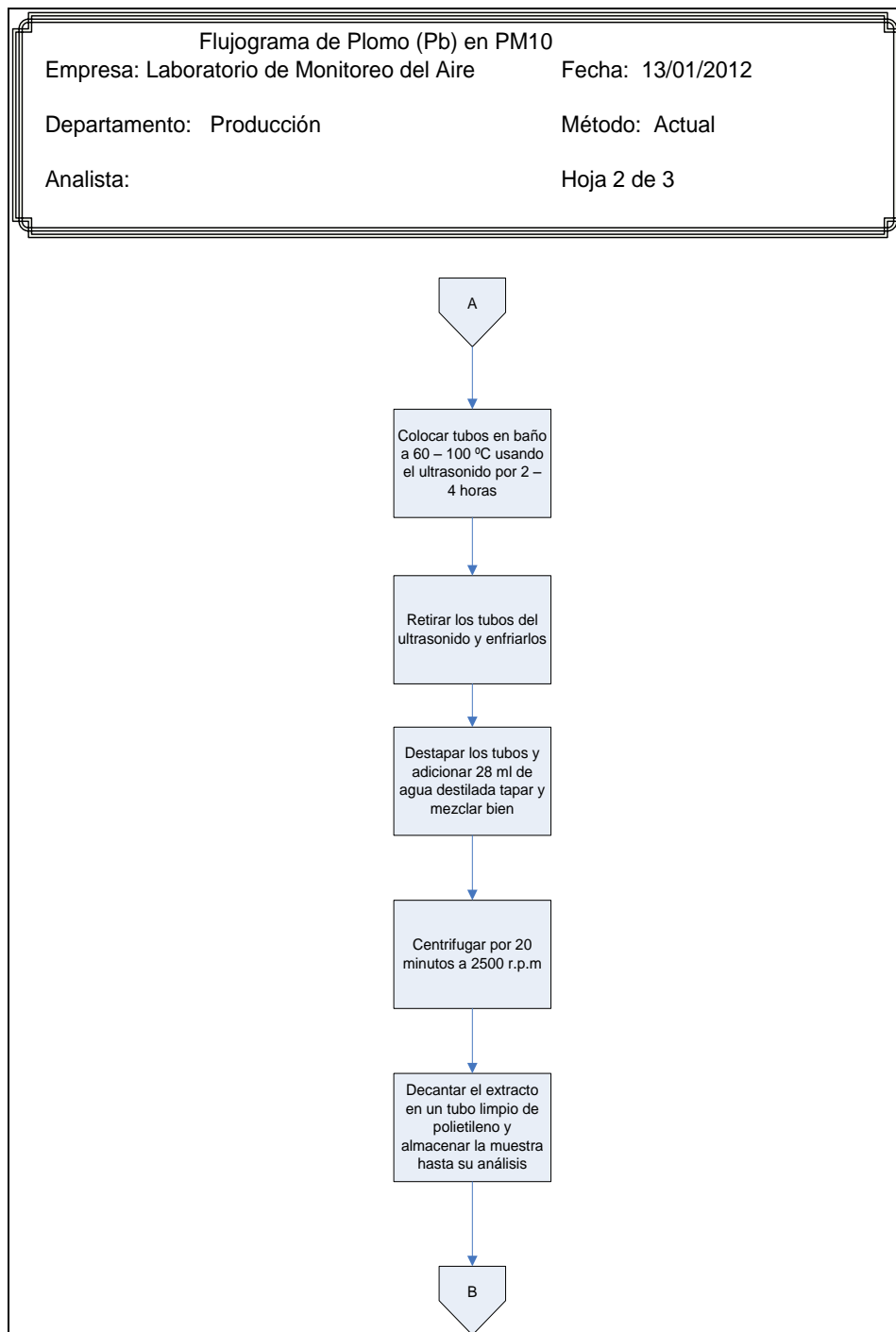


Fuente: elaboración propia.

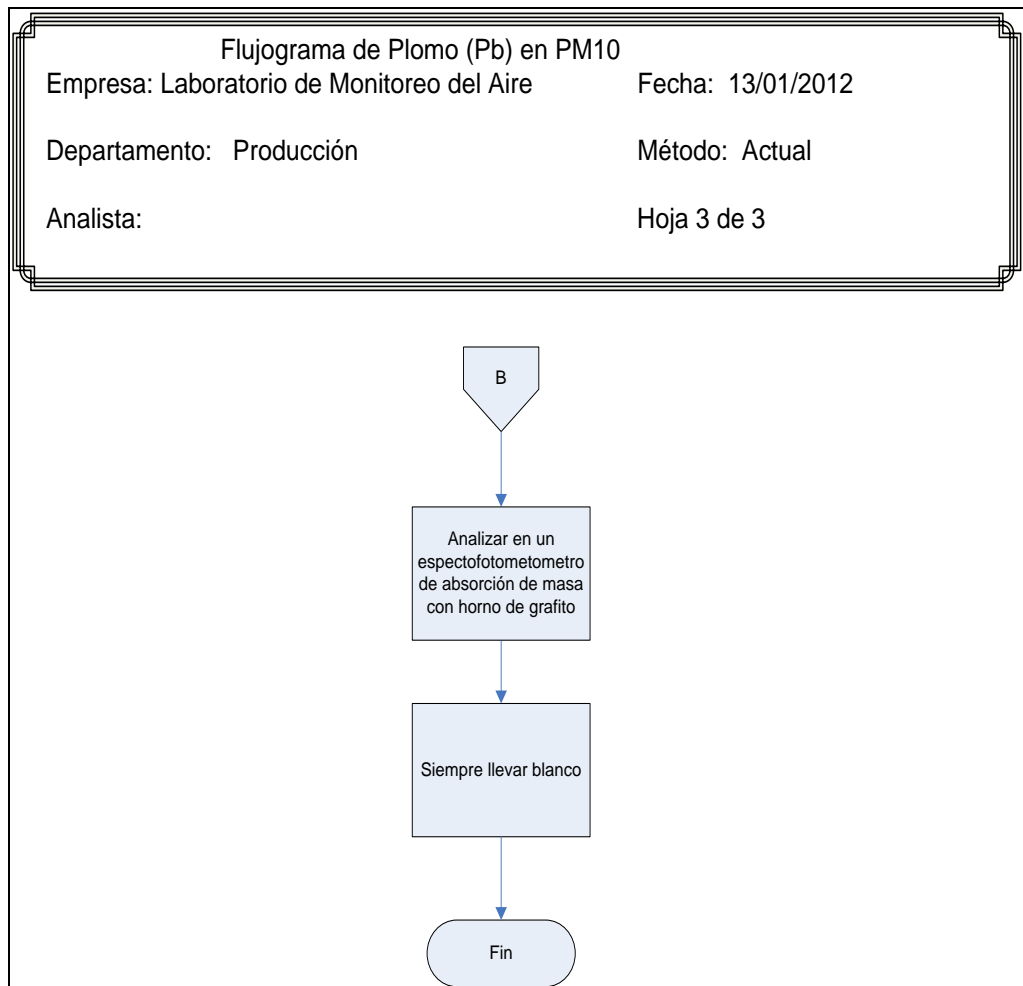
Figura 6. **Flujograma para el análisis de plomo (Pb) en PM<sub>10</sub>**



Continuación de la figura 6.

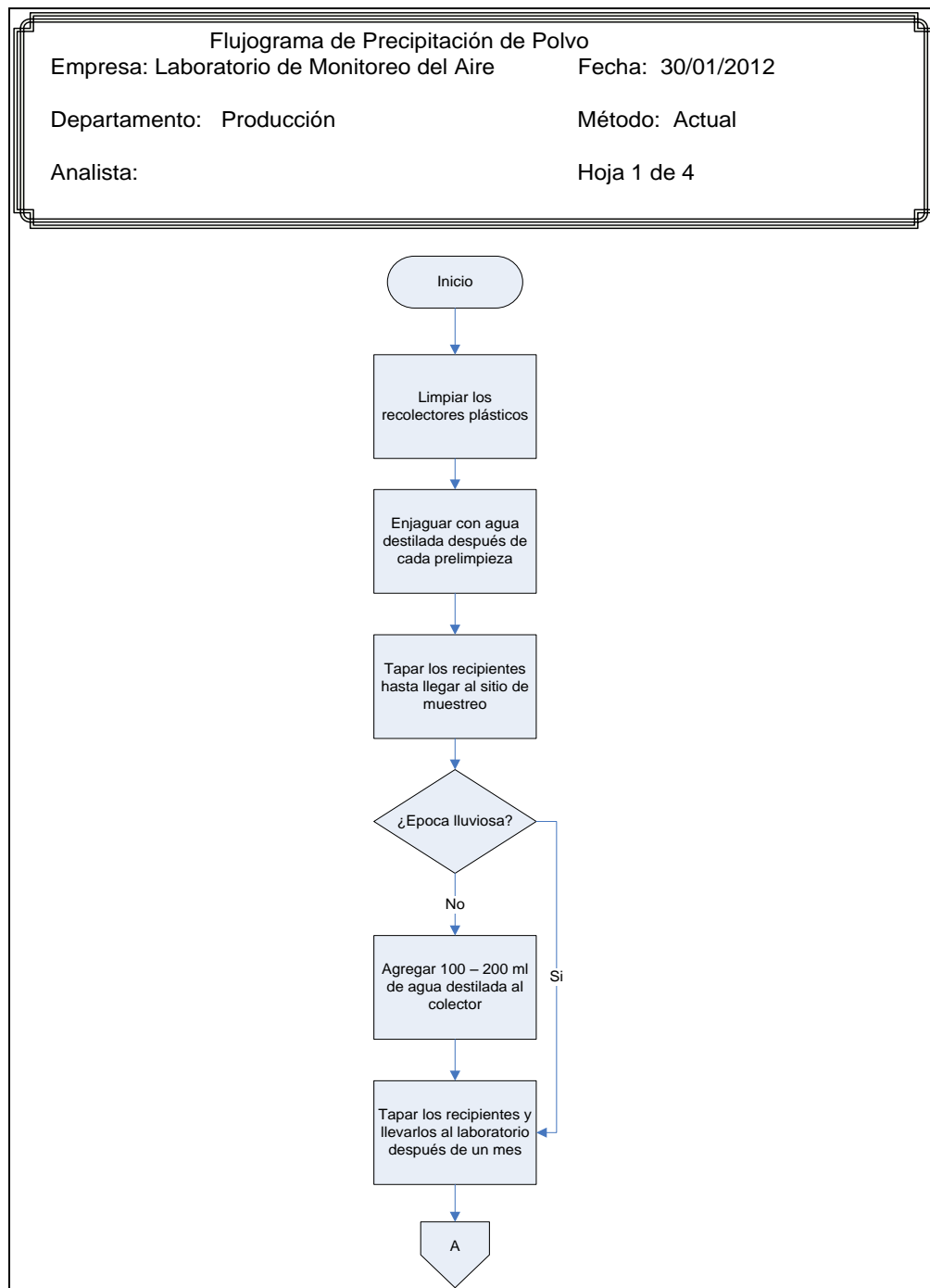


Continuación de la figura 6.

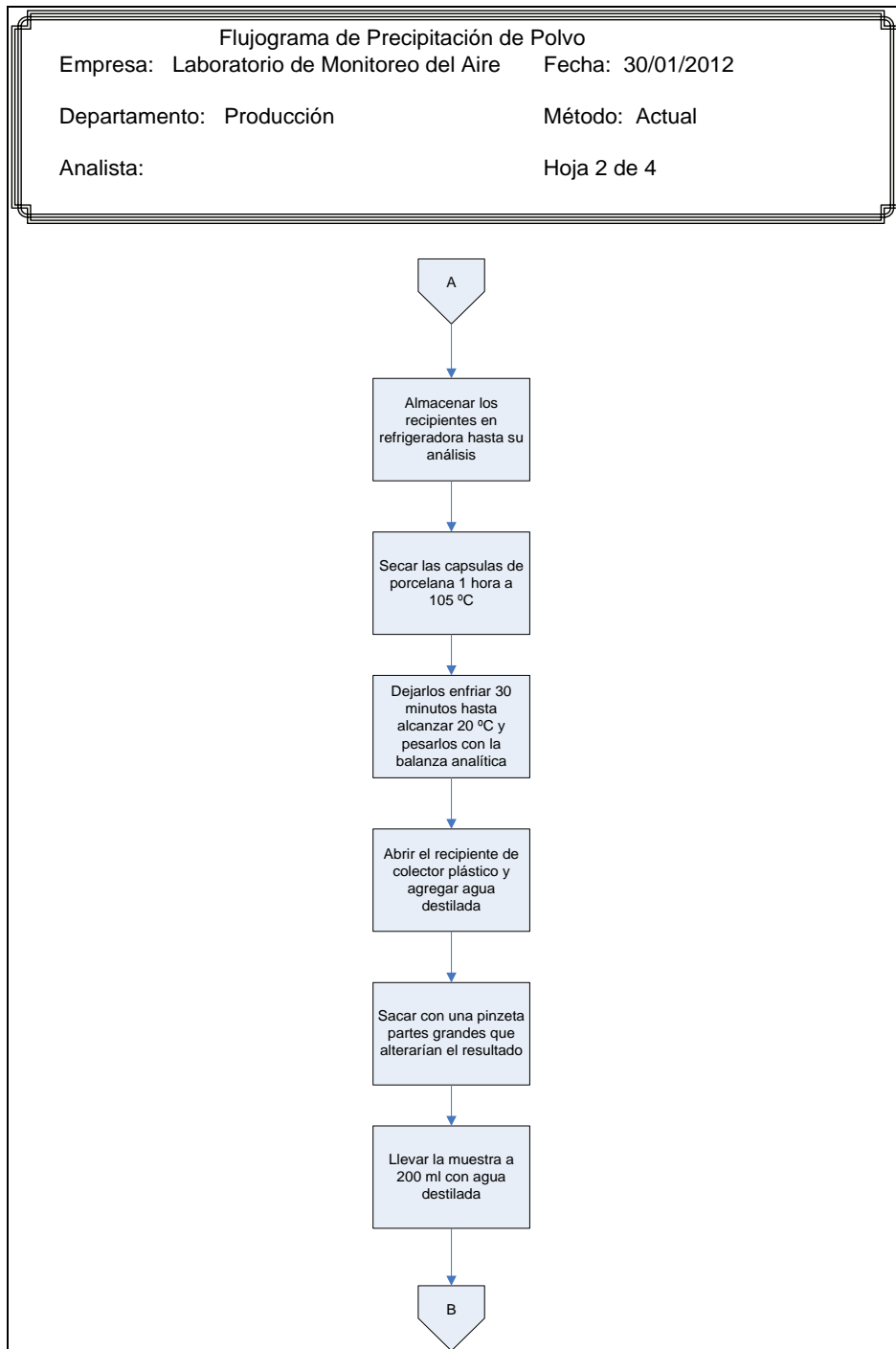


Fuente: elaboración propia.

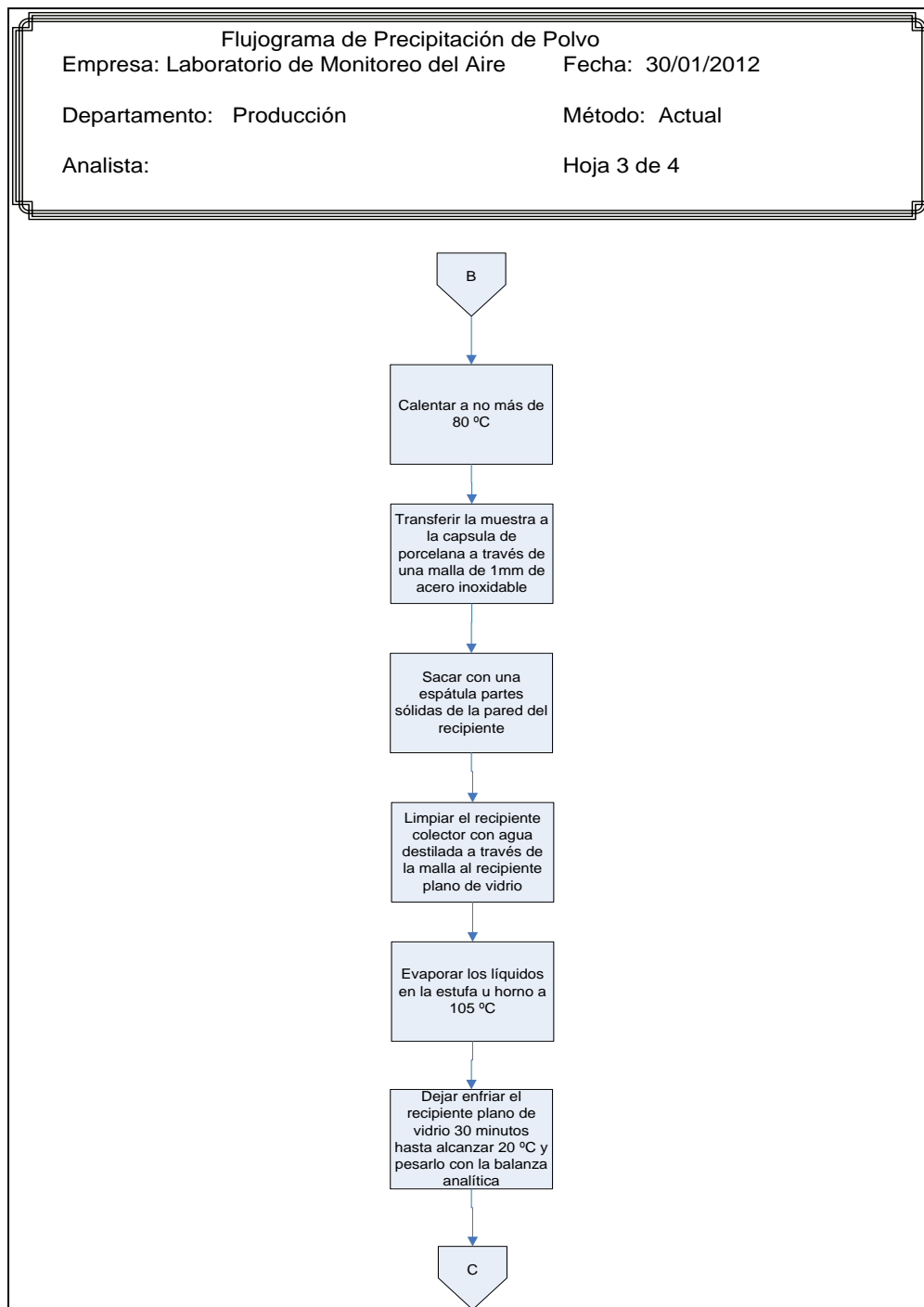
Figura 7. **Flujograma para el análisis de precipitación de polvo**



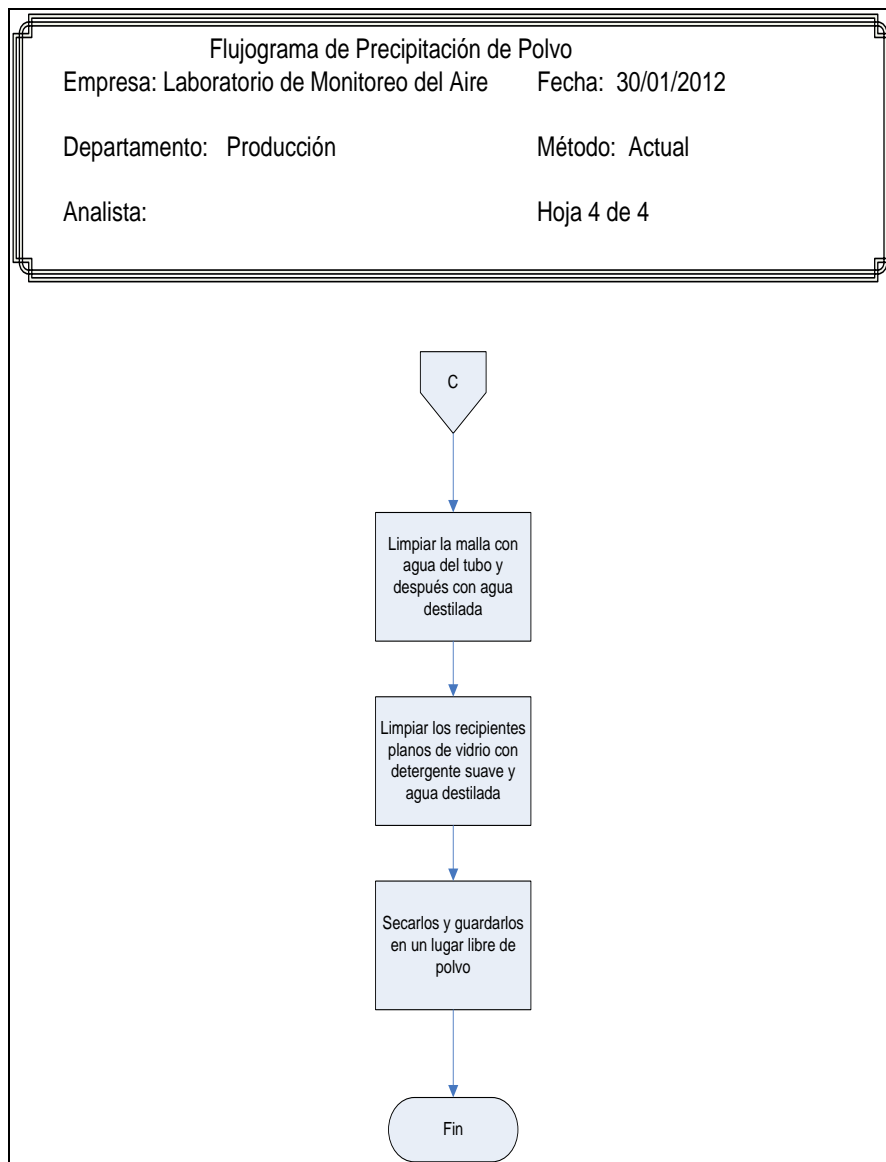
Continuación de la figura 7.



Continuación de la figura 7.



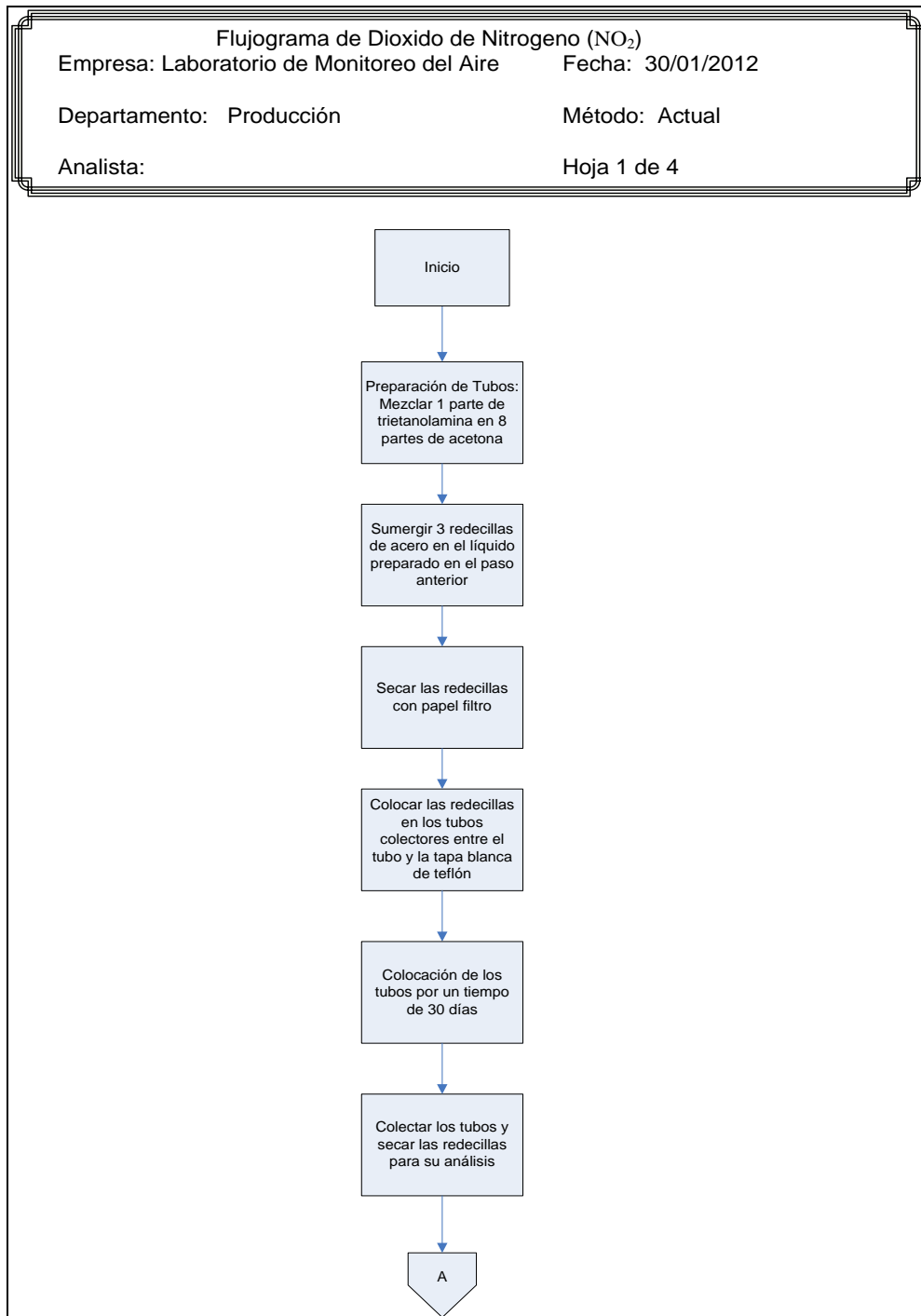
Continuación de la figura 7.



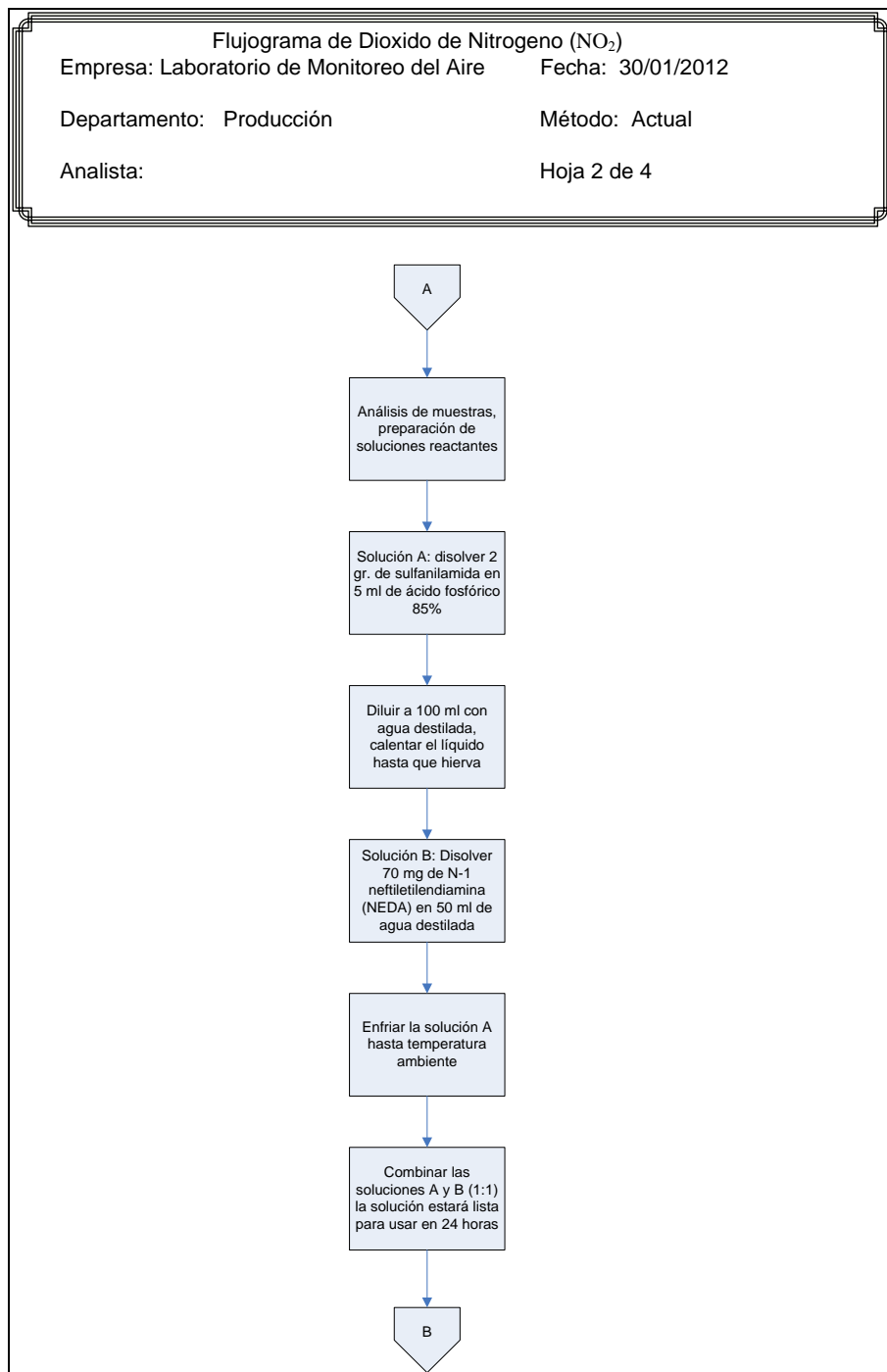
Fuente: elaboración propia.



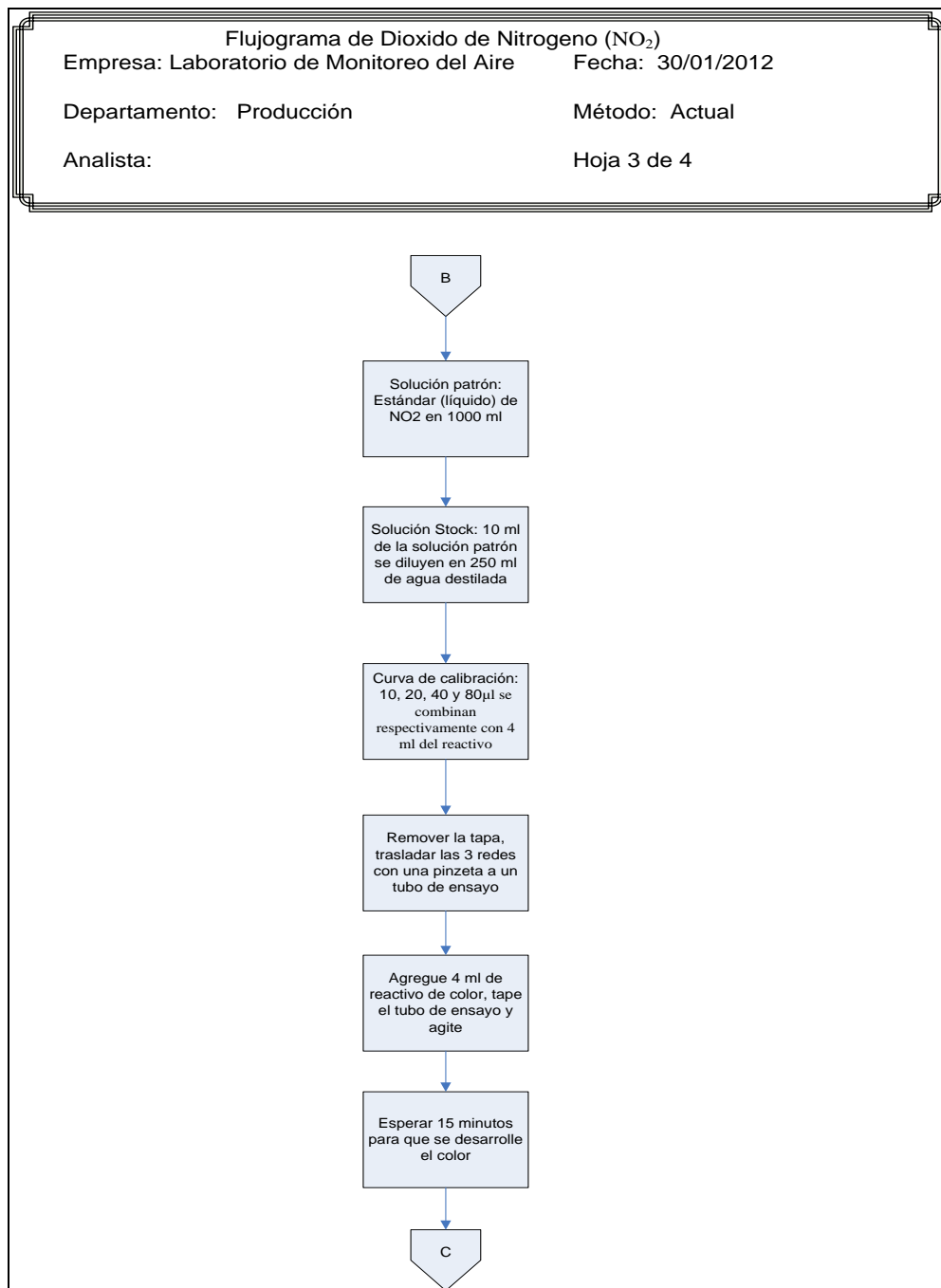
Figura 8. Diagrama para el análisis de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)



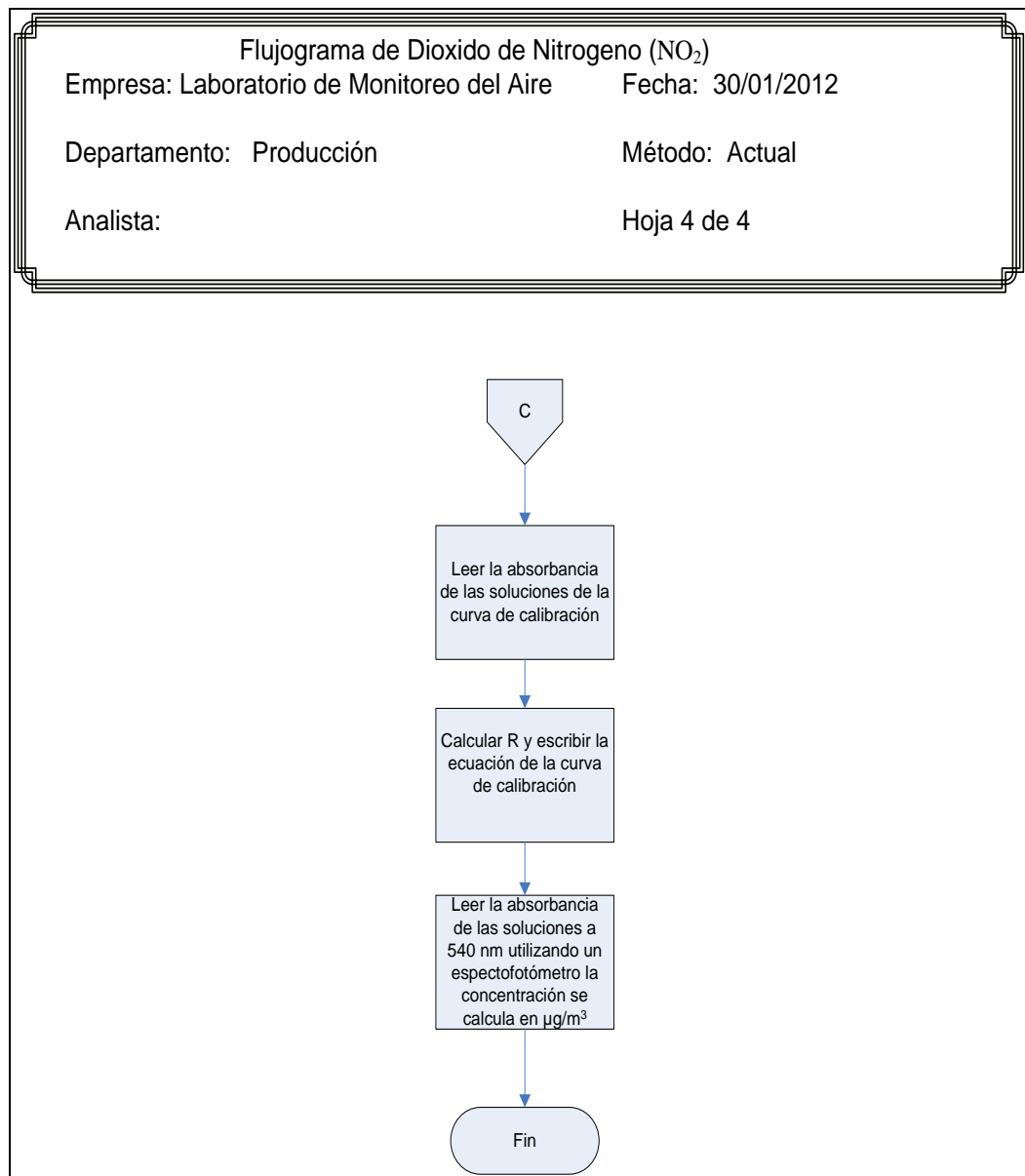
Continuación de la figura 8.



Continuación de la figura 8.

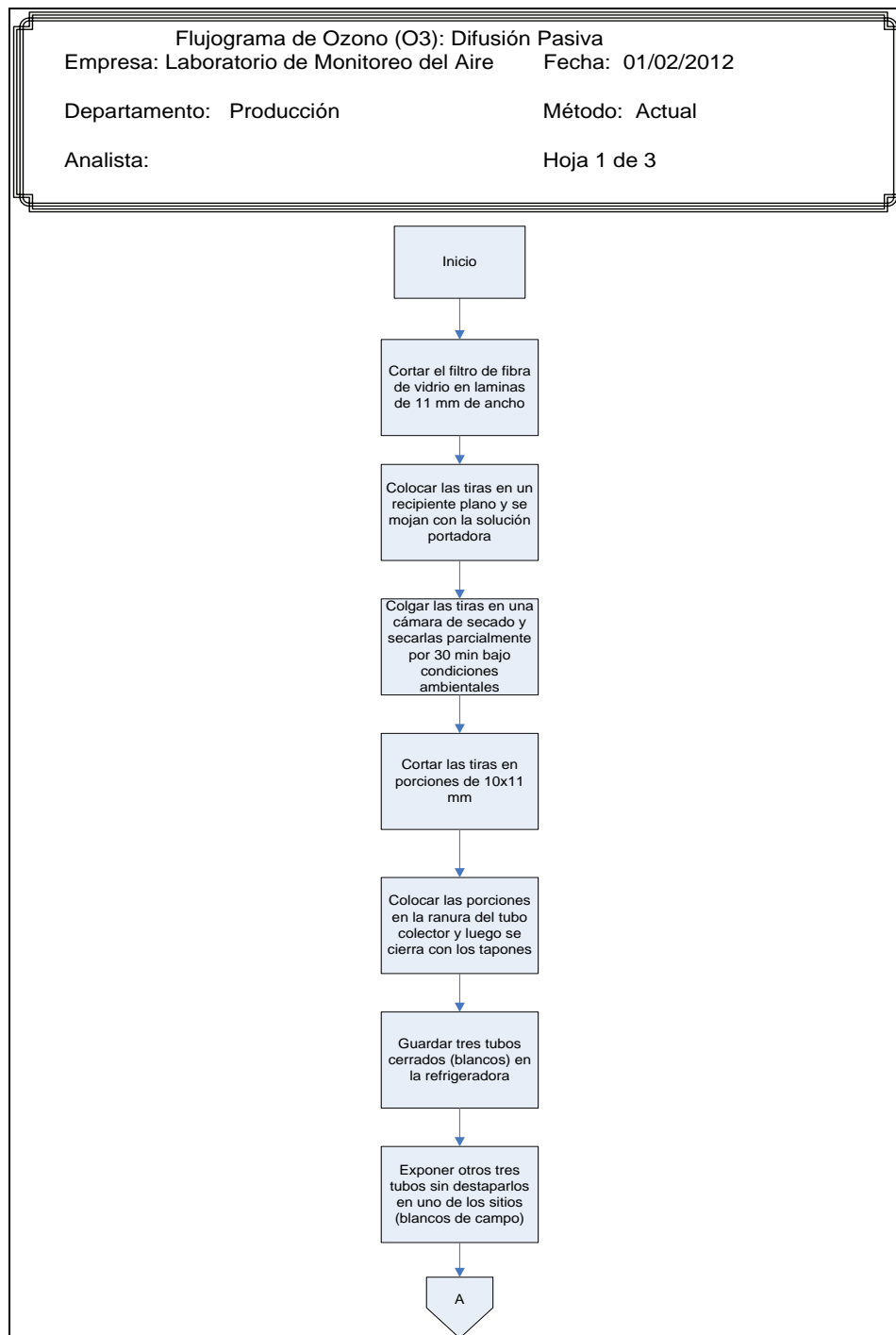


Continuación de la figura 8.

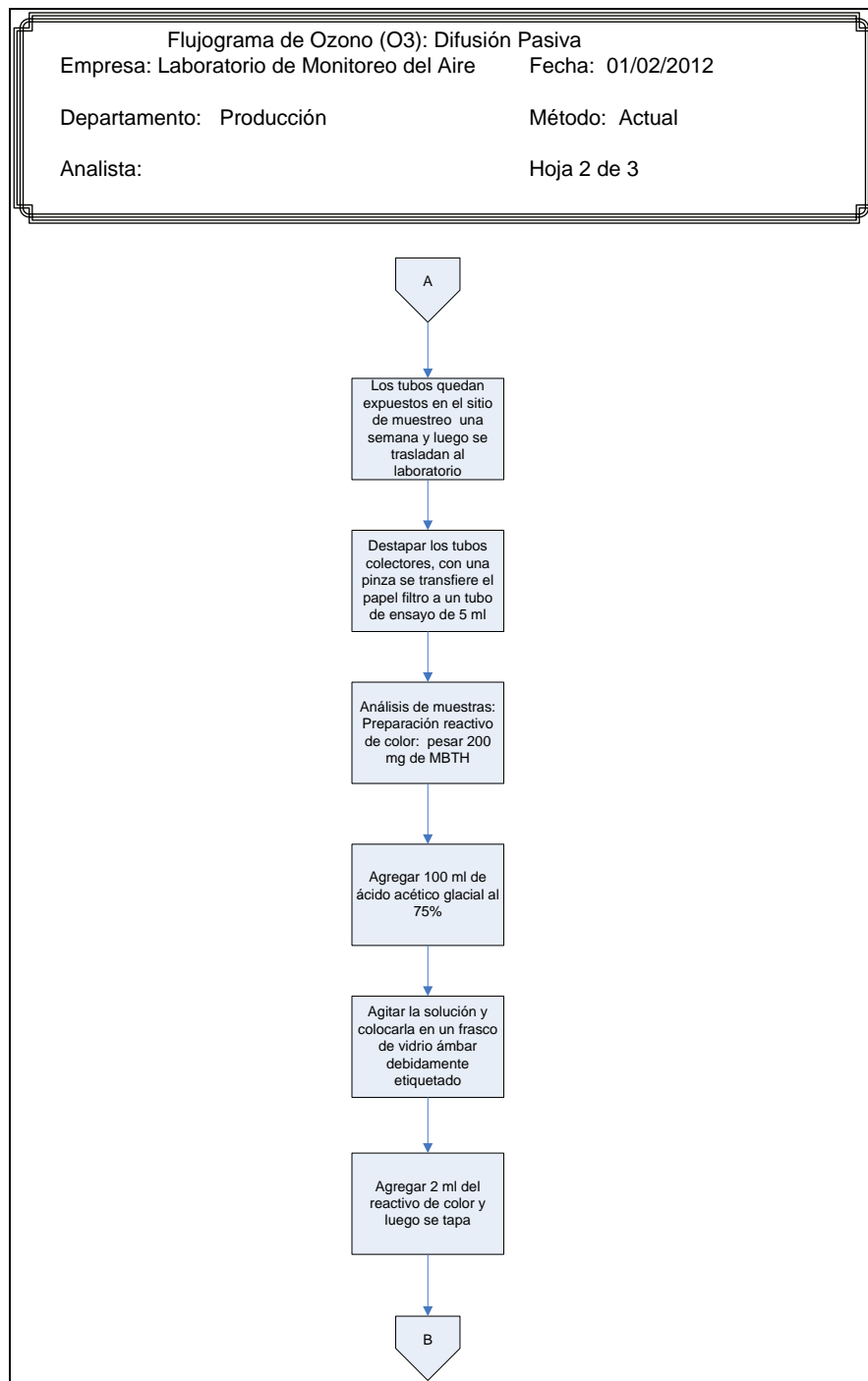


Fuente: elaboración propia.

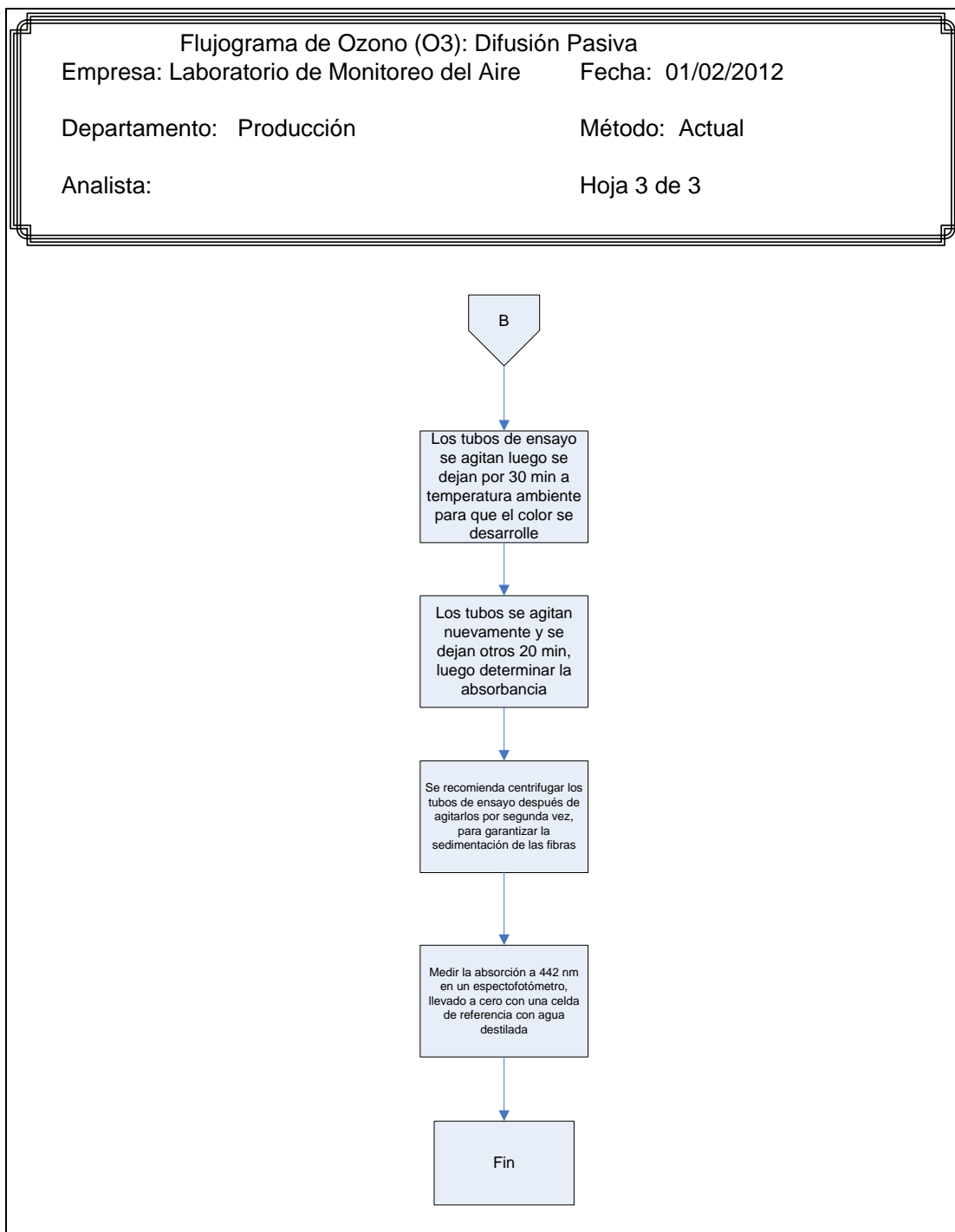
Figura 9. Diagrama para el análisis de ozono (O<sub>3</sub>) difusión pasiva



Continuación de la figura 9.

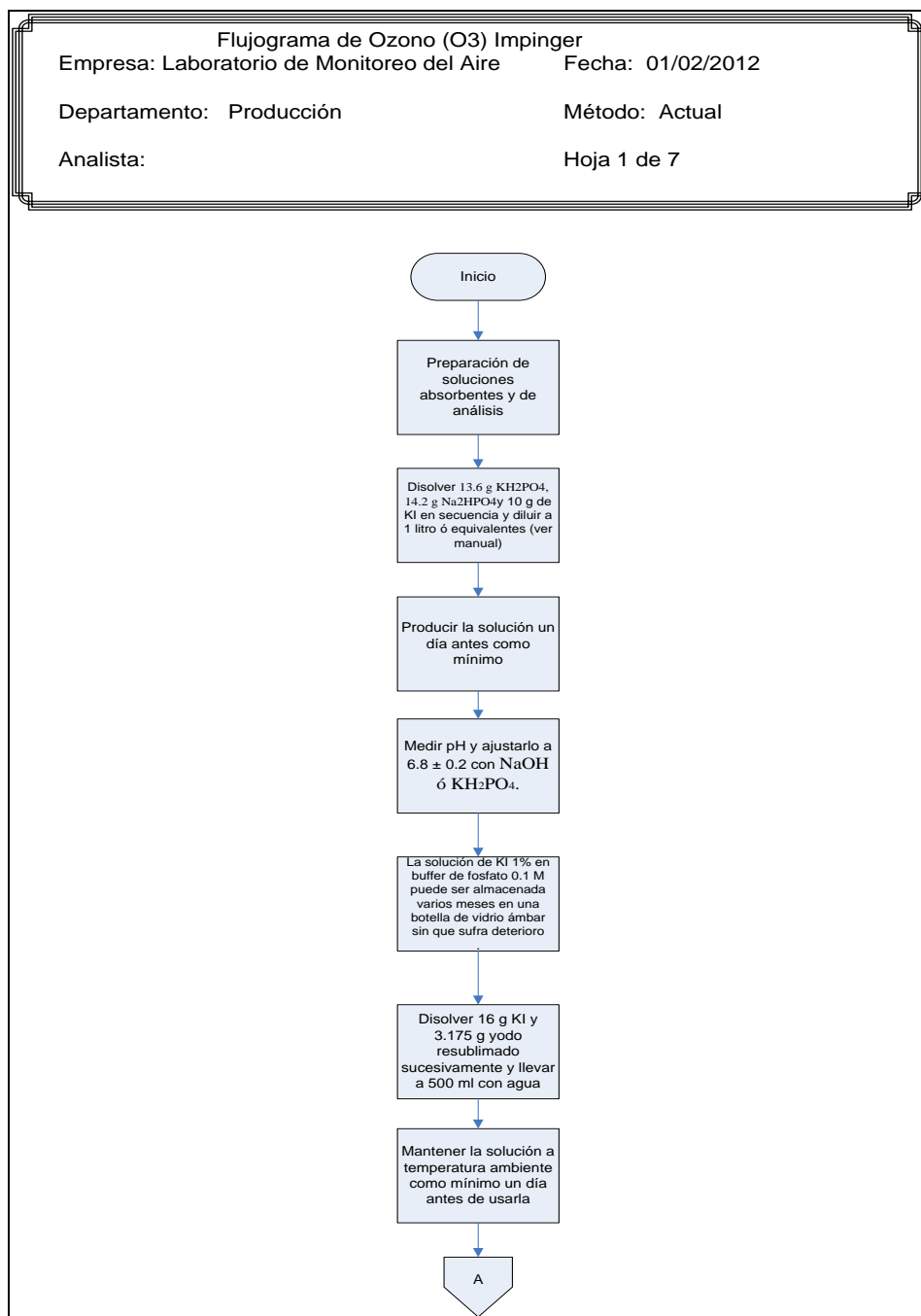


Continuación de la figura 9.



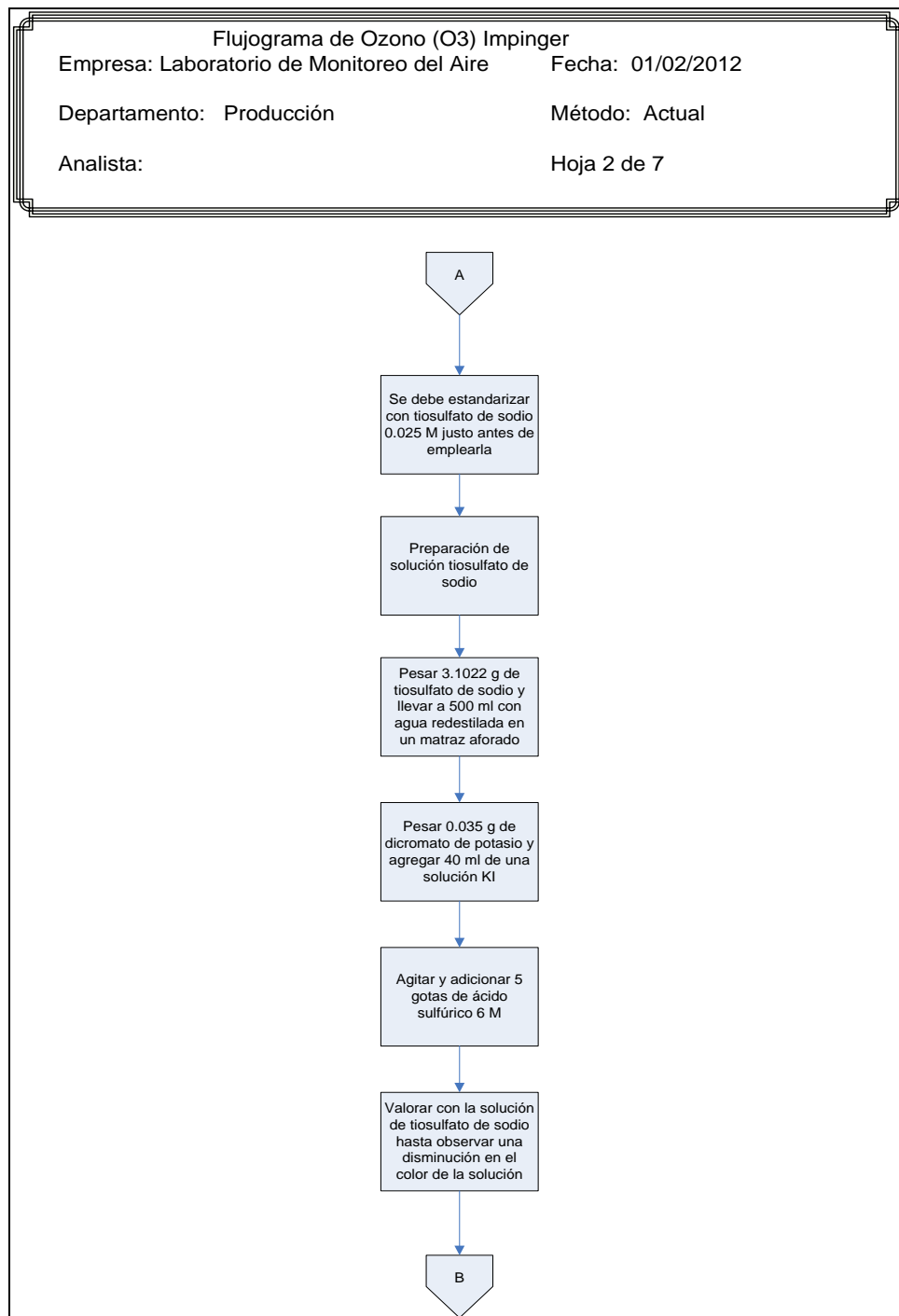
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Flujograma para el análisis de ozono (O<sub>3</sub>) Impinger**

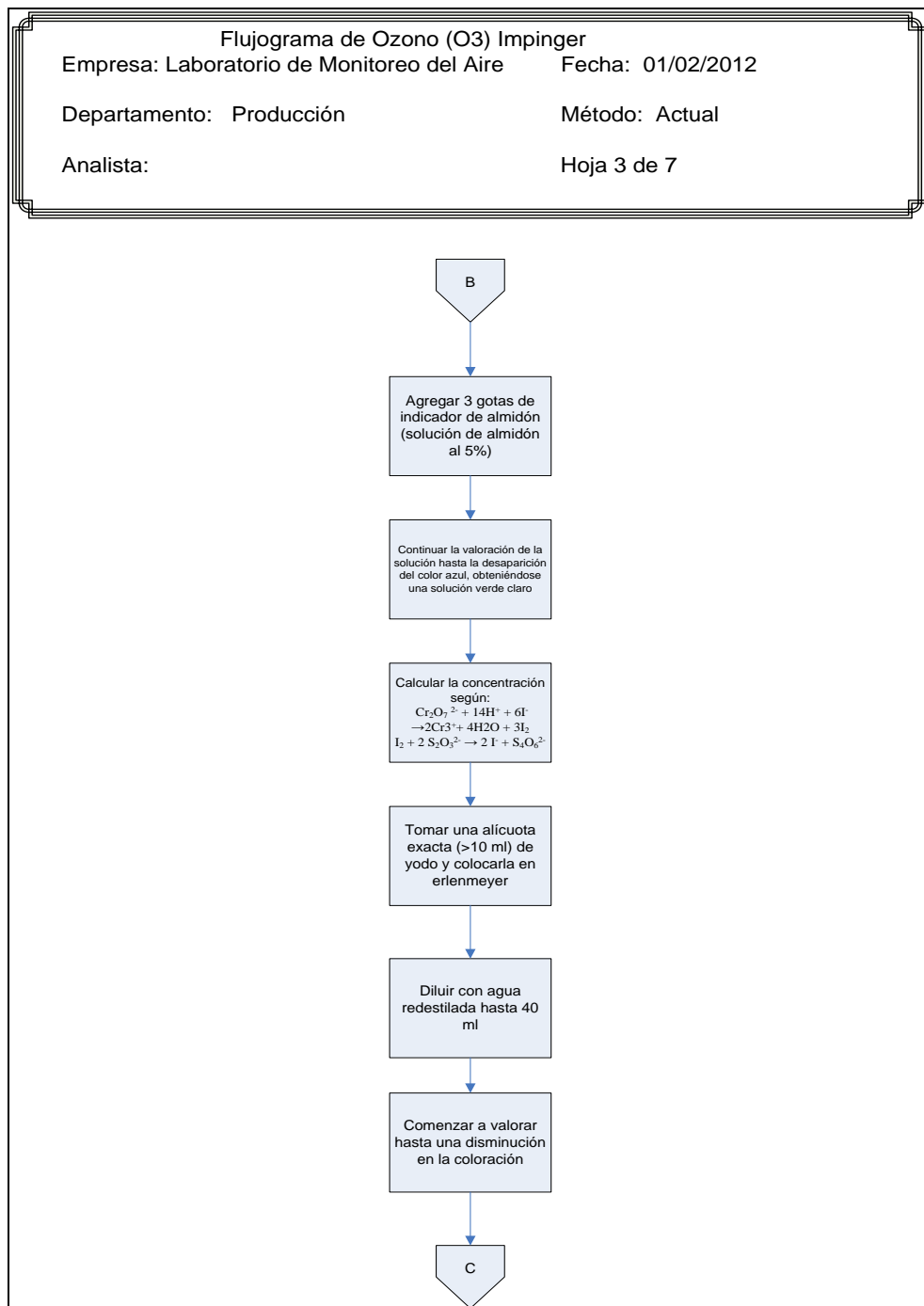




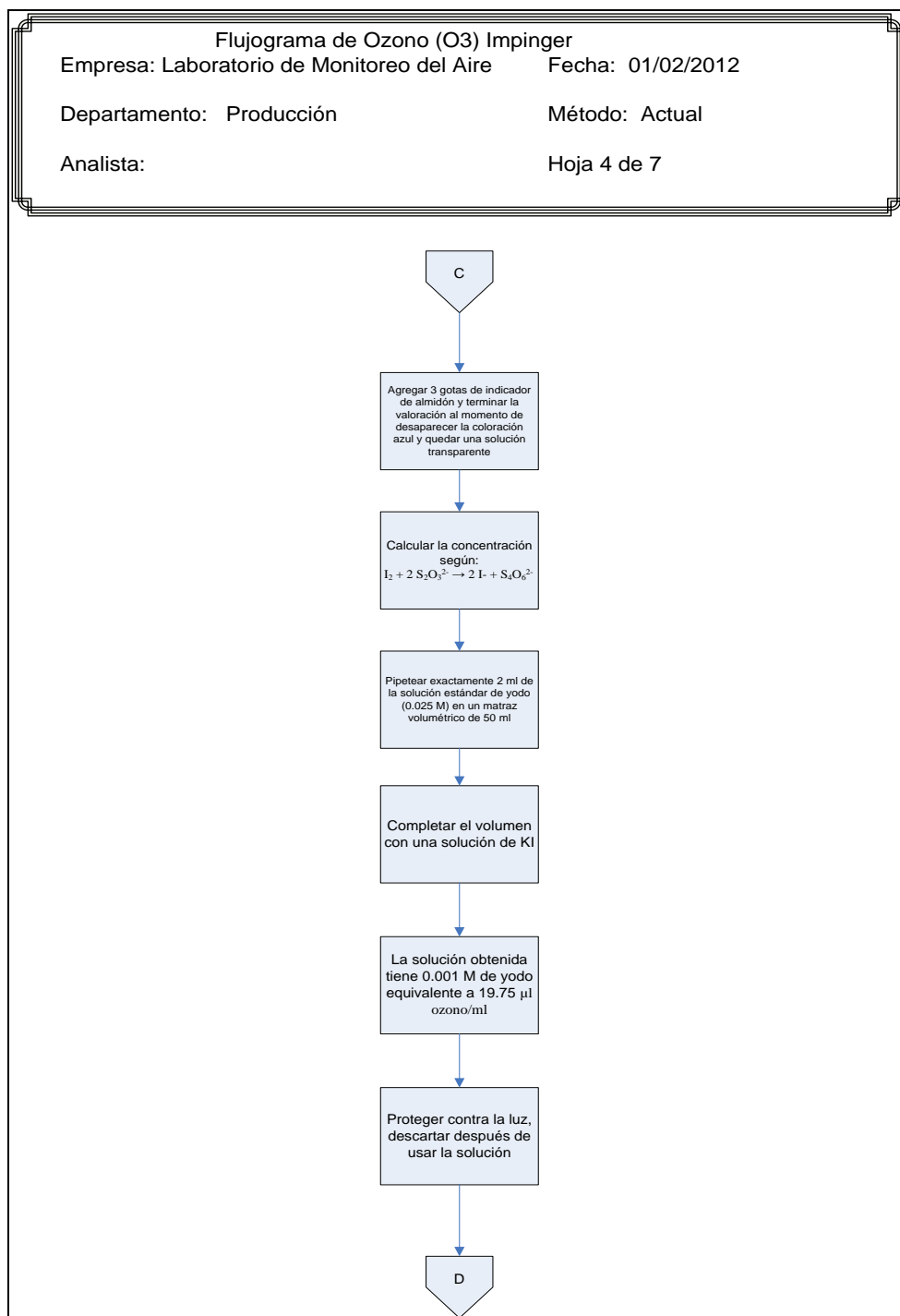
Continuación de la figura 10.



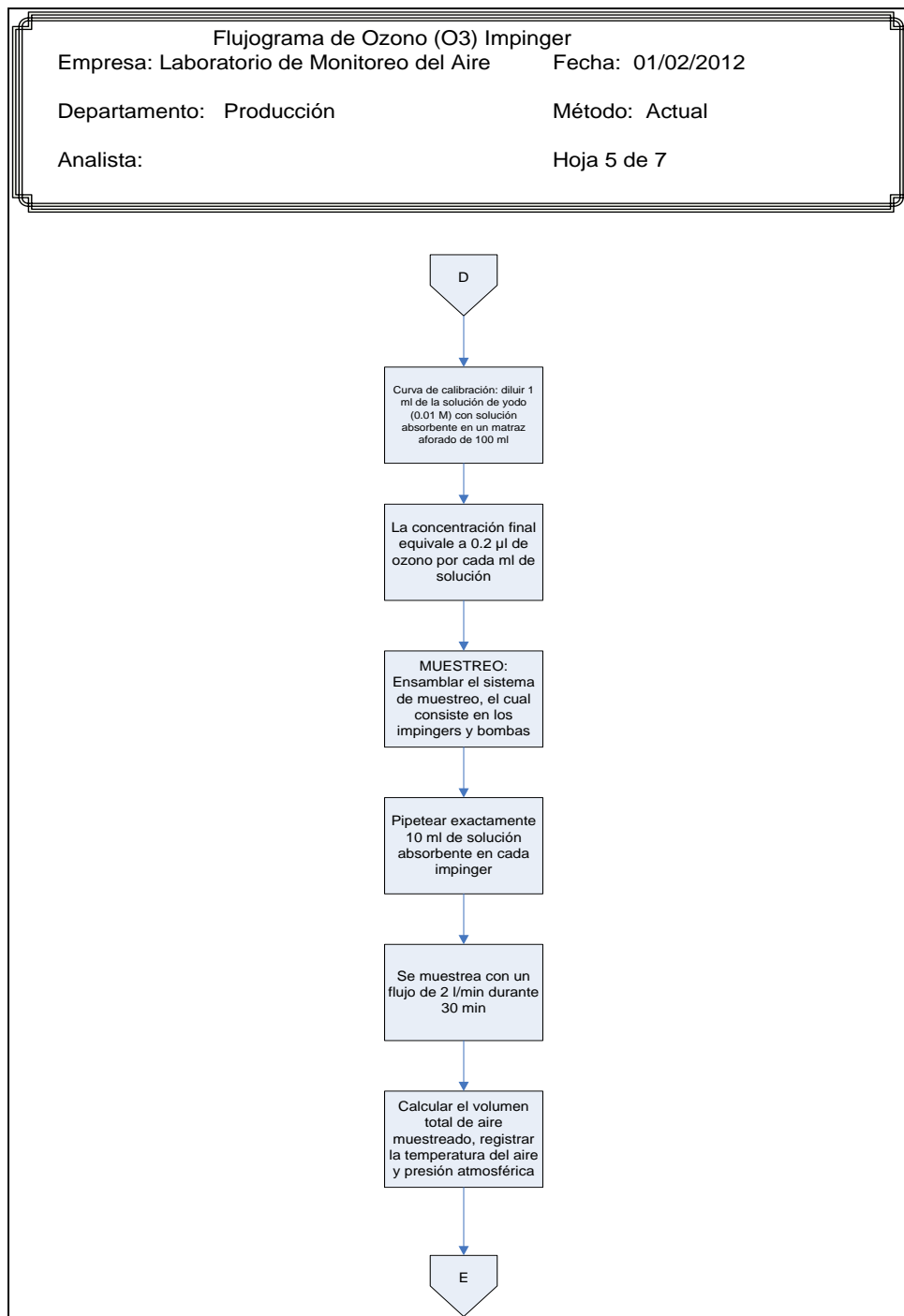
Continuación de la figura 10.



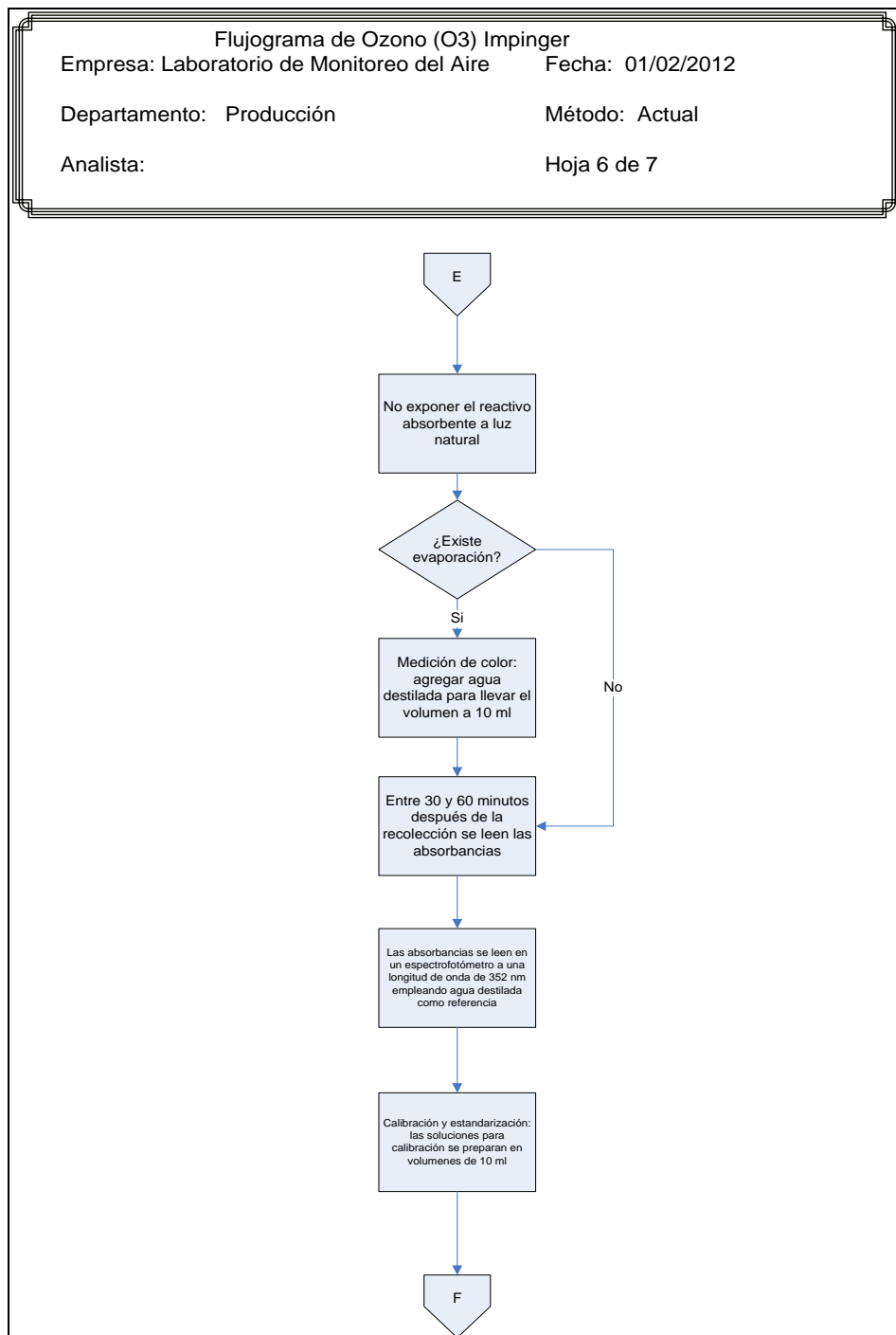
Continuación de la figura 10.



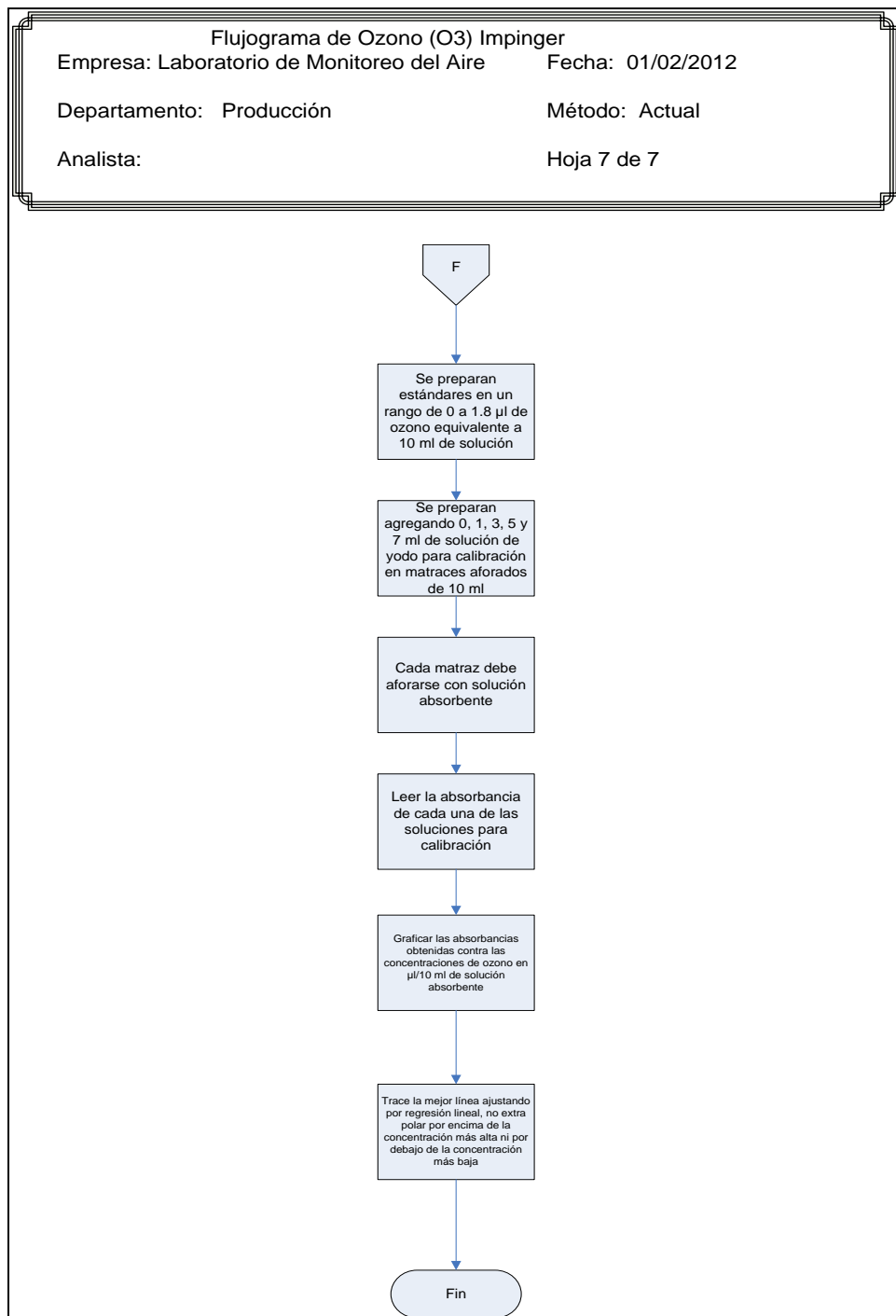
Continuación de la figura 10.



Continuación de la figura 10.

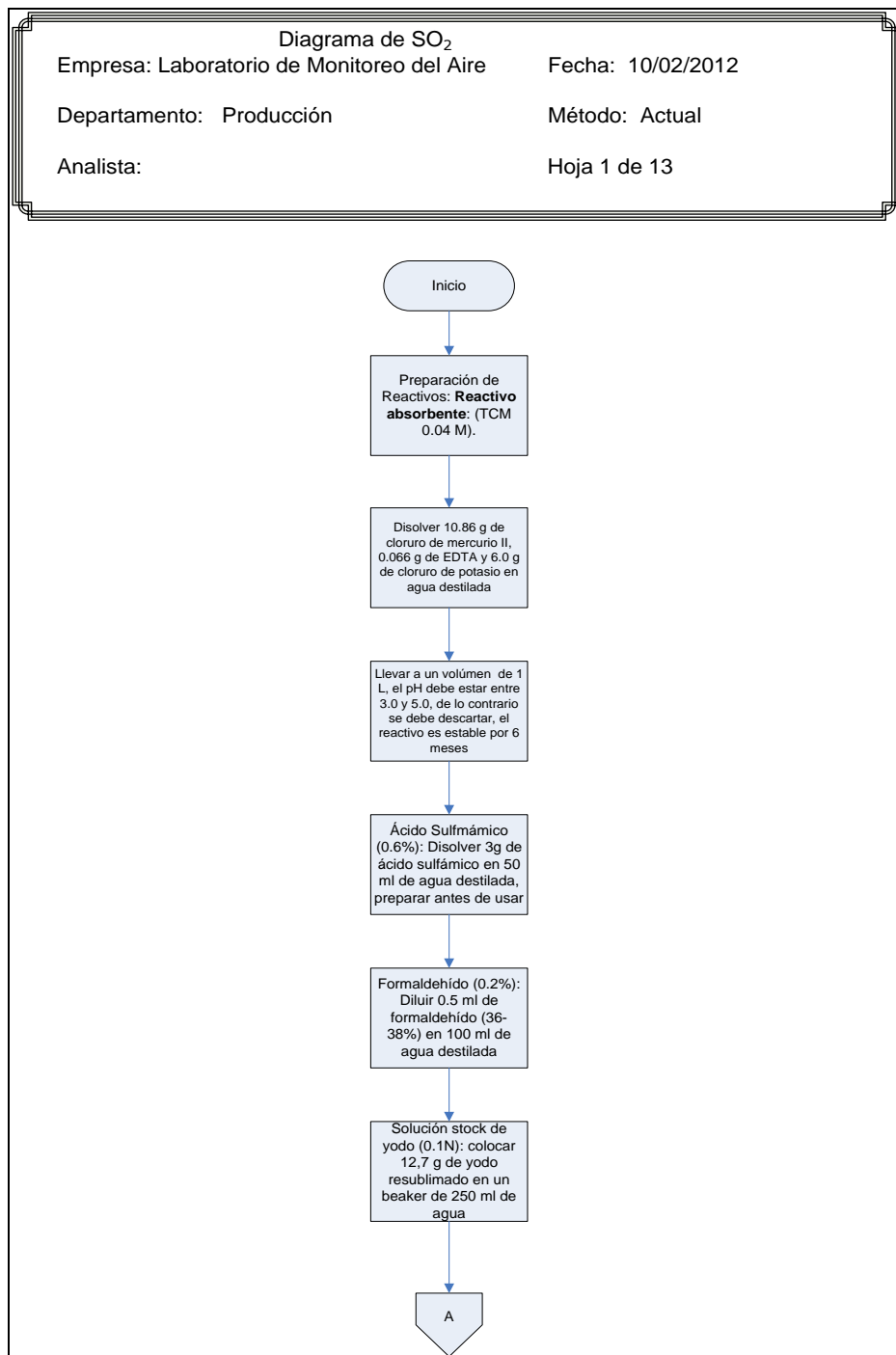


Continuación de la figura 10.

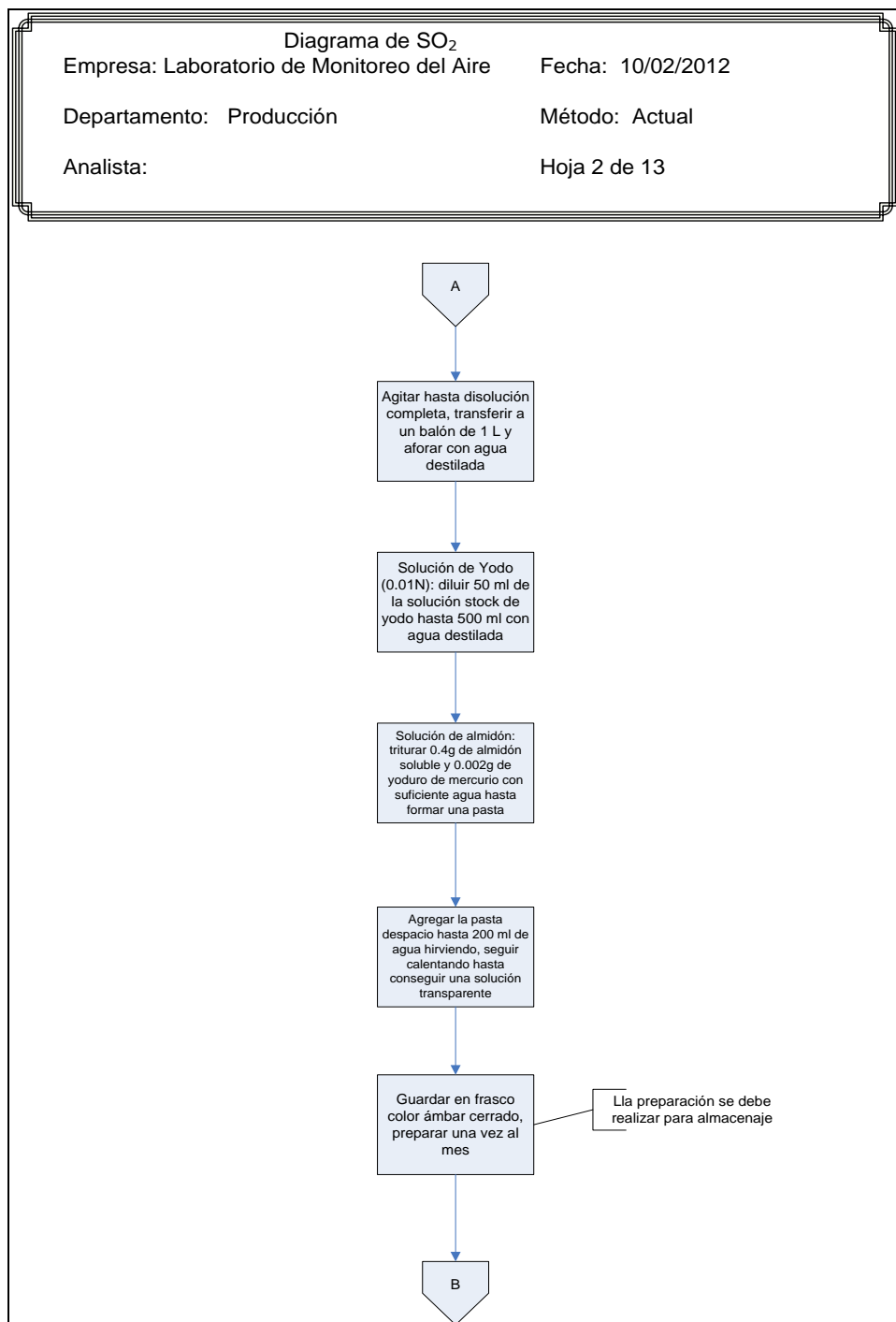


Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Flujograma para el análisis de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

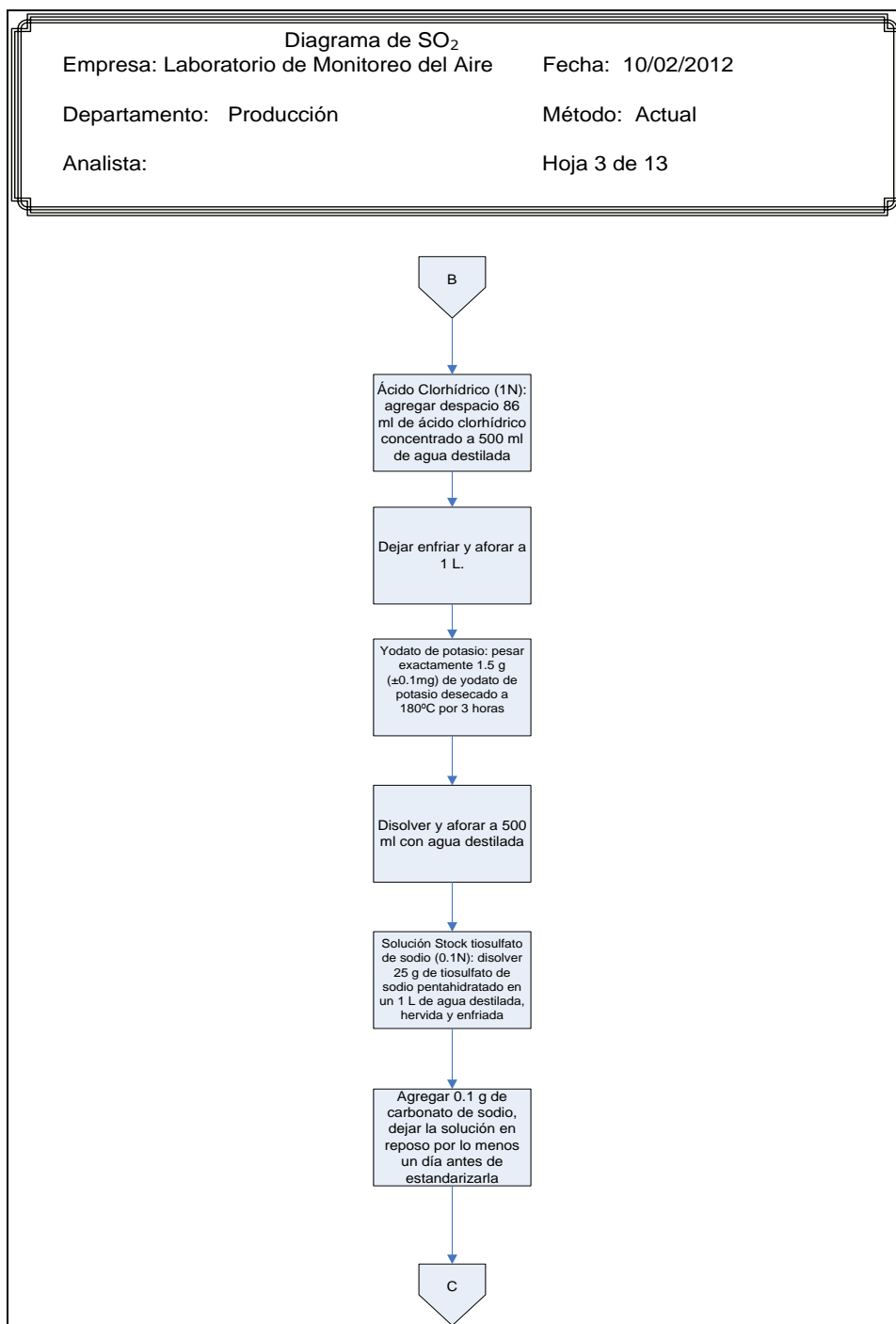


Continuación de la figura 11.

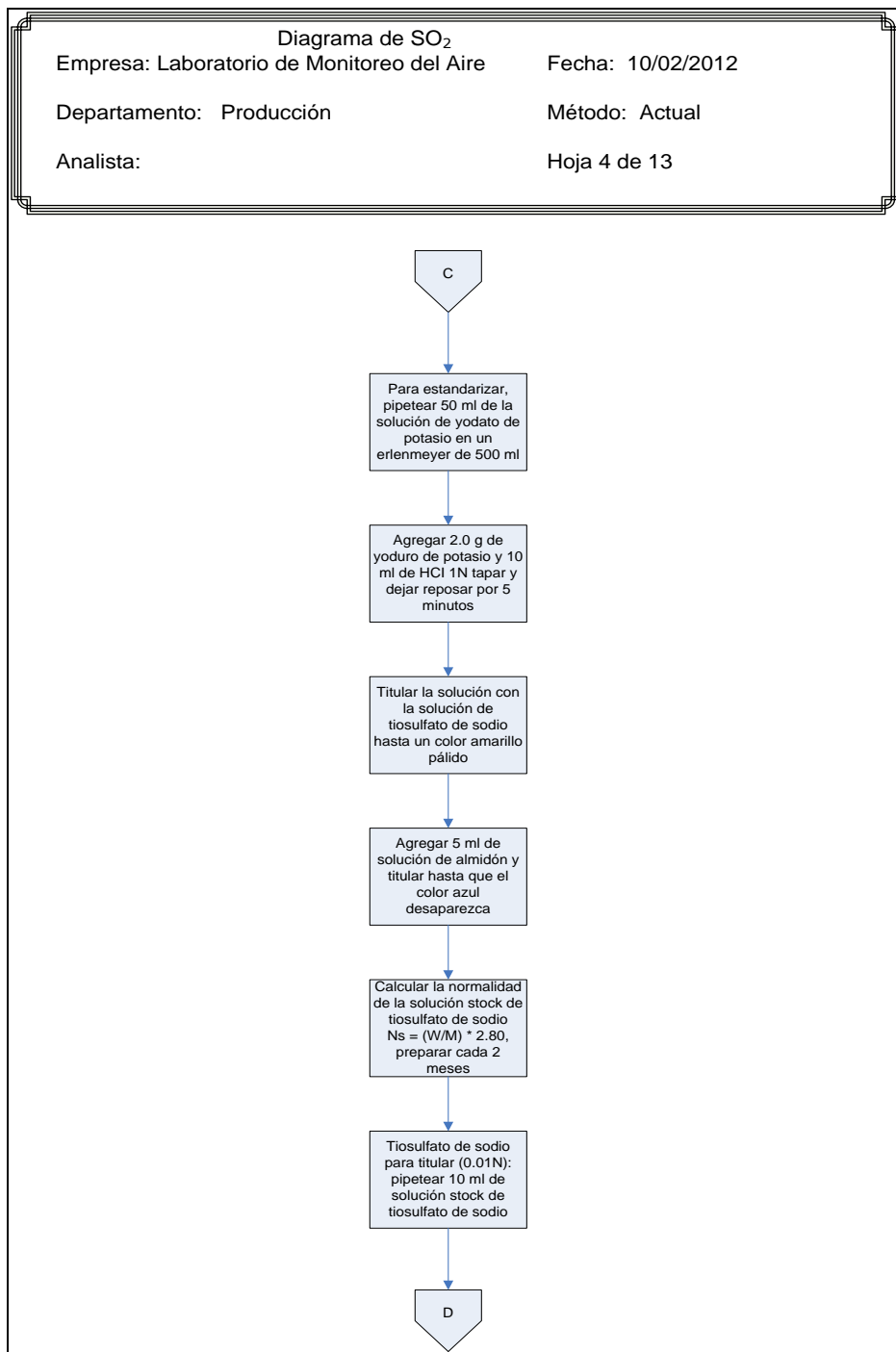




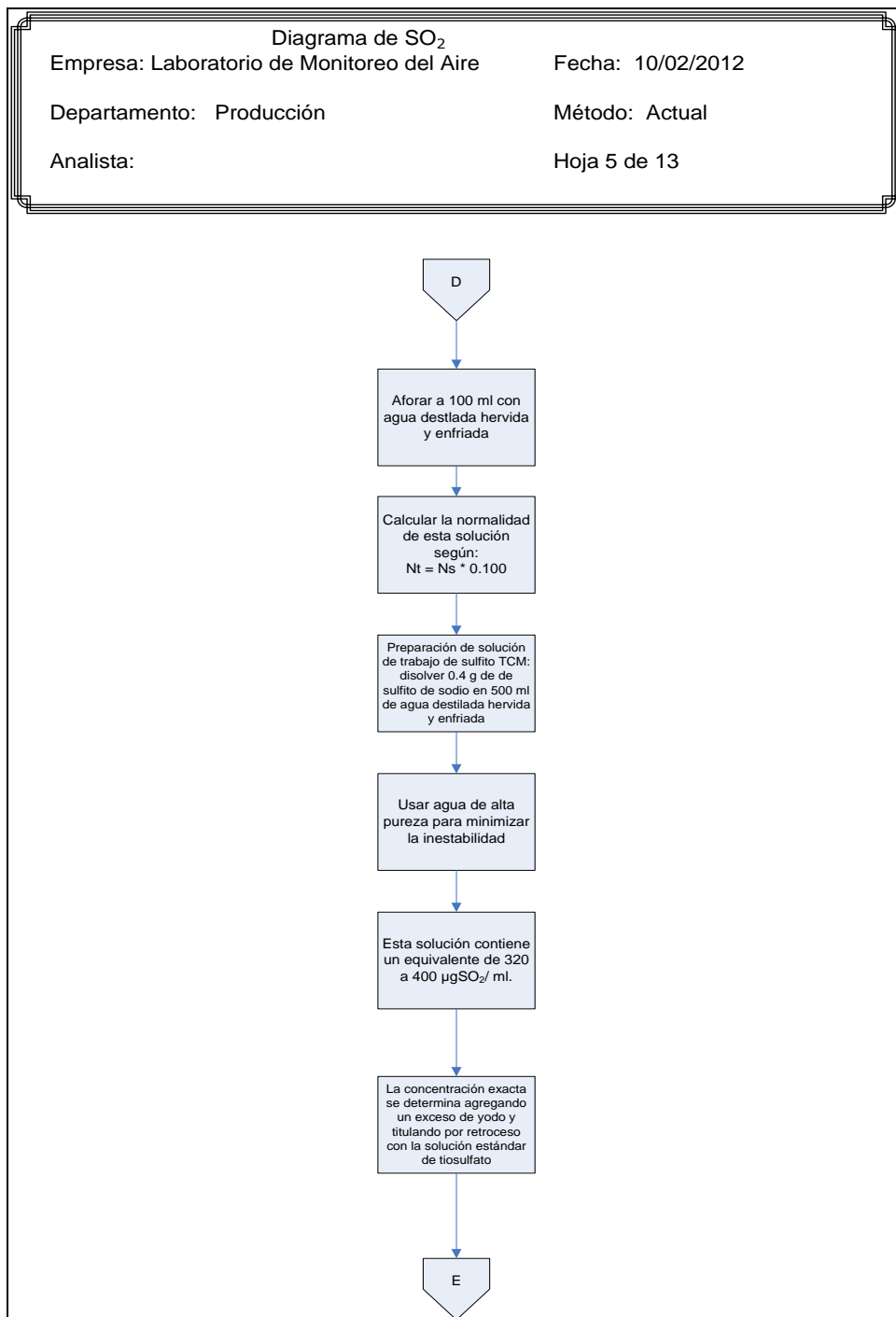
Continuación de la figura 11.



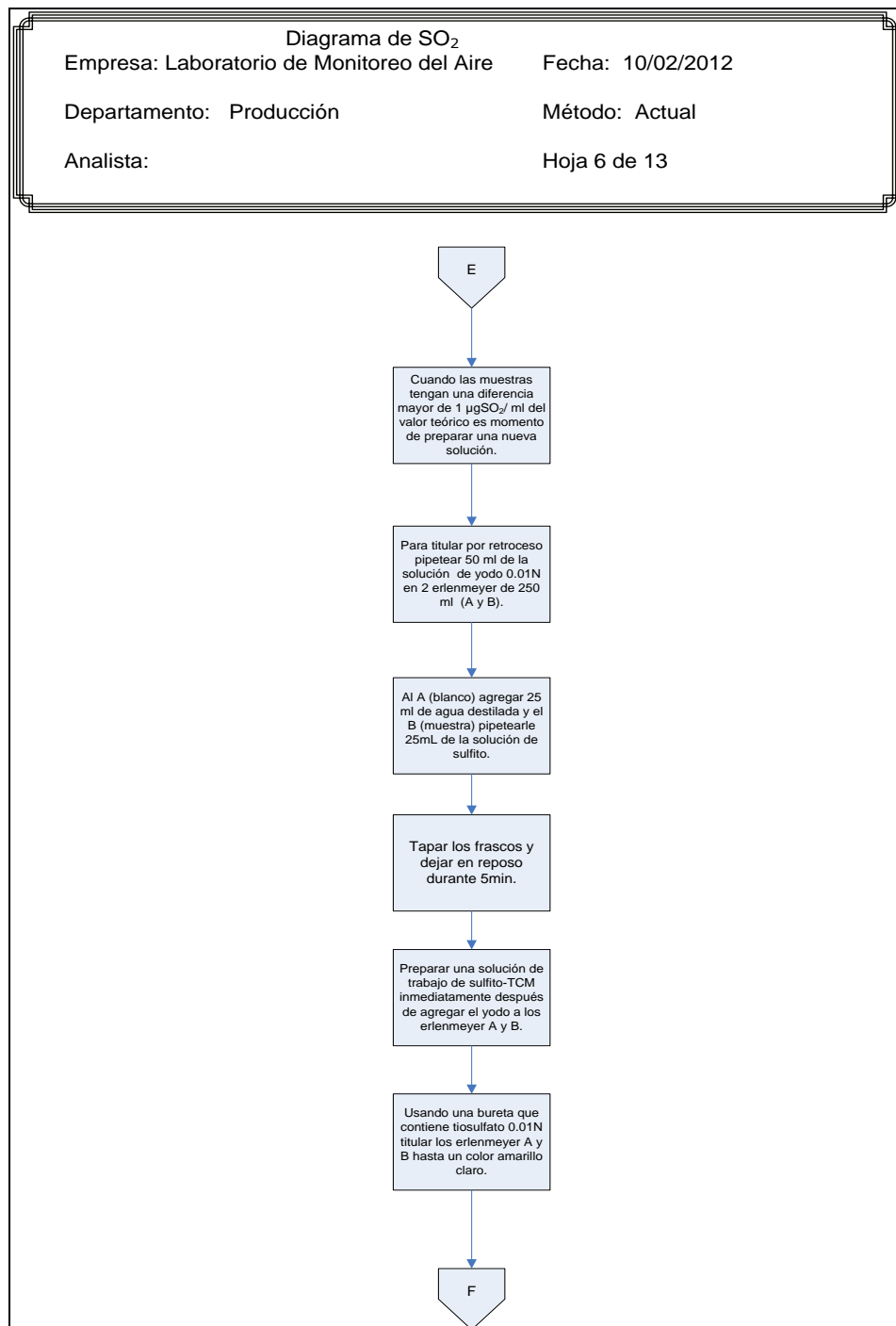
Continuación de la figura 11.



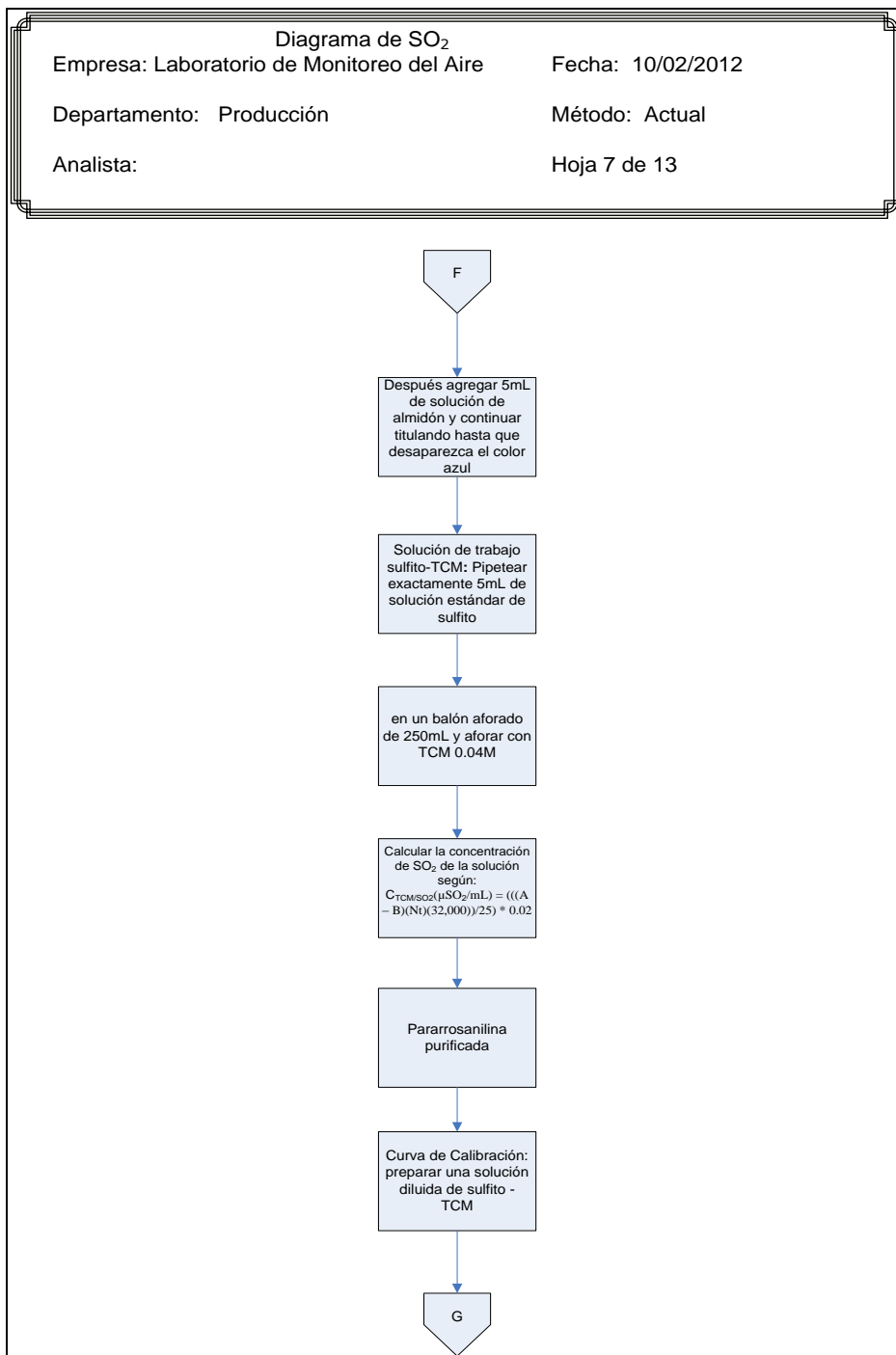
Continuación de la figura 11.



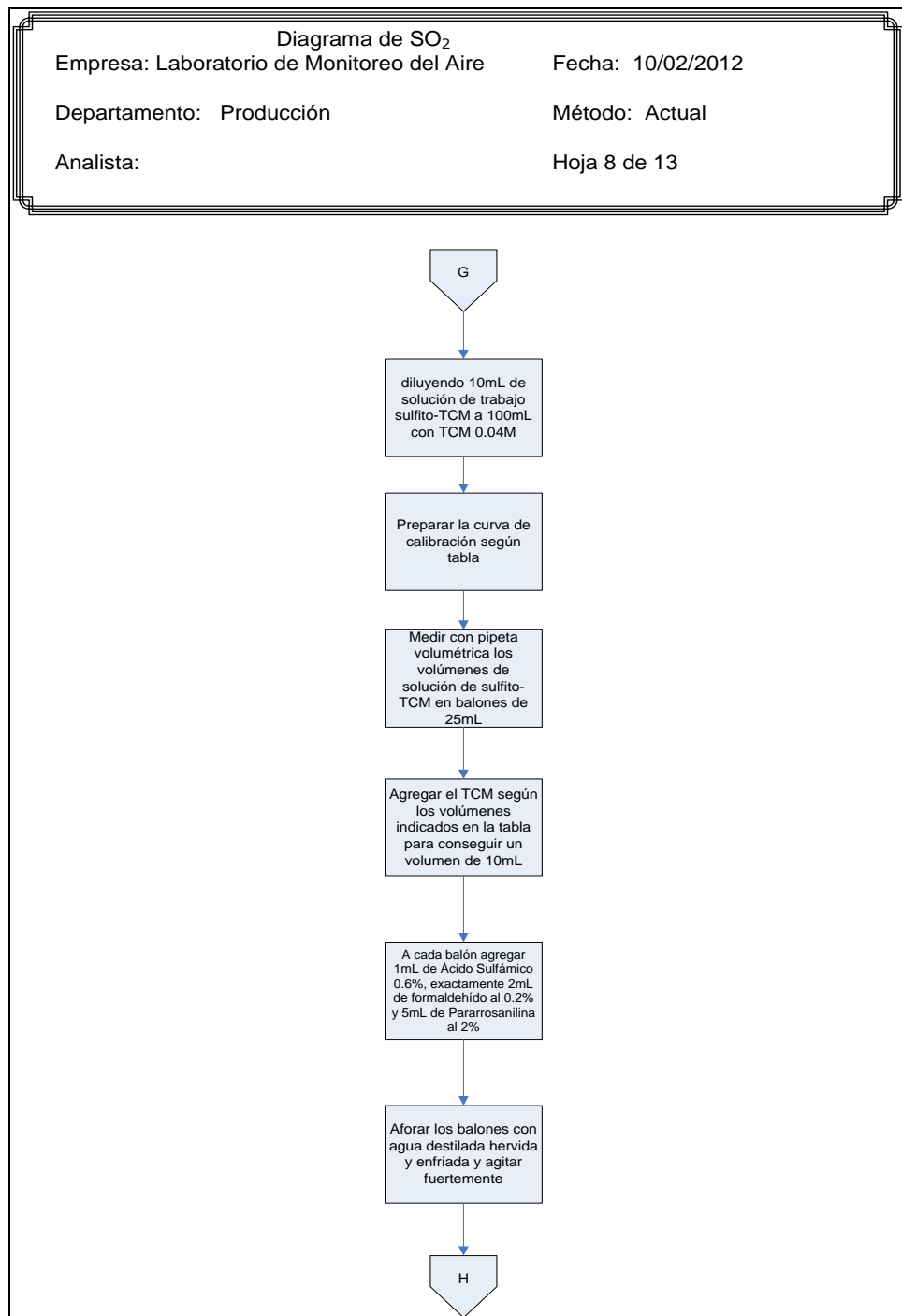
Continuación de la figura 11.



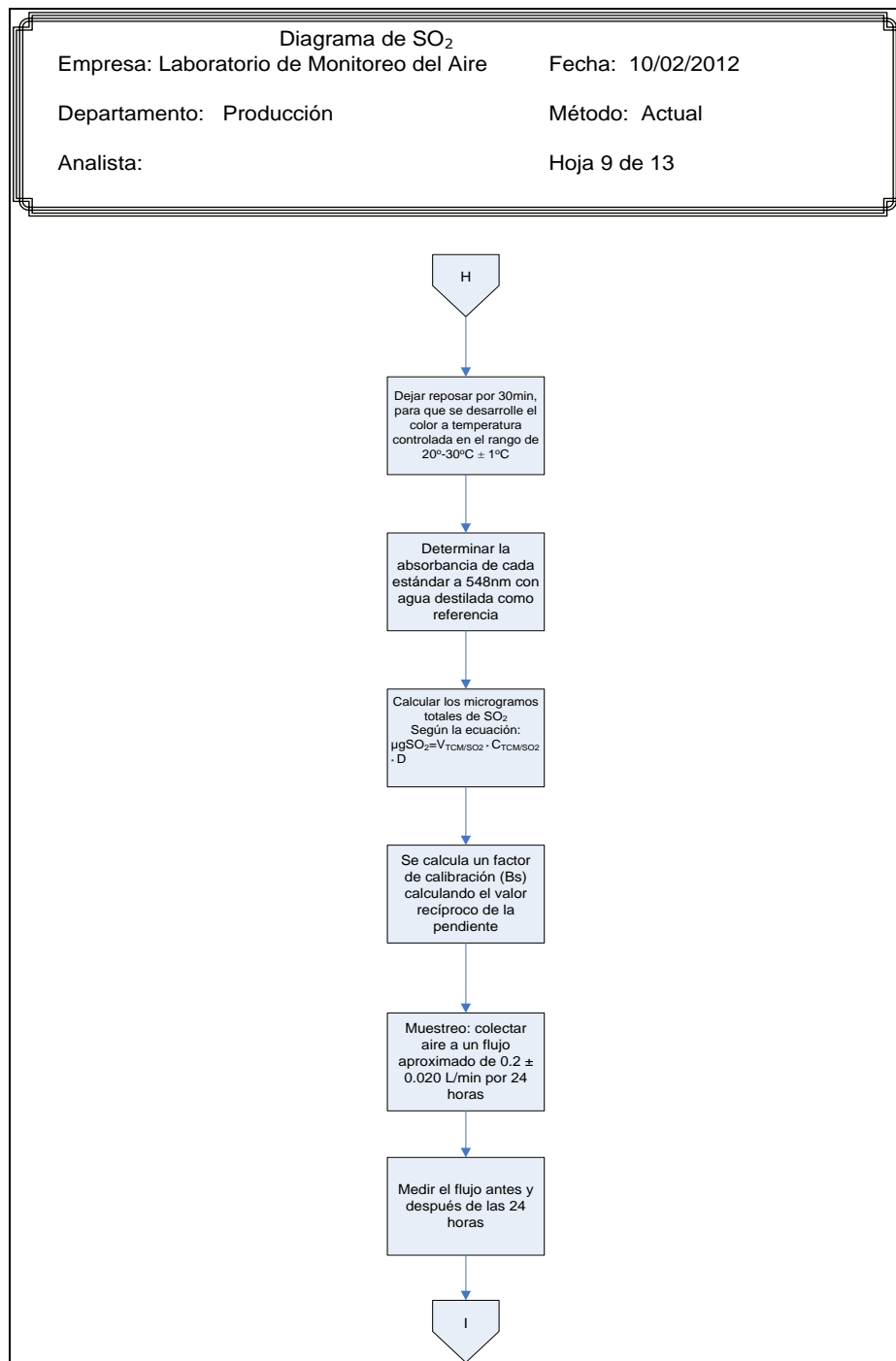
Continuación de la figura 11.



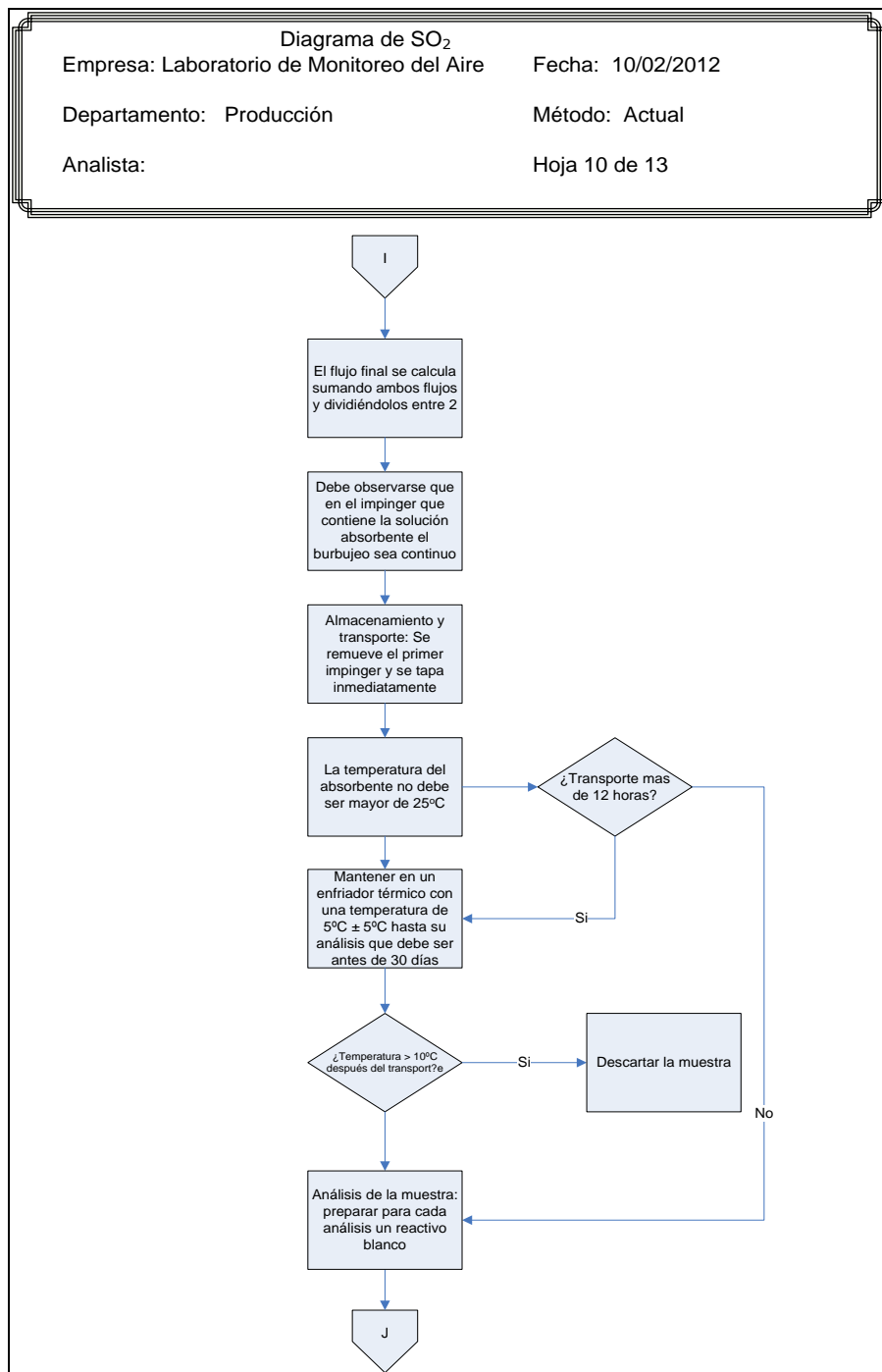
Continuación de la figura 11.



Continuación de la figura 11.

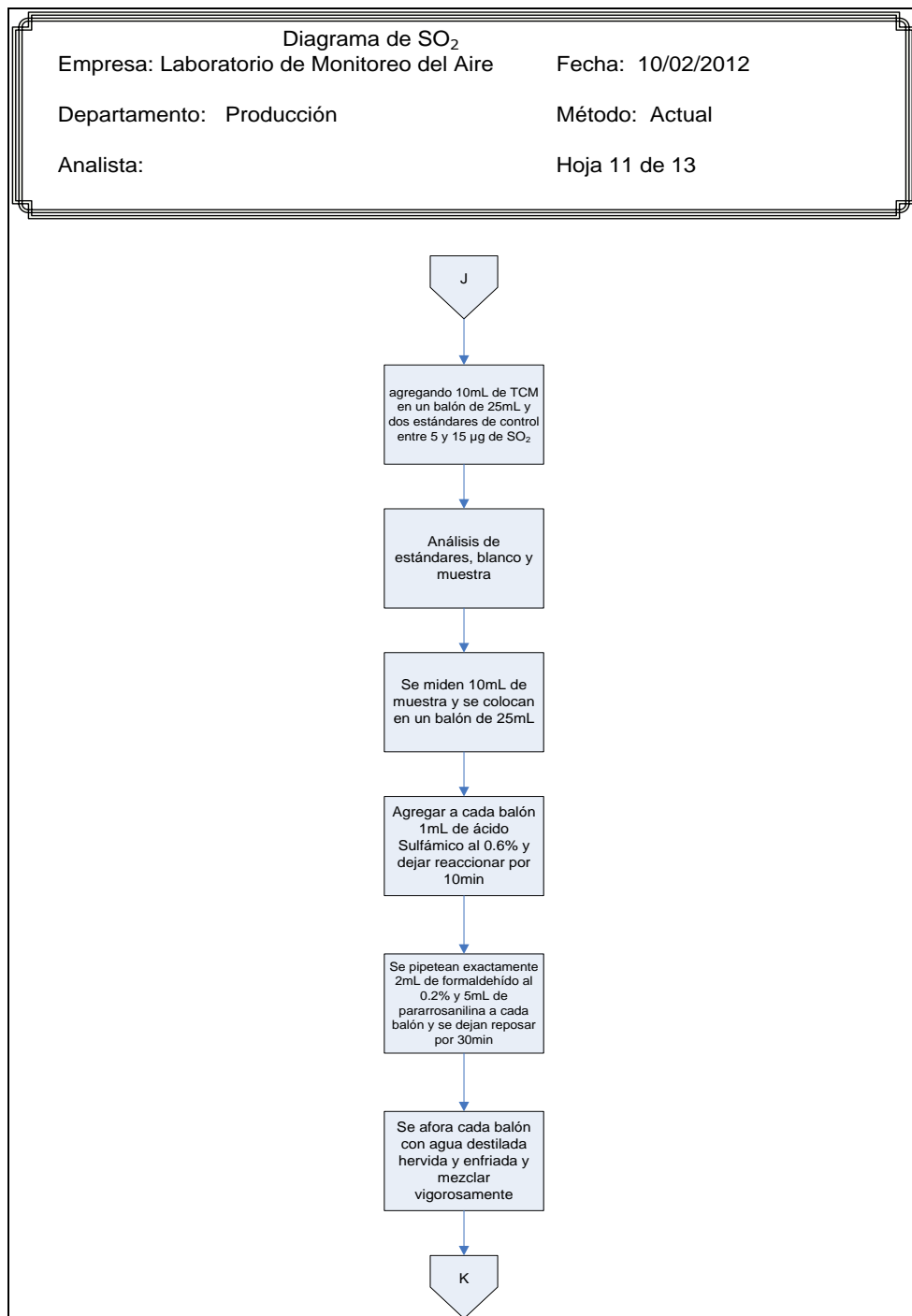


Continuación de la figura 11.

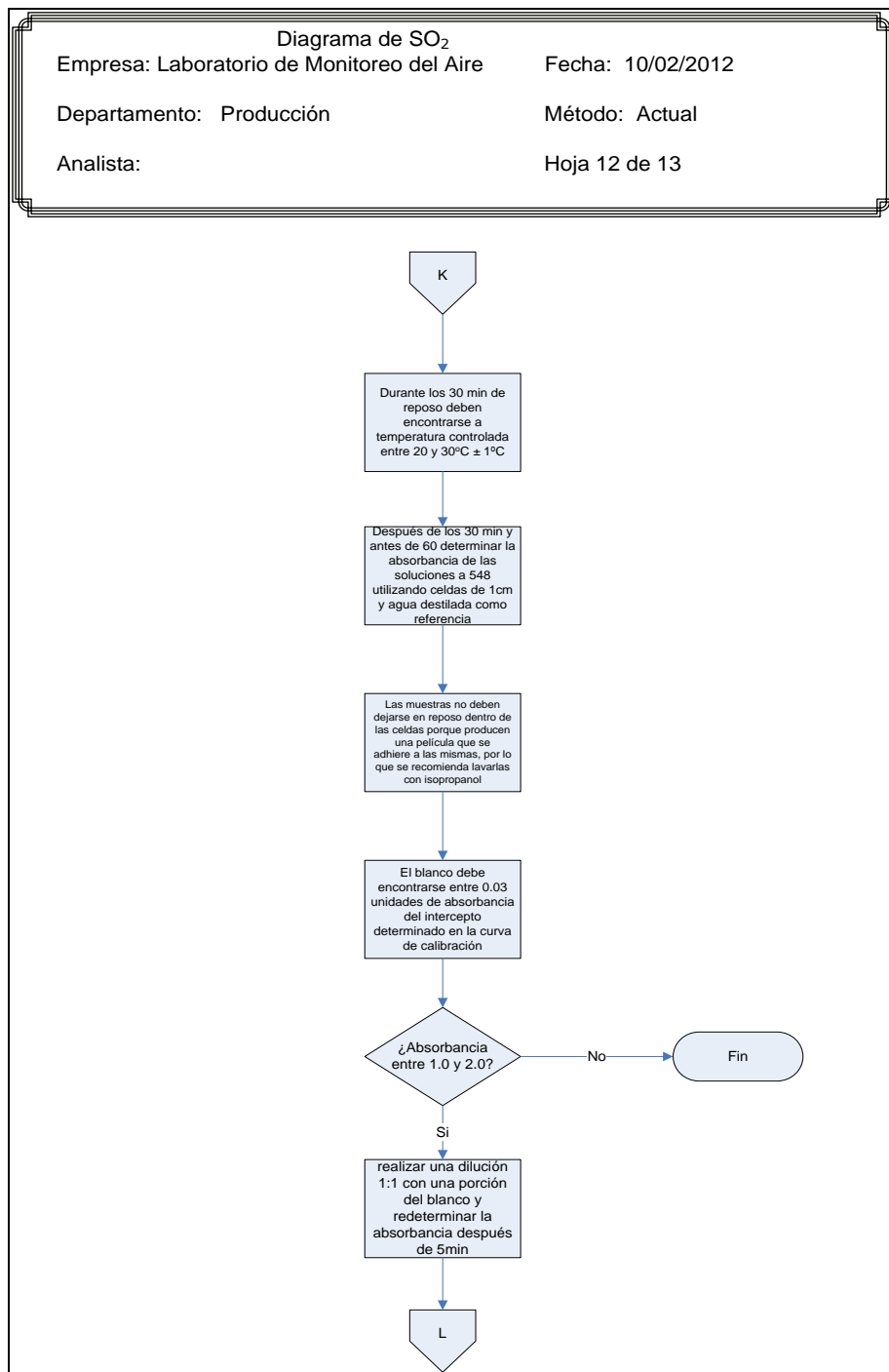




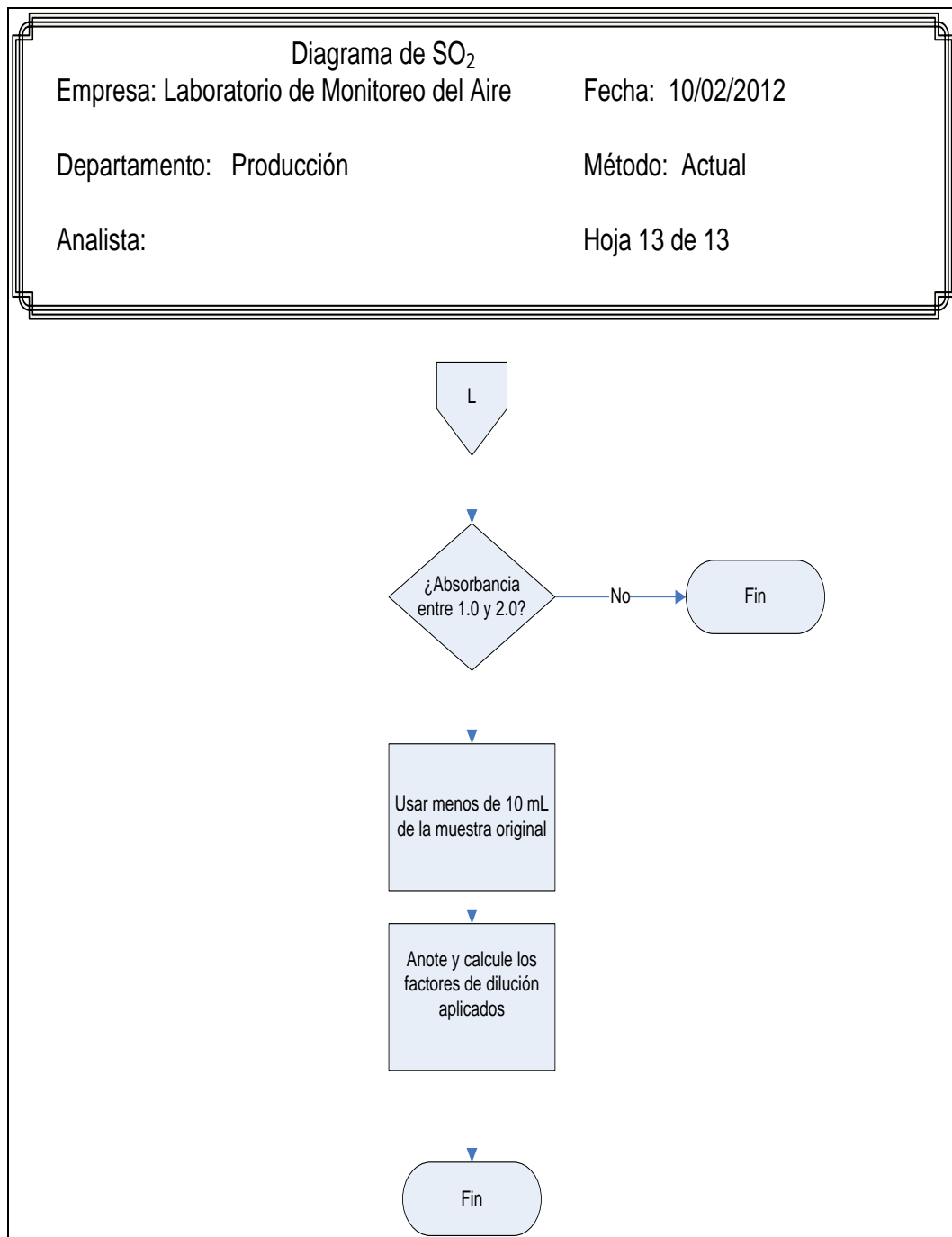
Continuación de la figura 11.



Continuación de la figura 11.

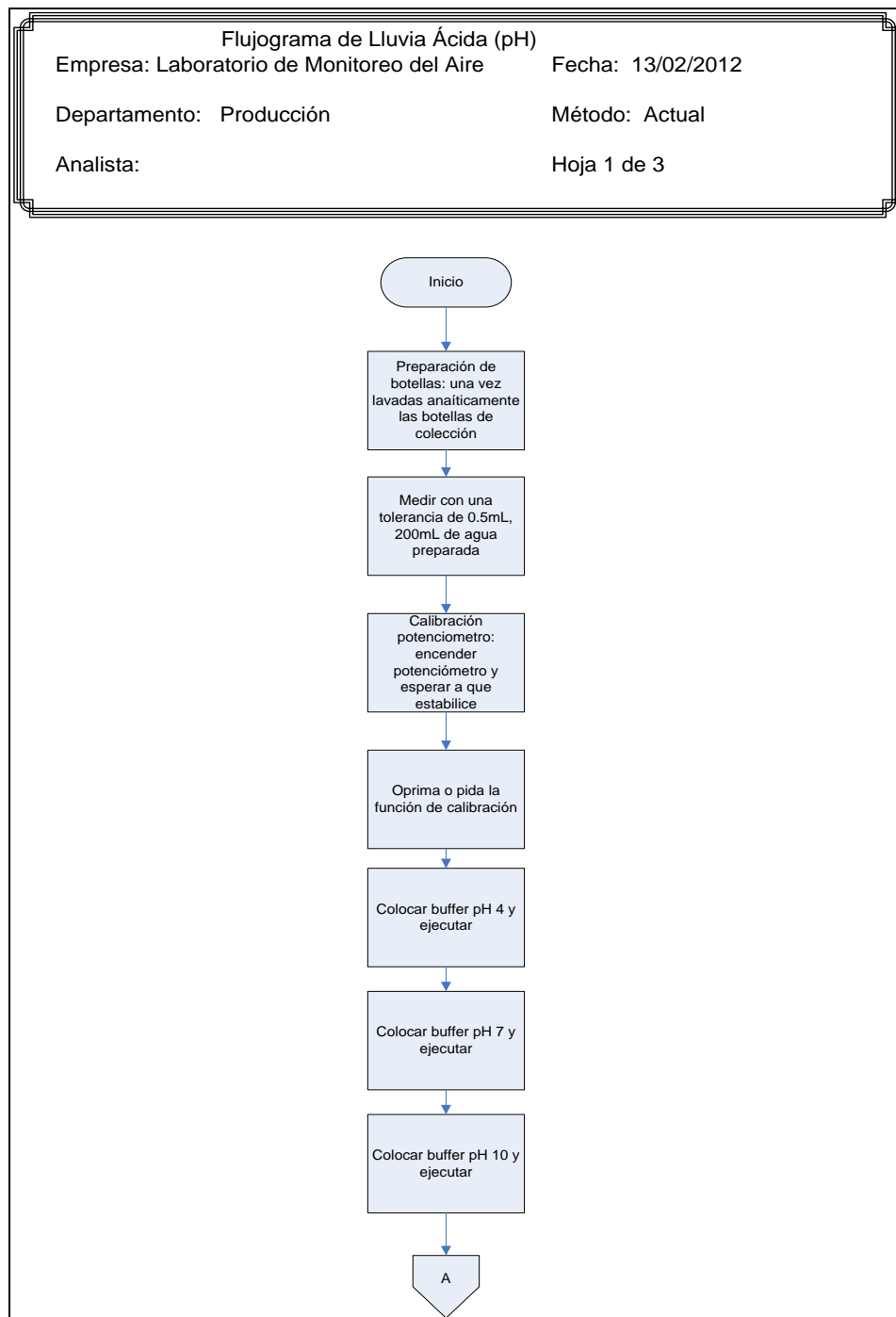


Continuación de la figura 11.

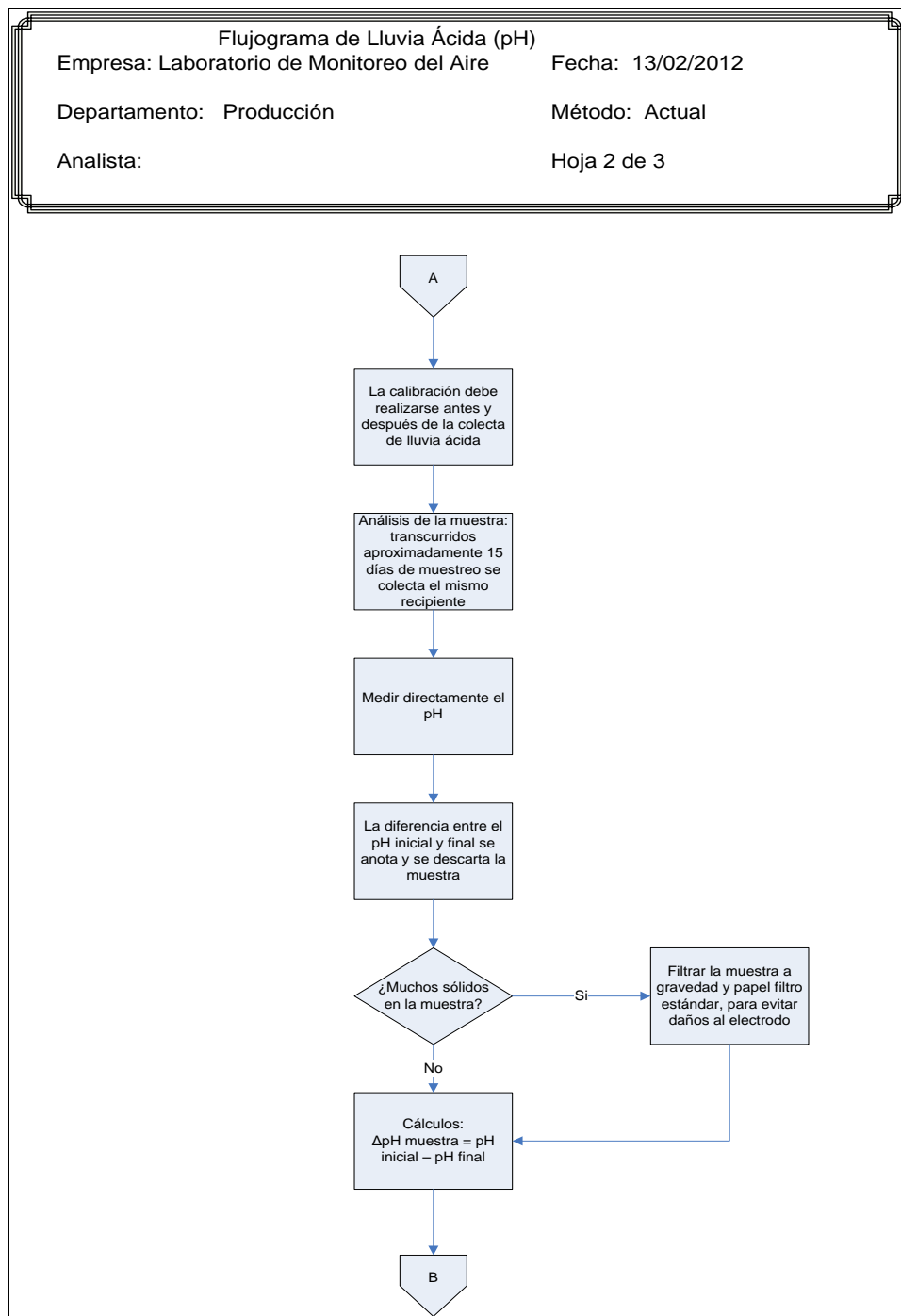


Fuente: elaboración propia.

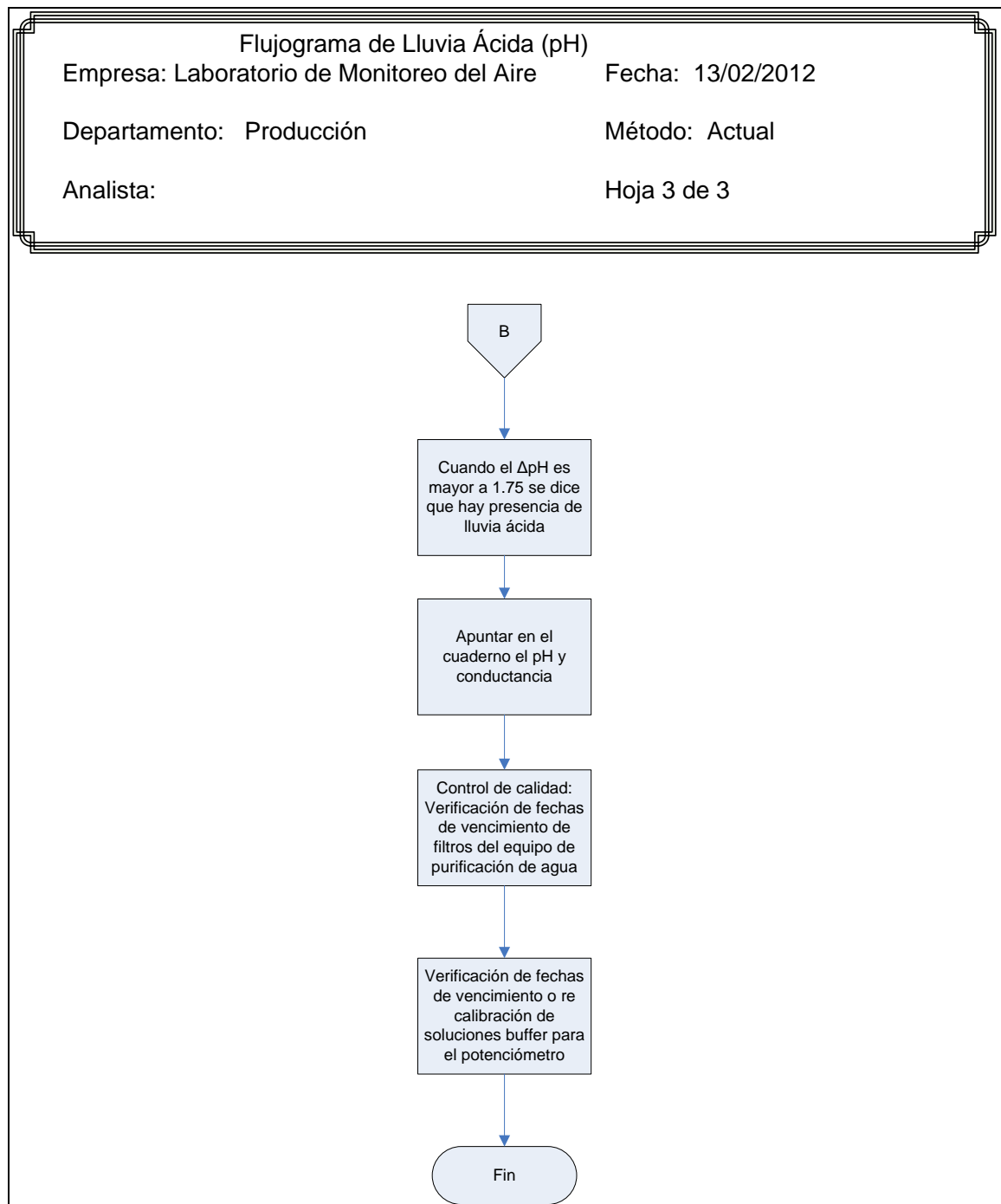
Figura 12. **Flujograma para el análisis de lluvia ácida (pH)**



Continuación de la figura 12.



Continuación de la figura 12.



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.3. Análisis de herramientas de control**

Las herramientas de control, son utilizadas para poder supervisar el cumplimiento de parámetros o normas que aseguran la calidad del trabajo que se esta realizando, en un procedimiento ya sea de un producto o servicio, lo que garantiza que el resultado obtenido en lo mencionado anteriormente sea confiable tanto para el productor como para el cliente.

#### **2.1.3.1. Descripción de las herramientas**

- Aseguramiento de calidad en el Laboratorio de Monitoreo del Aire en Guatemala

El sistema de aseguramiento interno de calidad del Laboratorio de Monitoreo del Aire (LMA) tiene como base, los procedimientos de operación estándar (SOP) para todos los métodos en uso. El aseguramiento interno es ejecutado por el personal técnico del laboratorio y las auditorías de control interno por parte del gestor de calidad del Laboratorio de Investigación Química y Ambiental (LIQA).

Los indicadores claves de calidad mencionados en la tabla I, son sujeto de aseguramiento interno continuo, por el personal técnico del laboratorio.

Tabla I. Control de calidad actual

Método	Indicador de calidad	Criterio	Período
TSP	Chequeo de balanza con peso conocido	** 0.5%	6 meses
PM10	Chequeo de balanza con peso conocido	** 0.5%	6 meses
	Flujo de orificio crítico	* 5%	mensual
	Mediciones paralelas de 2 equipos	$\Delta < 10\%$	anual
NO2 (tubo pasivo)	Tubos expuestos reproducibles	* 15%	6 meses
	Precisión de 3 tubos paralelos	** 10%	Mensual
	Absorbancia del blanco	$< 0.02$	Mensual
O3 (tubo pasivo)	Tubos expuestos reproducibles	* 15%	6 meses
	Precisión de 3 tubos paralelos	** 10%	Mensual
	Absorbancia del blanco	$< 0.15$	Mensual
Analizador O3	Concordancia de 2 equipos paralelos	$\Delta < 5\%$	Anual
Analizador CO	Medición de gas de calibración	* 10%	3 meses
SO2 (difusión activa)	Flujo de orificio crítico	* 10%	mensual
	Mediciones paralelas de 2 equipos	$\Delta < 10\%$	anual
	Absorbancia del blanco	$< 0.02$	Mensual
Lluvia ácida	Volumen de deposición húmeda	* 0.5 mL	Mensual
	Chequeo de potenciómetro		Mensual

Fuente: Manual del Laboratorio de Monitoreo del Aire

Criterios de calidad para indicadores clave  
 (\* diferencia de valor conocido; \*\* desviación estándar)

- Métodos activos
- Procedimientos específicos de control de calidad



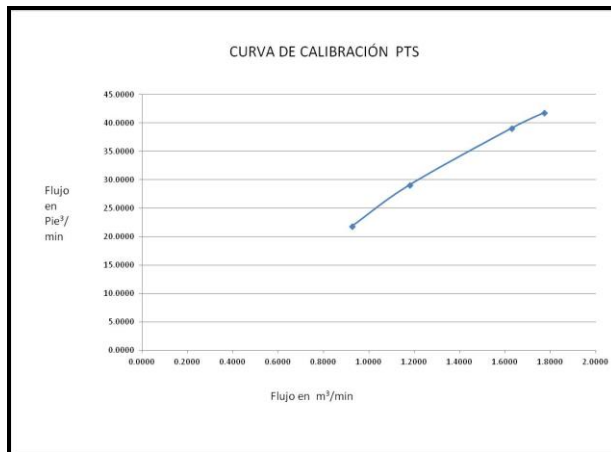
## Métodos activos

Las balanzas analíticas juegan un papel clave, en la determinación de la concentración de las partículas en el aire, ya que los filtros utilizados se pesan antes y después de su exposición.

El control de las balanzas, se hace semestralmente mediante masas patrón de diferentes tamaños, cuyo peso se determina tres veces. La desviación estándar de estos tres valores, representa la precisión de la balanza, el promedio comparado con el resultado obtenido en el laboratorio de referencia muestra su exactitud. Una diferencia del peso promedio superior a 0.5% con respecto al laboratorio de referencia, hace necesario un chequeo por parte de la empresa proveedora. Asimismo, anualmente se solicitan los certificados de calibración, el servicio de mantenimiento, verificación y ajustes necesarios por parte de la empresa proveedora.

El frecuente chequeo del flujo de los orificios críticos, es una actividad importante para garantizar la buena calidad de las mediciones de partículas PTS, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. Los resultados de los chequeos deben estar anotados en un registro, el cual está periódicamente controlado por el coordinador del laboratorio. De esta forma se detecta la necesidad de limpiar el orificio crítico o la necesidad de remplazarlo, pero también errores sistemáticos cometidos por los técnicos de laboratorio.

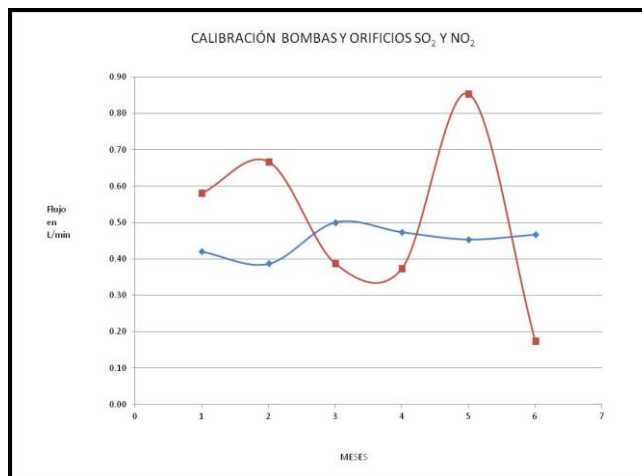
Figura 13. **Gráfica curva de calibración PTS**



Fuente: ÁLVAREZ, Jhoni Frank

En la gráfica se demuestra la calibración del orificio crítico de un equipo de alto volumen de determinación de PTS, con una pendiente de 23.424, un intercepto de 0.678 y un coeficiente de Person de 0.996.

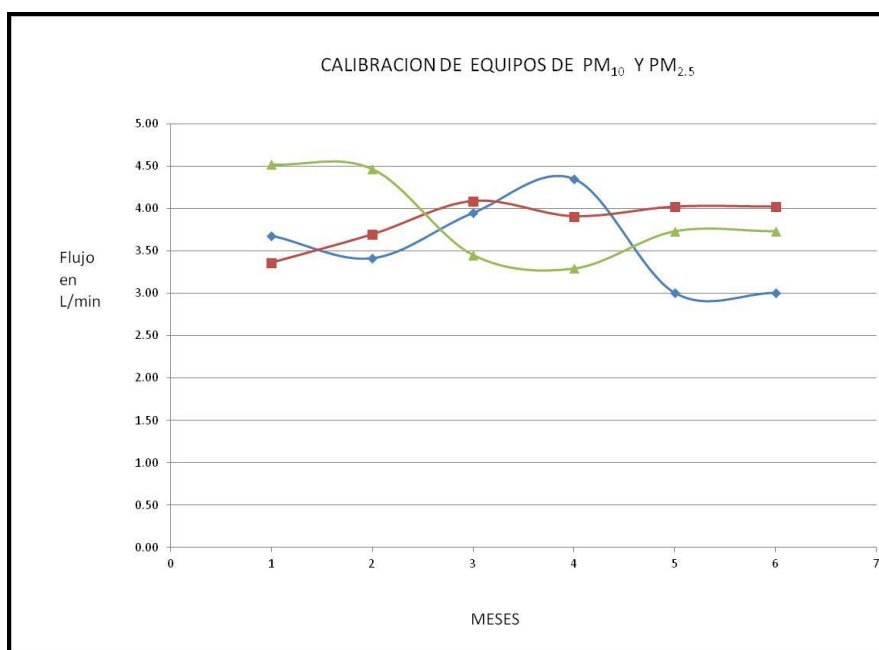
Figura 14. **Gráfica calibración bombas y orificios SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>**



Fuente: ÁLVAREZ, Jhoni Frank

En la gráfica se muestra la calibración de las bombas de vacío y orificios críticos de los equipos de SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, por difusión activa, en azul el promedio deseado y en rojo el promedio experimental. El margen de tolerancia está definido por el flujo real (0.4 litros/minuto) ± 5%. Toda medición de flujo inferior a 0.38 litros/minuto o superior a 0.42 litros/minuto requiere una revisión metódica del equipo.

Figura 15. **Gráfica calibración equipos de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>**

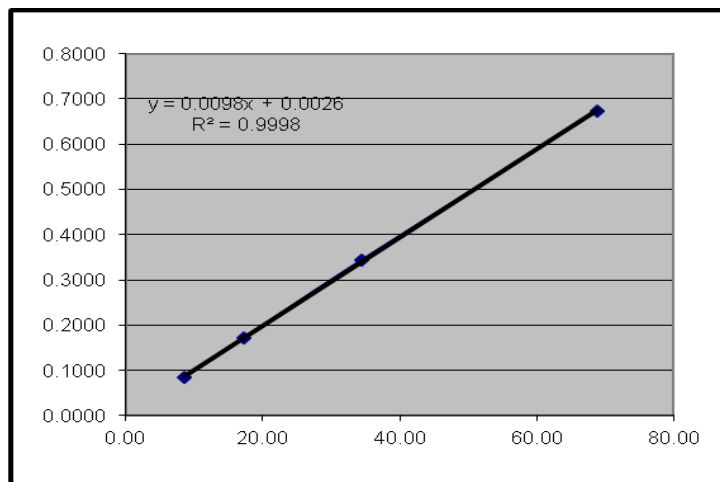


Fuente: ÁLVAREZ, Jhoni Frank

En la gráfica se presentan los resultados de las calibraciones de equipo de medición de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, durante seis meses de trabajo. El margen de tolerancia está definido por el flujo real (4 litros/minuto) ± 5%. Toda medición de flujo inferior a 3.80 litros/minuto o superior a 4.20 litros/minuto requiere una revisión metódica del equipo.

- Métodos pasivos: los métodos pasivos utilizados para la determinación del dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y del ozono ( $\text{O}_3$ ), se distinguen en un punto importante: en el caso del  $\text{NO}_2$  se trabaja con una curva de calibración, la concentración de  $\text{O}_3$  se calcula por una ecuación empírica. Un primer criterio para garantizar la calidad de los resultados tanto para  $\text{NO}_2$  como  $\text{O}_3$  es la utilización de reactivos que no hayan pasado su fecha de vencimiento.
- Otra medida para garantizar valores reales de  $\text{NO}_2$  y de  $\text{O}_3$  es la exposición paralela de tres tubos en el mismo sitio (llamados blancos de campo). El criterio de calidad (véase tabla I) es que la desviación de la serie de tres valores no sea superior a 10% del valor promedio. En caso de superar este criterio, se debe eliminar el valor disparado (con absorbancia muy baja o muy alta) de la serie.
- Aseguramiento interno de calidad: tubos pasivos de  $\text{NO}_2$ : la curva de calibración juega un papel decisivo en la determinación de  $\text{NO}_2$  recomienda medir mensualmente (junto a las muestras a analizar) una curva de calibración, cuya pendiente e intercepto estén anotados en un registro. Dicho registro debidamente almacenado electrónicamente, es sujeto al control periódico del coordinador de laboratorio. El control de los tubos debe estar debidamente fechados en su preparación, almacenarlos en refrigeradora y pueden usarse con un tiempo de vida de 6 meses. Las curvas de calibración deben de prepararse en cada mes de muestreo ó después de la exposición de los tubos.

Figura 16. **Gráfica curva de calibración durante un mes, de una evaluación interna a la próxima.**



Fuente: ÁLVAREZ, Jhoni Frank

Se anotan en la bitácora el valor de la pendiente e intercepto. Así como de la evaluación de la correlación lineal lo más cercano a 1. Los cálculos se hicieron mediante la curva del laboratorio de referencia.

Existe un margen de tolerancia, tanto para el intercepto como para la pendiente de la curva de calibración. Al salir una curva de estos márgenes, es importante el análisis de posibles fuentes de errores: la preparación equivocada de los reactivos afecta principalmente la pendiente, mientras que errores en la utilización de buretas y pipetas automáticas alteran tanto la pendiente como el intercepto.

Las concentraciones de  $\text{NO}_2$  inferiores a  $30 \text{ mg/m}^3$  son muy sensibles al intercepto de la curva de calibración. Fluctuaciones de la pendiente por otra parte afectan principalmente las concentraciones altas. Al sobrepasar uno de los márgenes de tolerancia establecidos para los parámetros, es importante identificar las fuentes de errores y volver a producir la curva.

Si no se logra mejorar la curva, es factible (como “medida de emergencia”) hacer el cálculo utilizando la curva estándar del laboratorio de referencia.

El margen de tolerancia para la pendiente de la curva de calibración de NO<sub>2</sub> está definido entre 0.0095 a 0.0110, el margen para el intercepto entre –0.015 a +0.015. Curvas de calibración con uno de los parámetros fuera de los márgenes establecidos requieren de un análisis de las posibles fuentes de error y de una repetición.

- Aseguramiento interno de calidad: tubos pasivos de O<sub>3</sub>:
  - La determinación de ozono por el método pasivo no hace necesario la medición de una curva de calibración, ya que el cálculo se hace mediante una fórmula empírica.
  - El aseguramiento interno de calidad, consiste en el control de la absorbancia de los tubos, fabricados en el mismo laboratorio ó blancos de campo y el control periódico de la solución portadora, proveniente del laboratorio de referencia (método el cual se encuentra detenido por falta del reactivo de color). Dicha solución, por más sellada y protegida contra la luz que esté, sufre una degradación latente, llegando en un momento a una saturación que impide la captación completa del ozono ambiental.
  - Para la absorbancia de los blancos y de la solución portadora (50 µl en 2 ml de reactivo de color) se establecen límites de tolerancia. Si los blancos sobrepasan el límite establecido, se debe hacer un análisis detallado de las posibles fuentes de contaminación durante su fabricación. Cabe destacar que por la alta variabilidad de los

blancos se debe restar de cada muestra analizada la absorbancia de los blancos producidos en el mismo lote de producción. Además, es importante que siempre se reste el blanco, por tan elevado que sea su absorbancia. En el caso de que la absorbancia de la solución portadora, sobrepase el límite de tolerancia, queda como única solución su reemplazo.

El límite de tolerancia para la absorbancia de los blancos producidos en el laboratorio es de 0.15, el límite para la solución portadora (50 µl en 2 ml de reactivo de color) es de 0.1.

- Control interno solo para preparación de tubos:
  - Durante la evaluación semestral de control interno a cada laboratorio, se verifican existencia y aplicación de los registros y tablas de control descritos en los apartados anteriores. Adicionalmente se controla, (para NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>) tanto la fabricación de los tubos, como el análisis posterior a su exposición, mediante tubos provenientes del laboratorio de referencia. El análisis de tubos que fueron expuestos a la atmósfera, permite la verificación de todos los pasos del análisis, incluyendo la generación de la curva de calibración.
  - Para controlar la fabricación de los tubos, se exponen tres blancos fabricados por el laboratorio a evaluar, junto a tres blancos provenientes del laboratorio de referencia. Estos seis tubos se retiran y se analizan juntos, dando como resultado la llamada tasa de recolección. Este parámetro (expresado en porcentaje) describe la relación entre la concentración obtenida por los tubos del laboratorio a evaluar (ceval) y la concentración obtenida por los tubos del laboratorio de referencia (cref):

$$\text{Tasa de recolección [\%]} = 100 \cdot (\text{ceval}/\text{cref})$$

Para los dos ensayos de control interno se establecen márgenes de tolerancia. Al sobrepasar un parámetro el respectivo margen, se deben analizar todos los pasos del procedimiento de operación estándar, enfocándose especialmente en los registros y tablas de control.

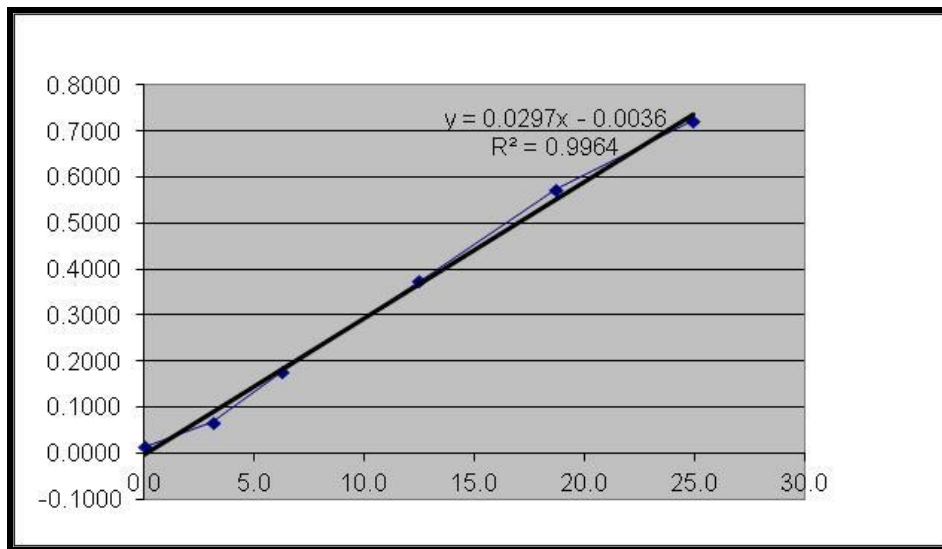
El margen de tolerancia, para los tubos expuestos en la atmósfera y en el laboratorio está definido por el valor real  $\pm 15\%$ , el margen de tolerancia para la tasa de recolección es de  $100 \pm 15\%$ .

- Lluvia ácida
  - El margen de tolerancia, para la probeta de medición de la deposición humedad es de  $200 \text{ mL} \pm 0.5 \text{ mL}$ .
  - El margen de tolerancia, para la calibración del potenciómetro depende de los amortiguadores, es aceptable como mínimo el valor de  $\text{pH} \pm 0.01$ , si no se cumple anotar el valor de rango que muestre el amortiguador en su etiqueta, los valores de rango pueden variar según el pH de amortiguador y la casa fabricante.
- Método de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), por difusión activa:
  - El frecuente chequeo del flujo de los orificios críticos, es una actividad de rutina y que debe de hacerse cada vez que se coloca un equipo en muestreo o bien mensualmente, para garantizar la buena calidad de las mediciones del contaminante. Los resultados de los chequeos, deben estar anotados en un registro, el cual está periódicamente controlado por el coordinador del laboratorio.



- De esta forma se detecta la necesidad de limpiar el orificio crítico o la necesidad de reemplazarlo, pero también, errores sistemáticos cometidos por los técnicos de laboratorio.
- El margen de tolerancia está definido por el flujo real (0.2 litros/minuto)  $\pm 10\%$ . Toda medición de flujo inferior a 0.18 litros/minuto o superior a 0.22 litros/minuto requiere una revisión metódica del equipo.

Figura 17. **Gráfica curva de calibración para SO<sub>2</sub>**



Fuente: ÁLVAREZ, Jhoni Frank

El gráfico presenta el análisis de correlación para la curva de calibración empleada en un análisis de concentración de SO<sub>2</sub>, esta curva deberá de prepararse en cada medición o colección de un mismo grupo de muestras, con no más de 72 horas de almacenamiento de la muestra en frío.

La evaluación del blanco en cada curva de calibración deberá de realizarse con una desviación de no mayor al 0.02 por ciento, de lo contrario deberá de prepararse nuevamente la curva de calibración. La evaluación del blanco se realiza mensualmente.

La preparación de la solución absorbente de tetracloromercurato (TCM), debe de fecharse e identificarse cuando se ha preparado, la cual sirve en un periodo de hasta 6 meses, siempre y cuando permanezca en refrigeración y es la solución para la evaluación paralela a cada 6 meses.

#### **2.1.3.2. Límites o rangos**

El Laboratorio de Monitoreo del Aire cuenta con ambas herramientas de control. La utilización de gráficos para el control es de gran utilidad, para que se pueda observar el cumplimiento de algunos controles mencionados en la tabla I, los cuales indican, si se cumple con el límite o rango determinado para el procedimiento de medición y su equipo.

### **2.2. Propuesta de mejora**

Las propuestas de mejora se basan en un plan de gestión de calidad, el cual abarca, mejoras en los diagramas de los procedimientos, un manual de procedimientos, señalización de seguridad industrial, etc. A continuación se describen las propuestas realizadas.

#### **2.2.1. Manual de procedimientos**

El Manual de procedimientos, se creó con base en el Manual de laboratorio que se tenía, el cual databa del 2001 y se contaba con el apoyo de una empresa que en ese mismo año dejó de trabajar con el laboratorio.

Para la creación del manual se agregaron SOP's que no se tenían incluidos en el manual anterior, debido a que hay procedimientos de análisis de contaminantes que se han ido implementando al pasar de los años, los cuales no se incluían anteriormente.

Los cambios en el manual, se presentaron en una auditoría interna que se efectuó en el laboratorio donde la auditora comprobó estos cambios, los cuales aprobó, observando la implementación de los nuevos SOP's y los diagramas de los procedimientos.

### **2.2.1.1. Descripción de puestos**

La descripción de puestos es una herramienta que se utiliza para la visualización de las tareas, responsabilidades, requisitos, etc. que se requieren en un puesto.

Identificación y descripción del puesto Coordinador del Laboratorio de Monitoreo del Aire

#### **I. Identificación**

Ubicación: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Edificio T-12 1er Nivel, Departamento de Análisis Inorgánico.

Administrativa: Escuela de Química

Puesto nominal: Profesor Titular III

Puesto funcional: Profesor de los cursos de Análisis Inorgánico I y II, Coordinador del Laboratorio de Monitoreo del Aire

Inmediato superior: Jefe del Departamento de Análisis Inorgánico

Subalternos:

Auxiliar de Cátedra II.

Estudiante de EPS de la carrera de Química  
Estudiantes de EDC de la carrera de Química

## II. Descripción del puesto

### II.I. Naturaleza del puesto

Trabajo de decisión superior que consiste en planificar, organizar, coordinar, dirigir y controlar actividades docentes y administrativas para el desarrollo, ejecución y consecución de objetivos, políticas, programas y planes de estudio del Laboratorio de Monitoreo del Aire, así como de la participación en comisiones sectoriales, intersectoriales, técnicas y científicas del área.

### II.II. Atribuciones

#### II.II.I Ordinarias

II.II.I.a. Coordinar en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales el programa de actividades de Monitoreo del Aire de la Ciudad Capital de Guatemala.

#### Dirección

II.II.I.b. Dirigir, coordinar y supervisar el normal desarrollo de las actividades universitarias de docencia, investigación y extensión.

#### II.II.III. Periódicas

#### Planificación

II.II.III.a. Realizar y entregar el Programa de calendarización anual del Monitoreo de la Calidad del Aire de la Ciudad Capital de Guatemala, anual fijando las fechas de las giras de campo.

#### Organización

II.II.III.b. Estructurar los objetivos e indicadores de éxito para establecer las metas del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.III.c. Designar los puestos que desarrollarán durante 6 meses los estudiantes de EPS y EDC de la carrera de Química.

II.II.III.d. Adecuar la estructura funcional de la organización con sus objetivos.

#### Integración

II.II.III.e. Proponer el nombramiento de auxiliares de cátedra II, para que ellos se contraten para el desarrollo de trabajo de EPS.

II.II.III.f. Selección y contratación de los auxiliares de cátedra de las plazas vacantes.

II.II.III.g. Realizar o solicitar a las unidades internas y/o externas pertinentes para la capacitación y desarrollo administrativo, docente, investigación y extensión de los profesores, auxiliares y personal administrativo del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.III.h. Solicitar material e insumos, para las actividades de docencia, administración, investigación y extensión del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

#### Dirección

II.II.III.i. Presidir las reuniones de capacitación e información al público y hacer ejecutar sus resoluciones.

II.II.III.j. Cumplir y hacer cumplir las resoluciones del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

#### Control

II.II.III.k. Medir y corregir el desempeño individual de los Auxiliares de Cátedra, EPS y EDC de las diferentes áreas del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.III.l. Acompañamiento y seguimiento en las rutas de campo y puntos de muestreo establecidos en la ciudad.

#### II.II.IV. Eventuales

II.II.IV.a. Informar al Departamento de Análisis Inorgánico de la disponibilidad o falta de personal.

II.II.IV.b. Proponer a la Dirección de Escuela y Dirección del Programa de EDC para evaluar a los candidatos para auxiliares de cátedra en el concurso de oposición.

#### II.II.V. Relaciones de trabajo

##### Internas

Secretaría Académica, Decano, Coordinadores, Directores de Escuela, Secretaria, Supervisor de EDC, Profesores de Asignaturas y Auxiliares de Cátedra.

Externas

Instituciones Públicas y Privadas del país.

II.II.VI. Responsabilidad

II.II.VI.a. Velar por el cumplimiento de los horarios y asistencia del personal docente del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.VI.b. Aplicar las evaluaciones a cada uno de los diferentes niveles de administración, docencia, investigación y extensión del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.VI.c. Cumplir con los objetivos según plan estratégico USAC 2022.

II.II.VI.d. Tener relaciones interpersonales adecuadas con el personal administrativo y docente de la Escuela de Química.

II.II.VI.e. Aprobar las diferentes etapas (perfil, anteproyecto, protocolo, informe final) de los trabajos de EPS por los estudiantes.

III. Especificaciones del puesto

III.I. Requisitos de formación y experiencia

III.I.a. Ser Centroamericano

III.I.b. Poseer como mínimo el grado académico de Licenciado legalmente reconocido en Guatemala.

III.I.c. Ser colegiado activo.

III.I.d. Estar en el goce de sus derechos civiles.

Identificación y descripción del puesto Auxiliar de Cátedra del Laboratorio de Monitoreo del Aire

I. Identificación

Ubicación: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Edificio T-10 3er Nivel, Laboratorio 308, Laboratorio de Monitoreo del Aire.

Administrativa: Escuela de Química

Puesto nominal: Auxiliar de Cátedra II

Puesto funcional: Auxiliar de Cátedra del Laboratorio de Monitoreo del Aire

Inmediato superior: Coordinador del Laboratorio de Monitoreo del Aire

Subalternos:

Estudiantes de EDC de la carrera de Química

## II. Descripción del puesto

### II.I. Naturaleza del puesto

Trabajo de decisión que consiste en planificar, organizar, coordinar, dirigir y controlar actividades de limpieza, saneamiento de cristalería de laboratorio, preparación de reactivos de todos los procedimientos del laboratorio, llevar registro de las bitácoras de trabajo y registro de datos de laboratorio y meteorológicos, acompañamiento físico en todas las giras de muestreo, aplicación de buenas prácticas de laboratorio, aplicación de buenas prácticas de seguridad en el laboratorio. Levantar el inventario al inicio de actividades semestrales y al finaliza las actividades semestrales.

### II.II. Atribuciones

#### II.II.I. Ordinarias

II.II.I.a. Coordinar en conjunto con el Coordinador y los estudiantes de EDC que se le asigne durante el semestre, realizando las actividades descritas en la naturaleza del puesto.

#### Dirección

II.II.I.b. Asistir a las reuniones de capacitación e información que se programan en el Plan Operativo Anual del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.I.c. Cumplir y hacer cumplir las resoluciones del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

#### Control

II.II.I.d. Medir y corregir el desempeño individual de los estudiantes de EDC de la carrera de química en el Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.I.e. Acompañamiento y seguimiento en las rutas de campo y puntos de muestreo establecidos en la ciudad.

### II.III. Eventuales

II.III.a. Informar al coordinador de la disponibilidad o falta de insumos del laboratorio.

II.III.b. Informar al coordinador en forma quincenal o mensual de los resultados obtenidos en la giras de muestreo, ó informar, de los resultados en mediciones especiales fuera de las fechas programadas de las giras de muestreo.

### II.IV. Relaciones de trabajo

#### Internas

Coordinador, Secretaria, Supervisor de EDC, Profesores de Asignaturas y Auxiliares de Cátedra.

#### Externas

Instituciones Públicas y Privadas del país.

### II.V. Responsabilidad

II.V.a. Velar por el cumplimiento de los horarios y asistencia de los estudiantes de EDC, en el momento que trabajen dentro del laboratorio.

II.V.b. Tener relaciones interpersonales adecuadas con el personal administrativo y docente de la Escuela de Química.

### III. Especificaciones del puesto

#### III.I. Requisitos de formación y experiencia

##### III.I.a. Ser Centroamericano

III.I.b. Poseer como mínimo el pensum cerrado de la carrera de Química y haber ejecutado practicas de EDC en el Laboratorio de Monitoreo del Aire.

III.I.c. Estar en el goce de sus derechos civiles.

## Identificación y descripción del puesto Estudiante de EPS Carrera de Química

### I. Identificación



Ubicación: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Edificio T-10 3er Nivel, Laboratorio 308, Laboratorio de Monitoreo del Aire.

Administrativa: Escuela de Química

Puesto nominal: Estudiante de EPS Carrera de Química.

Puesto funcional: Auxiliar de Cátedra del Laboratorio de Monitoreo del Aire

Inmediato superior: Coordinador del Laboratorio de Monitoreo del Aire

Subalternos:

Estudiantes de EDC de la carrera de Química

## II. Descripción del puesto

### II.I. Naturaleza del puesto

El estudiante de EPS, que califique para desarrollar sus prácticas en el laboratorio de monitoreo del aire, se le puede contratar como auxiliar de cátedra II, por lo que las atribuciones serían las mismas.

Trabajo de decisión que consiste en planificar, organizar, coordinar, dirigir y controlar actividades de limpieza, saneamiento de cristalería de laboratorio, preparación de reactivos de todos los procedimientos del laboratorio, llevar registro de las bitácoras de trabajo y registro de datos de laboratorio y meteorológicos, acompañamiento físico, en todas las giras de muestreo, aplicación de buenas prácticas de laboratorio, aplicación de buenas prácticas de seguridad en el laboratorio.

Levantar el inventario al inicio de actividades semestrales y al finaliza las actividades semestrales

### II.II. Atribuciones

#### II.II.I. Ordinarias

II.II.I.a. Coordinar en conjunto con el Coordinador y los estudiantes de EDC que se le asignen durante el semestre, realizando las actividades descritas en la naturaleza del puesto.

Dirección

II.II.I.b. Asistir a las reuniones de capacitación e información que se programan en el Plan Operativo Anual del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.I.c. Cumplir y hacer cumplir las resoluciones del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

#### Control

II.II.I.d. Medir y corregir el desempeño individual de los estudiantes de EDC de la carrera de química en el Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.I.b. Acompañamiento y seguimiento en las rutas de campo y puntos de muestreo establecidos en la ciudad.

#### II.III. Eventuales

II.III.a. Informar al coordinador de la disponibilidad o falta de insumos del laboratorio.

II.III.b. Informar al coordinador en forma quincenal o mensual de los resultados obtenidos en la giras de muestreo, ó informar, de los resultados en mediciones especiales fuera de las fechas programadas de las giras de muestreo.

#### II.IV. Relaciones de trabajo

##### Internas

Coordinador, Secretaria, Supervisor de EDC, Profesores de Asignaturas y Auxiliares de Cátedra.

##### Externas

Instituciones Públicas y Privadas del país.

#### II.V. Responsabilidad

II.V.a. Velar por el cumplimiento de los horarios y asistencia de los estudiantes de EDC en el momento que trabajen dentro del laboratorio.

II.V.b. Tener relaciones interpersonales adecuadas con el personal administrativo y docente de la Escuela de Química.

#### III. Especificaciones del puesto

##### III.I. Requisitos de formación y experiencia

III.I.a. Ser Centroamericano

III.I.b. Poseer como mínimo el pensum cerrado de la carrera de Química y haber ejecutado prácticas de EDC en el Laboratorio de Monitoreo del Aire.

III.I.c. Estar en el goce de sus derechos civiles.

Identificación y descripción del puesto Estudiante de EDC Carrera de Química

#### I. Identificación

Ubicación: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Edificio T-10 3er Nivel, Laboratorio 308, Laboratorio de Monitoreo del Aire.

Administrativa: Escuela de Química

Puesto nominal: Estudiante de EDC de la Carrera de Química

Puesto funcional: Auxiliar de Cátedra del Laboratorio de Monitoreo del Aire

Inmediato superior: Coordinador del Laboratorio de Monitoreo del Aire

Subalternos:

Ninguno.

#### II. Descripción del puesto

##### II.I. Naturaleza del puesto

El estudiante de EDC, deberá cumplir con los requisitos mínimos que se piden para el desarrollo de sus prácticas, según el Normativo de Evaluación Curricular existente en la carrera de Química y Reglamento de Evaluación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Seguimiento al estudiante de EPS; en las actividades de limpieza, saneamiento de cristalería de laboratorio, acompañamiento en la preparación de reactivos de todos los procedimientos del laboratorio, apoyar en el registro de las bitácoras de trabajo y el registro de datos de laboratorio y meteorológicos, acompañamiento físico en todas las giras de muestreo, aplicación de buenas prácticas de laboratorio, aplicación de buenas prácticas de seguridad en el laboratorio.

##### II.II. Atribuciones

## II.II.I. Ordinarias

II.II.I.a. Acompañar al Coordinador y los estudiantes de EPS, realizando las actividades descritas en la naturaleza del puesto.

### Dirección

II.II.I.b. Asistir a las reuniones de capacitación e información que se programan en el Plan Operativo Anual del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

II.II.I.c. Cumplir y hacer cumplir las resoluciones del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

### Control

II.II.I.d. Acompañamiento y seguimiento en las rutas de campo y puntos de muestreo establecidos en la ciudad.

## II.III. Eventuales.

II.III.a. Informar al EPS de la disponibilidad o falta de insumos del laboratorio.

## II.IV. Relaciones de trabajo

### Internas

Coordinador, Supervisor de EDC, Auxiliar de Cátedra del Laboratorio y EPS.

## II.V. Responsabilidad

II.V.a. Velar por el cumplimiento en los horarios designados por el Supervisor de EDC.

II.V.b. Tener relaciones interpersonales adecuadas con el personal administrativo y docente de la Escuela de Química.

## III. Especificaciones del puesto

### III.I. Requisitos de formación y experiencia

#### III.I.a. Ser Centroamericano

III.I.b. Poseer el mínimo que se pide para el desarrollo de sus prácticas, según el Normativo de Evaluación Curricular existente en la carrera de Química y Reglamento de Evaluación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

III.I.c. Estar en el goce de sus derechos civiles.

### 2.2.1.2. Cadena de mando en la documentación

La cadena de mando en la documentación, ayudará a tener un mejor control sobre la documentación al definir el responsable y la documentación que maneja. Se tienen cuatro procesos (Reporte de resultados mensuales, Informe anual de calidad del aire, Informe técnico de visita de campo e Informe técnico de laboratorio y visita de campo), en los cuales, el analista y el coordinador maneja la misma información para los cuatro procesos los cuales se muestran en la tabla II.

Tabla II. Cadena de mando de la documentación

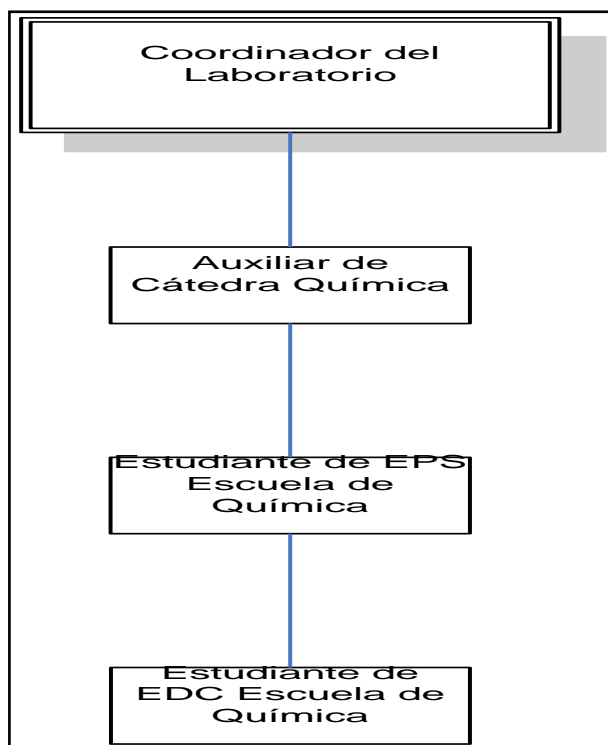
Cadena de documentación		
Responsable	Documento utilizado	Documento Generado
Analista	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Bitácora de trabajo</li> <li>❖ Manual de procedimiento</li> <li>❖ Formatos de procedimientos para determinar Gases y Partículas. (TF-04 y TF-05)</li> <li>❖ Formatos de datos meteorológicos (TF-06 y TF-07)</li> <li>❖ Calendario de monitoreo (GO-04)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Reporte de resultados mensuales (TF-08).</li> </ul>
Coordinador	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Reporte de resultados mensuales (TF-08)</li> <li>❖ Boleta de datos de campo (TF-01)</li> </ul>	Informe anual de calidad del aire.
Coordinador	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Solicitud de servicio</li> <li>❖ Boleta de datos de campo (TF-01)</li> <li>❖ Encuesta de atención al cliente (GO-01)</li> <li>❖ Formato de Quejas (GO-02)</li> </ul>	Informe técnico de visita de campo. (CP-02)
Coordinador	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Solicitud de servicio</li> <li>❖ Reporte de resultados</li> <li>❖ Boleta de datos de campo (TF-01)</li> <li>❖ Encuesta de atención al cliente (GO-01)</li> <li>❖ Formato de Quejas (GO-02)</li> </ul>	Informe técnico de laboratorio y visita de campo. (CP-03)

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.1.3. Propuesta de organigrama

El organigrama, es la estructura básica de una organización, que no tenía el laboratorio, el presente, es uno vertical, que se ramifica de la parte superior a la inferior, el cual estuvo basado en la observación del personal que trabajaba en el laboratorio (figura 54). Se presentó la propuesta en una reunión con el personal del laboratorio y se obtuvo una discusión para realizar cambios en el mismo, los cuales se presentan en la figura 55.

Figura 18. Propuesta de organigrama

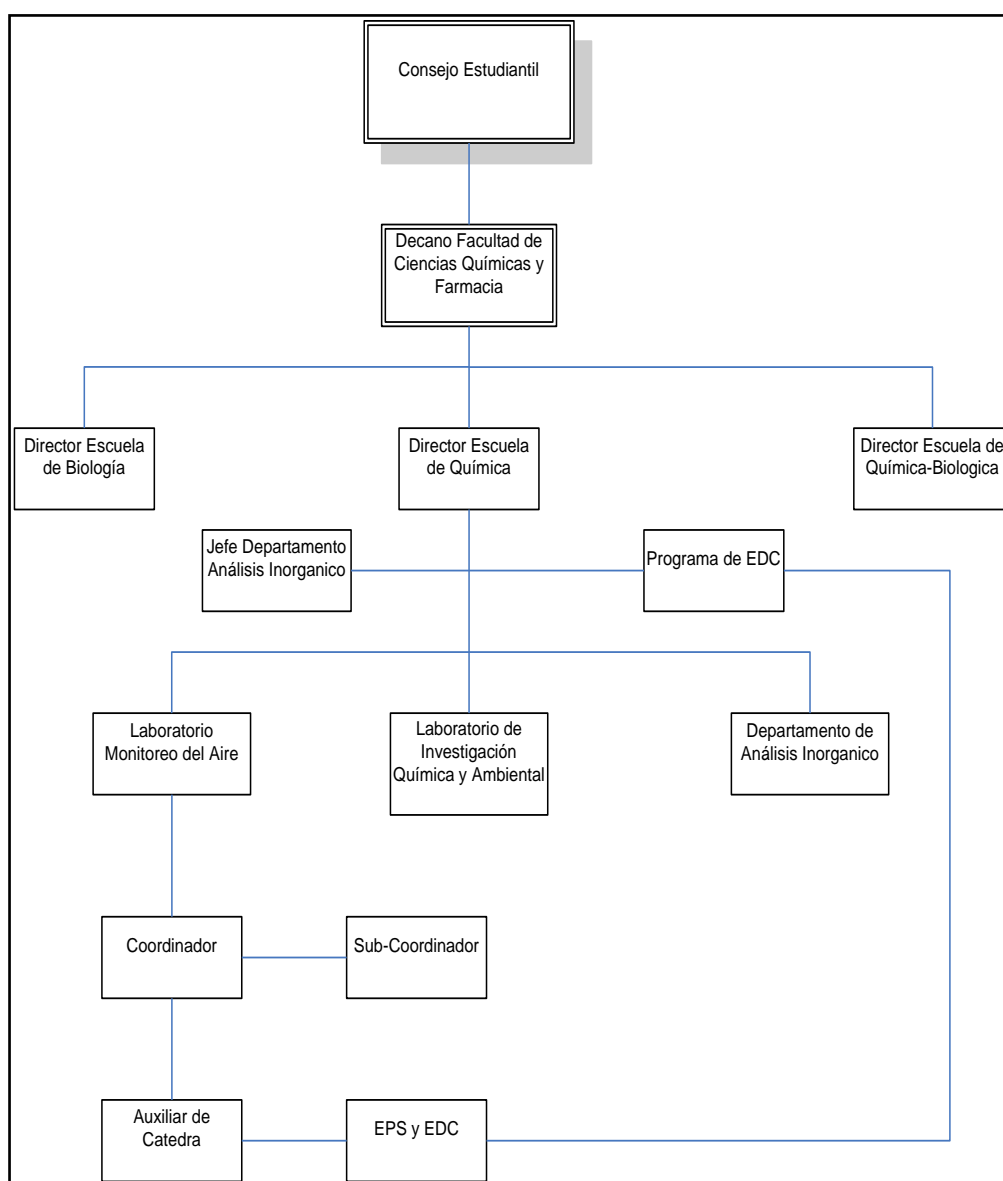


Fuente: elaboración propia.

Los cambios que se realizaron, con el aporte del personal, es que se incluyó a personal superior al coordinador del laboratorio, otras escuelas que existen en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia e indicar que el estudiante de EDC

no depende directamente del coordinador o del estudiante de EPS o el auxiliar de cátedra.

Figura 19. Mejoras en el organigrama

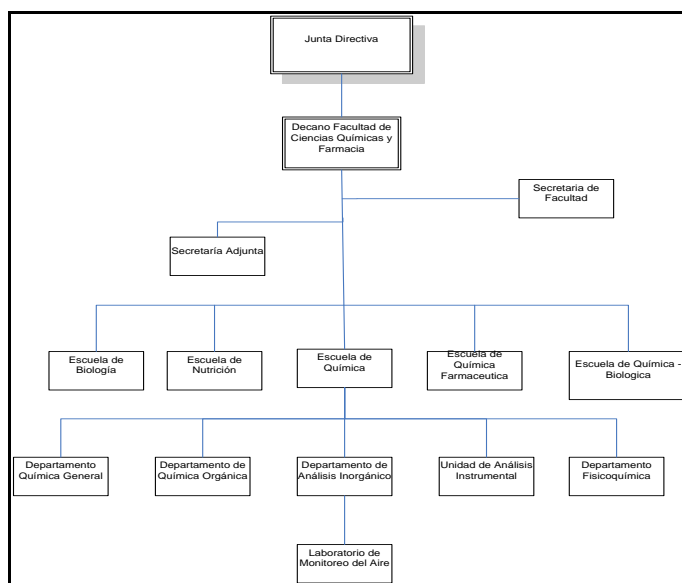


Fuente: elaboración propia.

En una auditoria interna que se efectuó en el laboratorio, se presentó la propuesta del organigrama (figura 55) al cual se sugirieron cambios, debido a que al momento de observarlo la auditora expresó, si la Junta Directiva o el decano de la Escuela de Química estaban involucrados en el laboratorio, porque si era así, en una auditoría se les puede preguntar información relacionada al laboratorio.

Por este motivo, se realizaron nuevamente cambios en el organigrama de la figura 55, con una división del organigrama, la primera donde se muestra la parte institucional del laboratorio, demostrando los niveles superiores al laboratorio, pero, que no están involucrados directamente a él. Y un organigrama interno del laboratorio que refleja los puestos que participan directamente, del cual, el puesto de gestor de calidad, no está definido ya que no se tiene a una persona específica para el mismo.

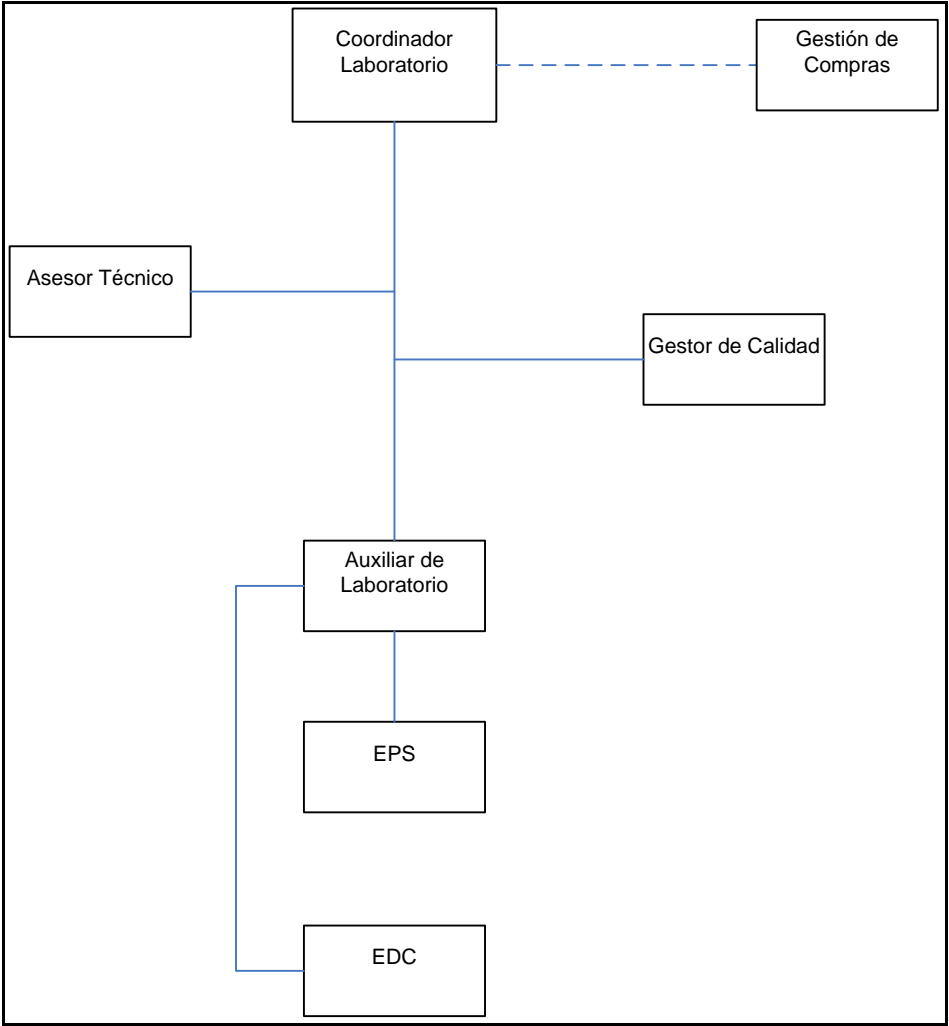
Figura 20. **Organigrama Institucional Laboratorio de Monitoreo del Aire (LMA)**



Fuente: elaboración propia.



Figura 21. **Organigrama interno Laboratorio de Monitoreo del Aire (LMA)**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.4. Propuesta de política de calidad**

Para la política de calidad, al igual que con el organigrama, se hizo una propuesta, la cual, fue presentada también en una reunión, para que el personal del laboratorio diera su aporte con ideas y conformarla con esas ideas. Para ello se tomó como base los requisitos de la Norma COGUANOR NGR/ISO/IEC 17 025 que son los siguientes:

- El compromiso de la dirección del laboratorio con la buena práctica profesional y con la calidad de sus ensayos y calibraciones durante el servicio a sus clientes.
- Una declaración de la dirección con respecto al tipo de servicio ofrecido por el laboratorio
- El propósito del sistema de gestión concerniente a la calidad
- Un requisito de que todo el personal relacionado con las actividades de calibración y ensayo dentro del laboratorio se familiarice con la documentación de la calidad e implemente las políticas y los procedimientos en su trabajo.
- El compromiso de la dirección del laboratorio de cumplir esta Norma Internacional y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión.<sup>4</sup>

4. Norma COGUANOR NGR/ISO/IEC, 2001, p. 10



La política de calidad presentada como propuesta fue la siguiente:

- El Laboratorio de Monitoreo del Aire, está comprometido en la prestación de un servicio de calidad, con el compromiso de presentar resultados confiables, con personal calificado, para el análisis de contaminantes que se encuentran en el aire y pueden afectar la salud humana.

De la propuesta y las ideas dadas por el personal, con las bases mencionadas anteriormente, se obtuvo la política de calidad con la que el laboratorio estará trabajando.

- Política de calidad: somos un equipo de profesionales dedicados a la Investigación y prestación de servicios en el área de contaminación atmosférica con el objetivo de proporcionar informes de ensayos de calidad, siempre efectuados de acuerdo a los métodos establecidos, para la resolución de problemas nacionales en dicha área; contamos con un equipo de trabajo comprometido, capacitado y motivado para promover la mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad establecido para el Laboratorio.

Figura 22. Documento política de calidad

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE  Registro: GO – 06 Versión: 1 Fecha de actualización: 02/05/2012	
<h3>Política de Calidad</h3> <p>Somos un equipo de profesionales dedicados a la Investigación y prestación de servicios en el área de contaminación atmosférica con el objetivo de proporcionar informes de ensayos de calidad, siempre efectuados de acuerdo a los métodos establecidos, para la resolución de problemas nacionales en dicha área; contamos con un equipo de trabajo comprometido, capacitado y motivado para promover la mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad establecido para el Laboratorio.</p>		
Firma Coordinador		Firma Sub-Coordinador
Nombre y Firma Coordinador:	Nombre y Firma Gestor de Calidad:	Sello Laboratorio

Fuente: elaboración propia.

## **2.2.2. Plan de gestión de calidad implementado**

Un plan de calidad, está basado en prácticas de calidad, recursos y secuencia de actividades relativas a un producto o servicio. En el presente caso se presenta la secuencia de actividades en los procedimientos y la secuencia en la documentación para tener un mejor control sobre el destino de la misma.

### **2.2.2.1. Propuesta de misión y visión**

Para estas propuestas, se trabajó de la misma forma que las propuestas anteriores, para lo que se tomó una definición sobre la misión y visión que fueron las siguientes:

- Misión: es el propósito o razón por la cual existe la organización.
- Visión: es la posición que desea tener la empresa en un futuro.

Las propuestas que se presentaron para la reunión fueron las siguientes:



- Misión: monitorear la calidad del aire en la ciudad de Guatemala, al igual que, entidades o instituciones que soliciten el servicio, para el análisis de los contaminantes y los efectos que estos tienen en la salud humana.
- Visión: ser un laboratorio reconocido a nivel nacional, con estándares de calidad en el desarrollo de sus procedimientos y confiabilidad en los datos presentados al público.

De las propuestas presentadas y con las ideas aportadas por el personal se llegó a obtener la misión y visión que emplearan en el laboratorio que son:

- Misión: el Laboratorio de Monitoreo del Aire es una unidad técnico-científica que contribuye al desarrollo sostenible de Guatemala, a través de la realización de monitoreo y estudio de contaminantes atmosféricos entregando informes y registros de datos a la población.
- Visión: ser un laboratorio de monitoreo y estudio de la contaminación atmosférica reconocido a nivel nacional e internacional que trabaja en forma técnico-científica con estándares de calidad en el desarrollo de sus procedimientos y en la presentación de los resultados.

Estas propuestas que están establecidas y que se estarán trabajando con ellas, pueden sufrir un cambio en un futuro y como parte de los puntos de la norma mencionados anteriormente, se debe de cumplir con el compromiso de la dirección, para ello se debe tener un archivo para su impresión, el cual se muestra a continuación :

Figura 23. Documento misión y visión

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE  Registro: GO - 06 Versión: 1 Fecha de actualización: 02/05/2012	
<p><b>MISIÓN</b></p> <p>El Laboratorio de Monitoreo del Aire es una unidad técnico-científica que contribuye al desarrollo sostenible de Guatemala, a través de la realización de monitoreo y estudio de contaminantes atmosféricos.</p>		
<p><b>VISIÓN</b></p> <p>Ser un laboratorio de monitoreo y estudio de la contaminación atmosférica reconocido a nivel nacional e internacional que trabaja en forma técnico-científica con estándares de calidad en el desarrollo de sus procedimientos y en la presentación de los resultados.</p>		
Nombre y Firma Coordinador:	Nombre y Firma Gestor de Calidad:	Sello Laboratorio

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2.2. Procedimientos mejorados**

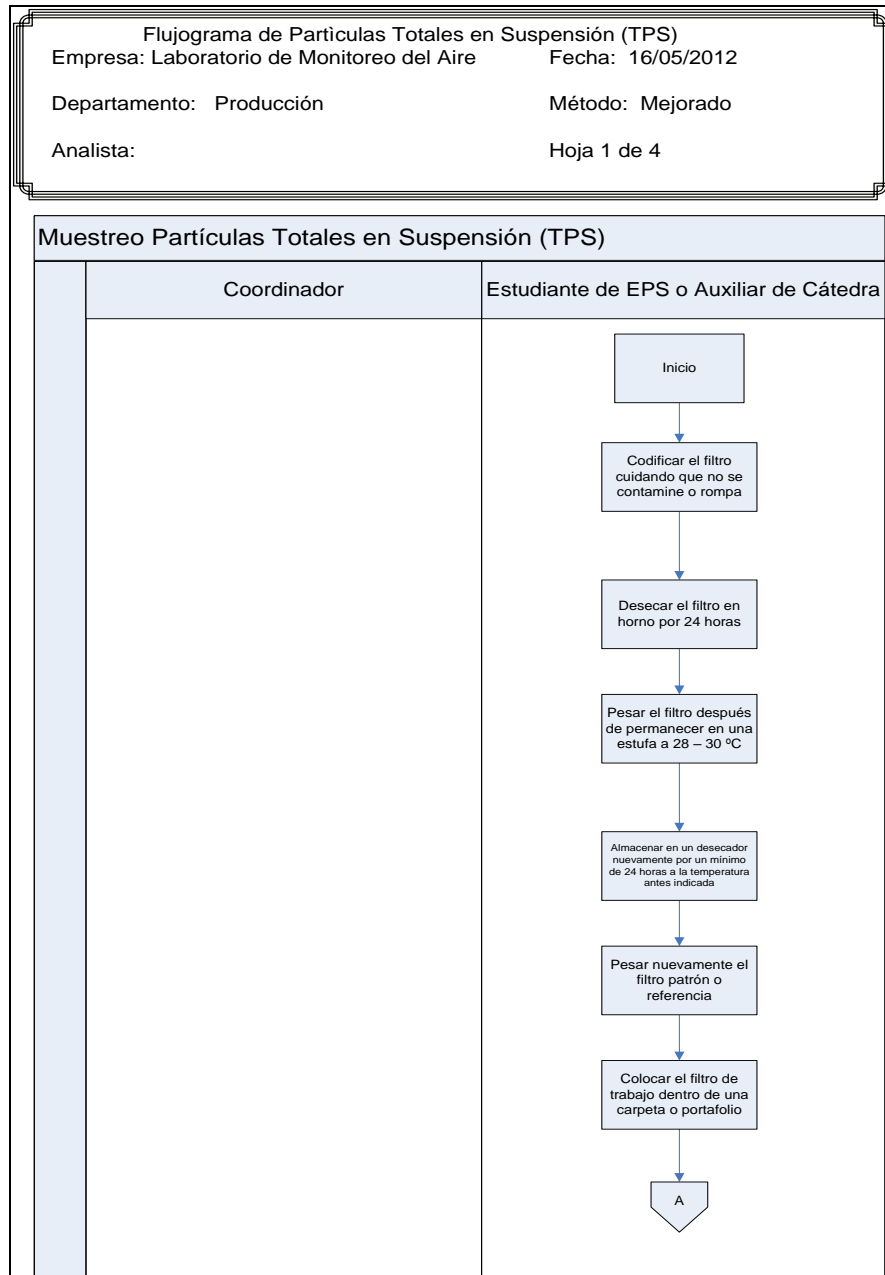
En los diagramas presentados anteriormente, de la página 12 a la 57, se presentan los pasos a seguir en los procedimientos, pero, no se cuenta con la definición del encargado de realizar los diferentes pasos, que en las mejoras se presentan en dos columnas, que son las de coordinador y estudiante de EPS o auxiliar de cátedra.

Las mejoras en los diagramas presentados de la página 80 a la página 150, es la inclusión del símbolo de documento, dentro de los diagramas que se puede utilizar, al tener definida la nomenclatura que se utilizará para los diferentes documentos. E incluir, quién es la última persona en manejar la documentación que facilitará al personal, conocer la ubicación de los documentos.

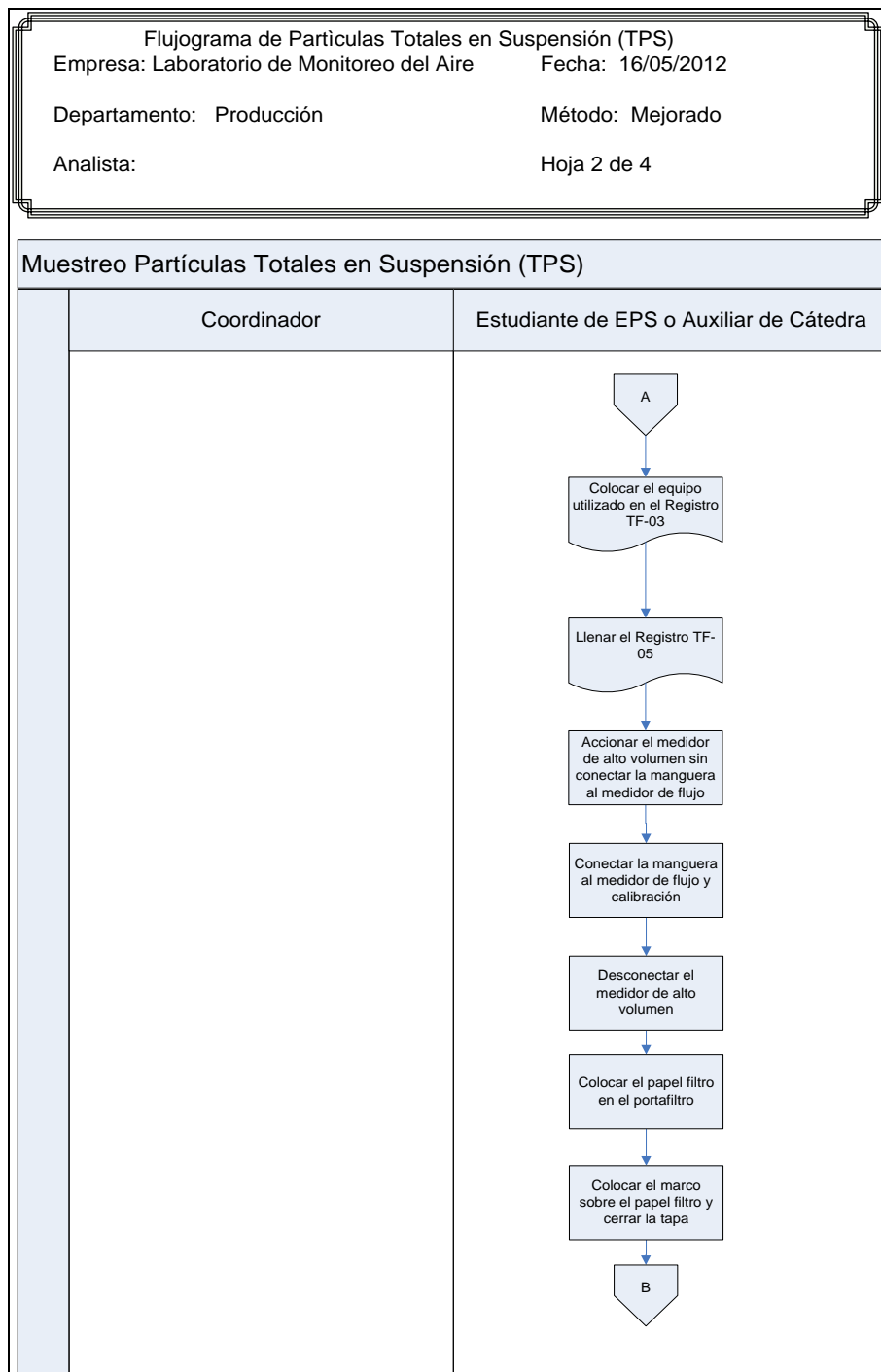
Los diagramas de pararosnilina (PRA) y  $PM_{2.5}$ , no se encuentran en los primeros diagramas, debido a que son procedimientos que se han implementado en el transcurso del tiempo, por lo que son diagramas nuevos y se emplearon las mejoras utilizadas en los demás procedimientos.



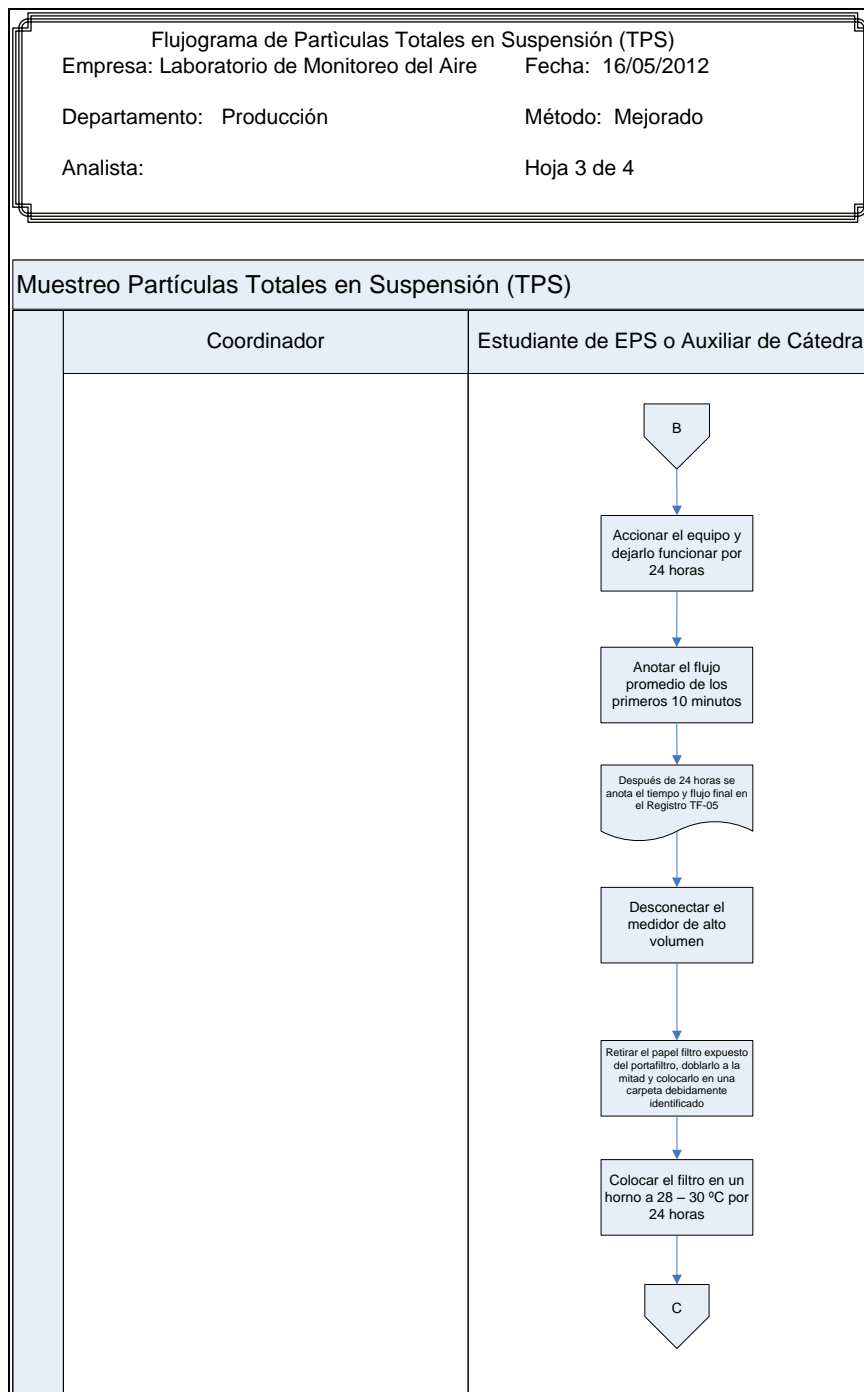
**Figura 24. Diagrama mejorado para el análisis de partículas totales suspendidas (PTS)**



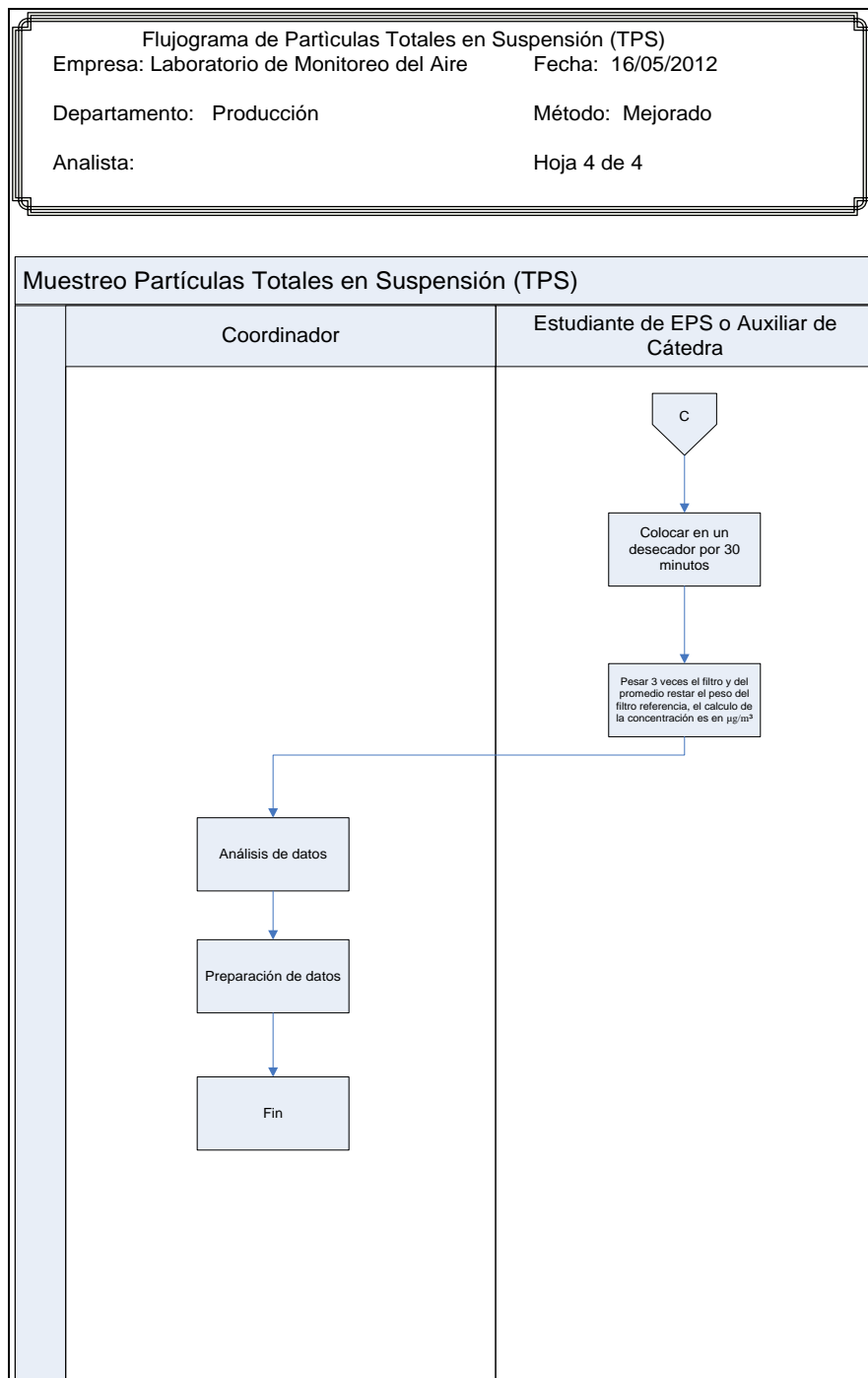
Continuación de la figura 24.



Continuación de la figura 24.

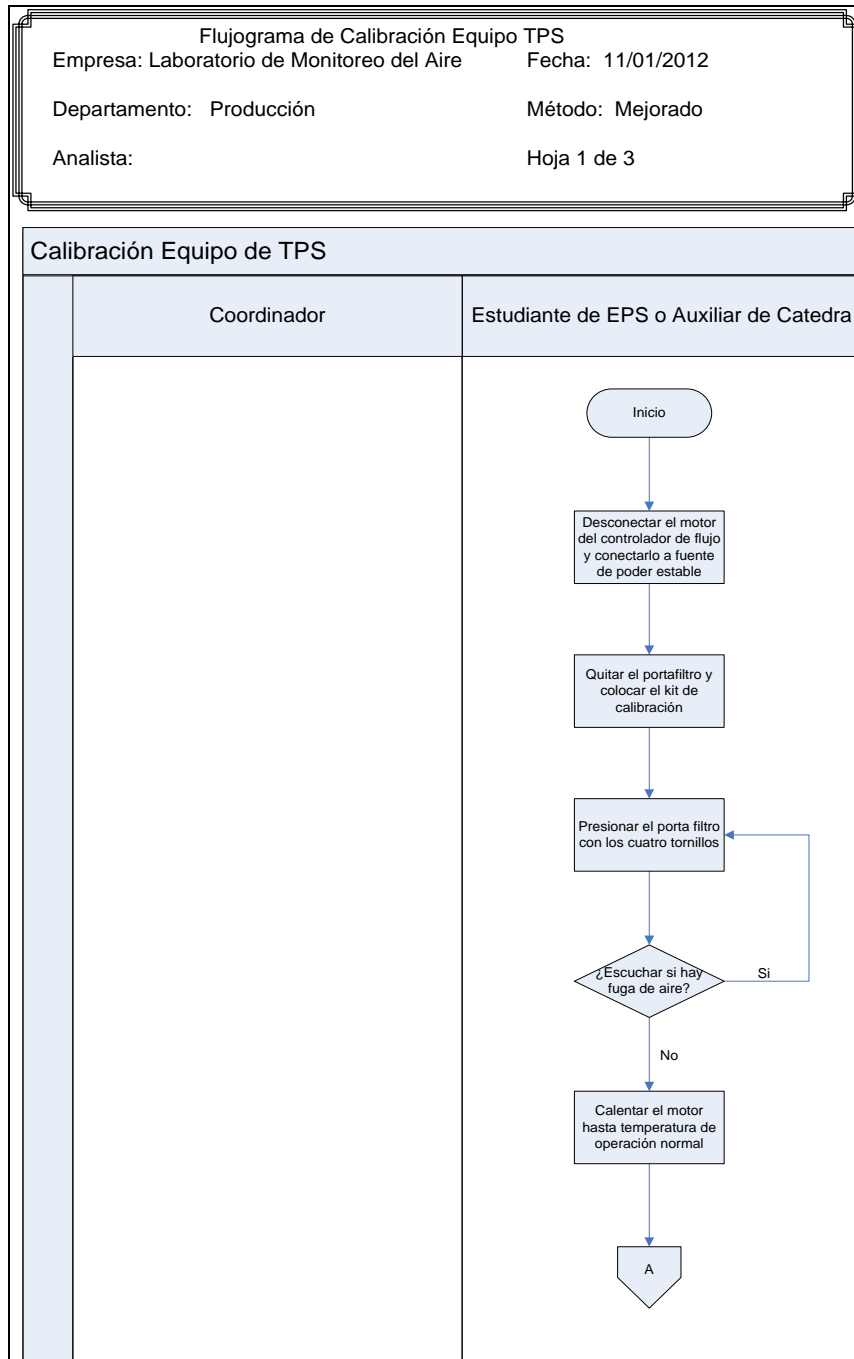


Continuación de la figura 24.

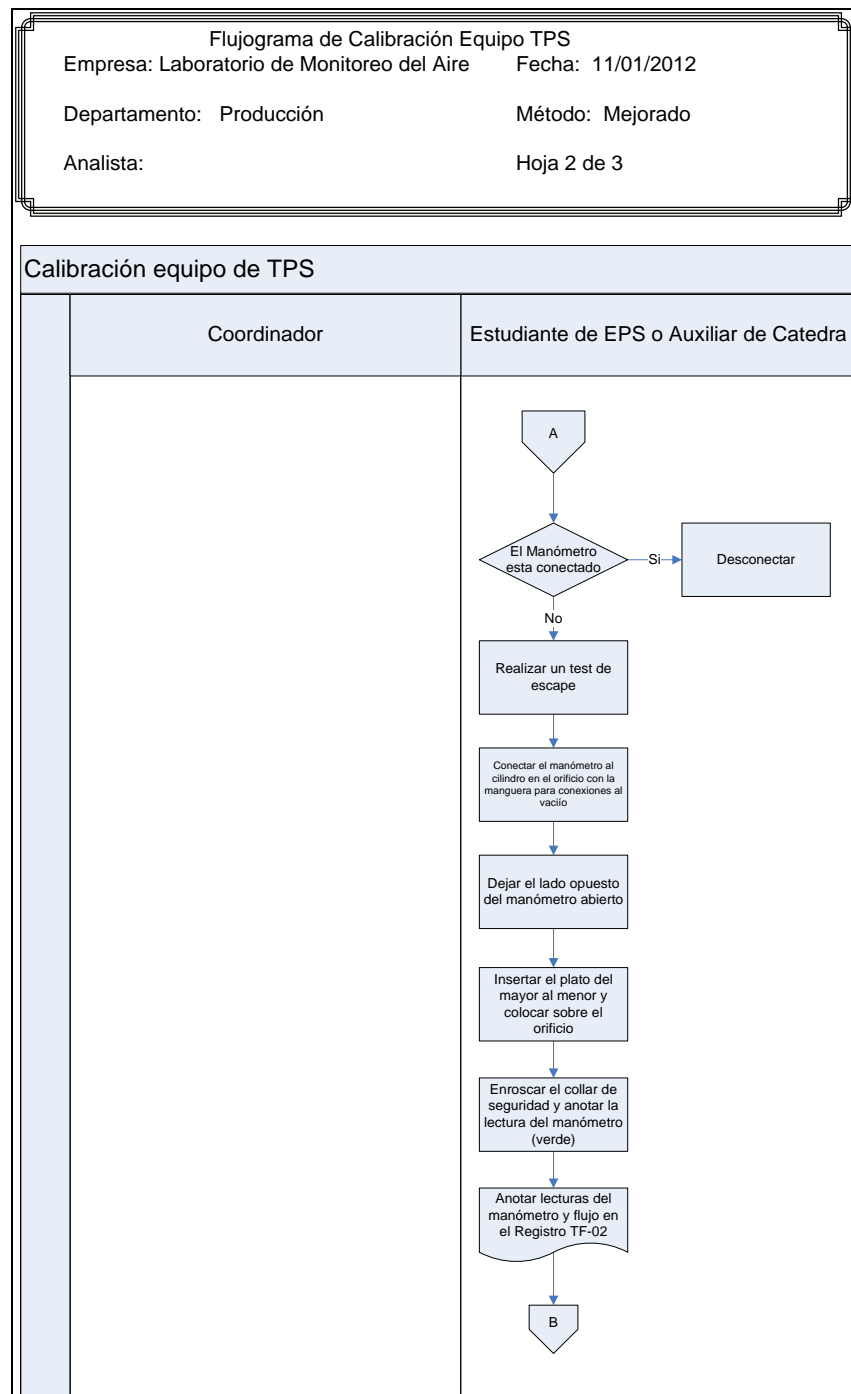


Fuente: elaboración propia.

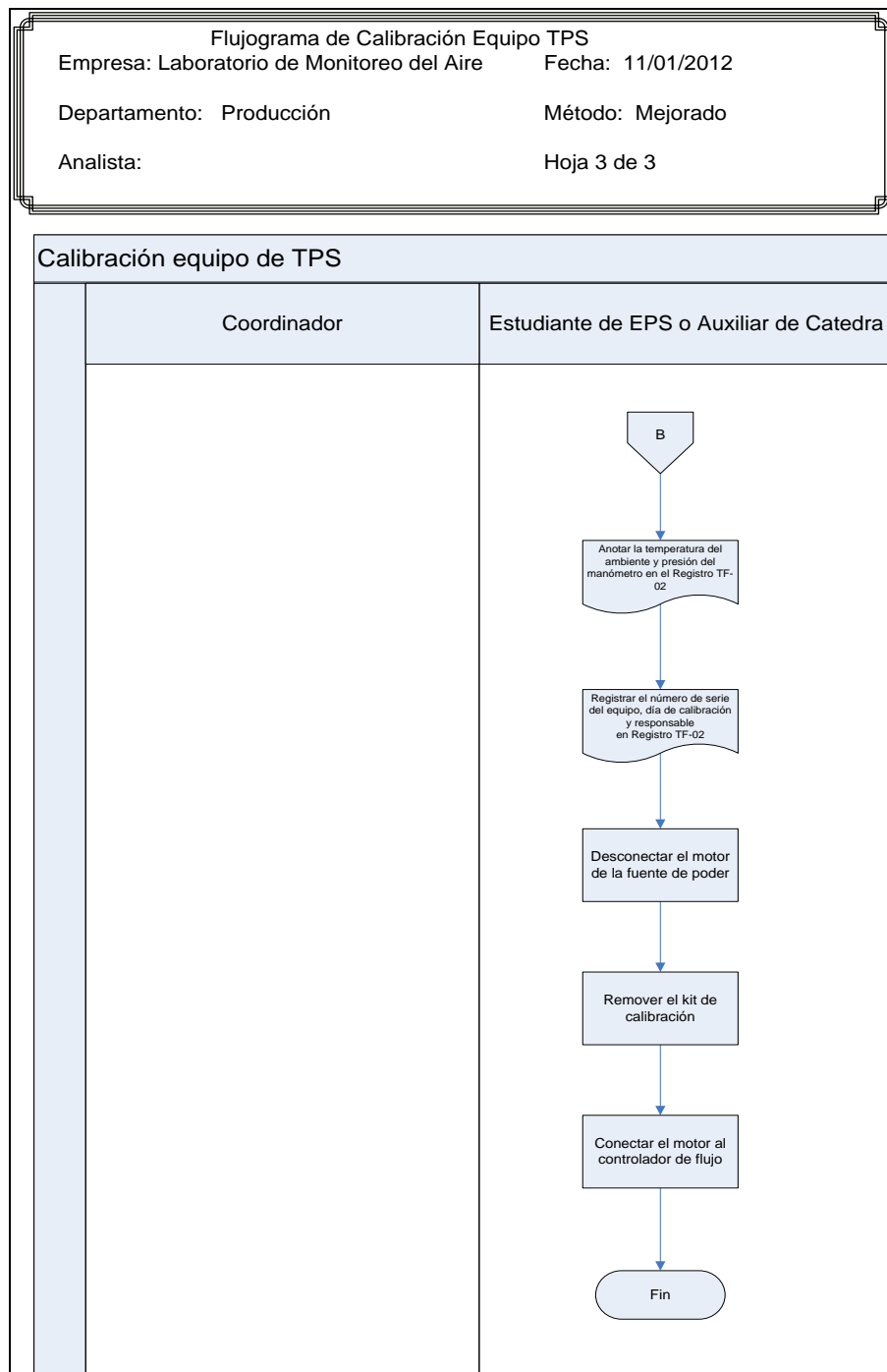
Figura 25. **Flujograma mejorado para la calibración del equipo de partículas totales suspendidas (PTS)**



Continuación de la figura 25.

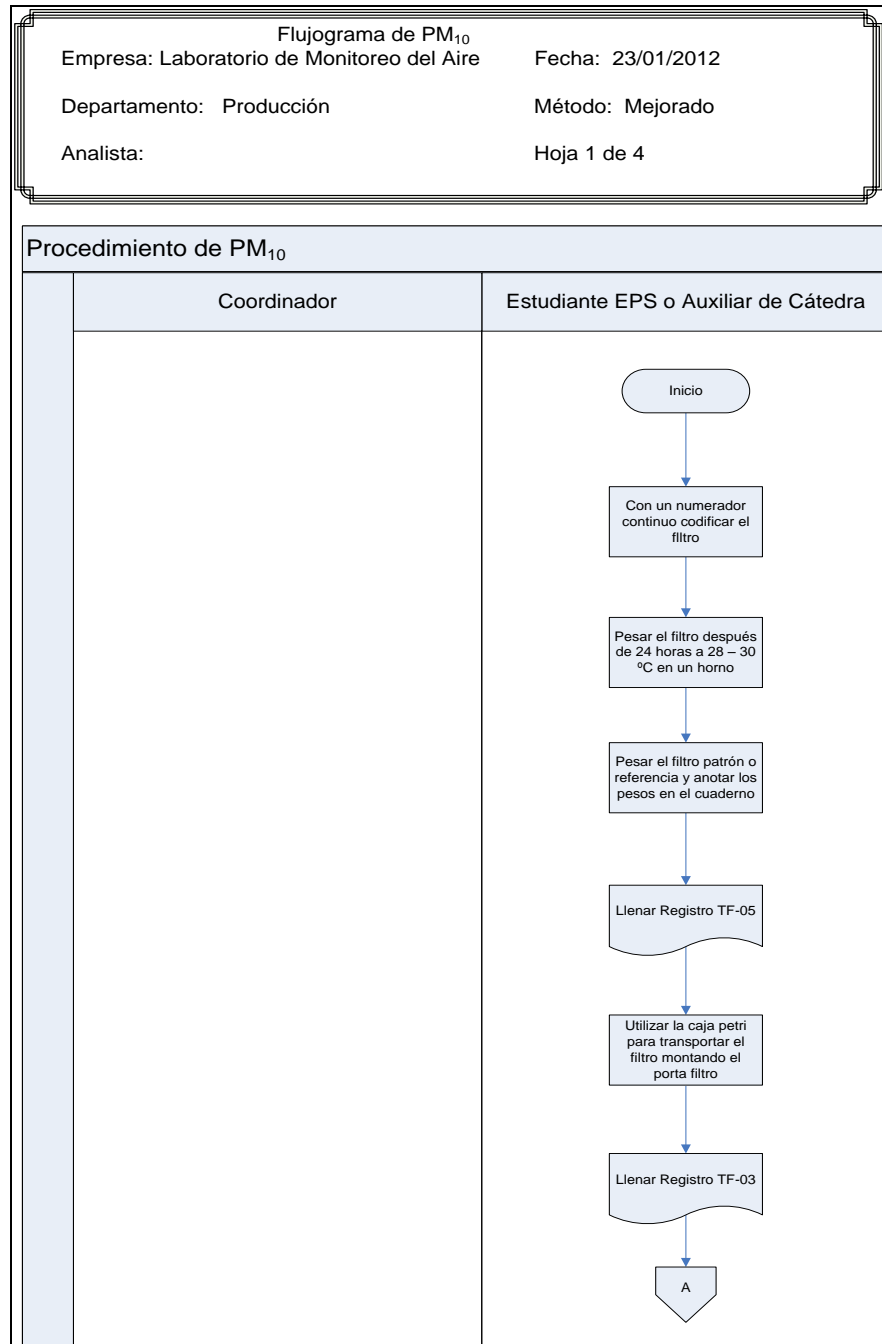


Continuación de la figura 25.



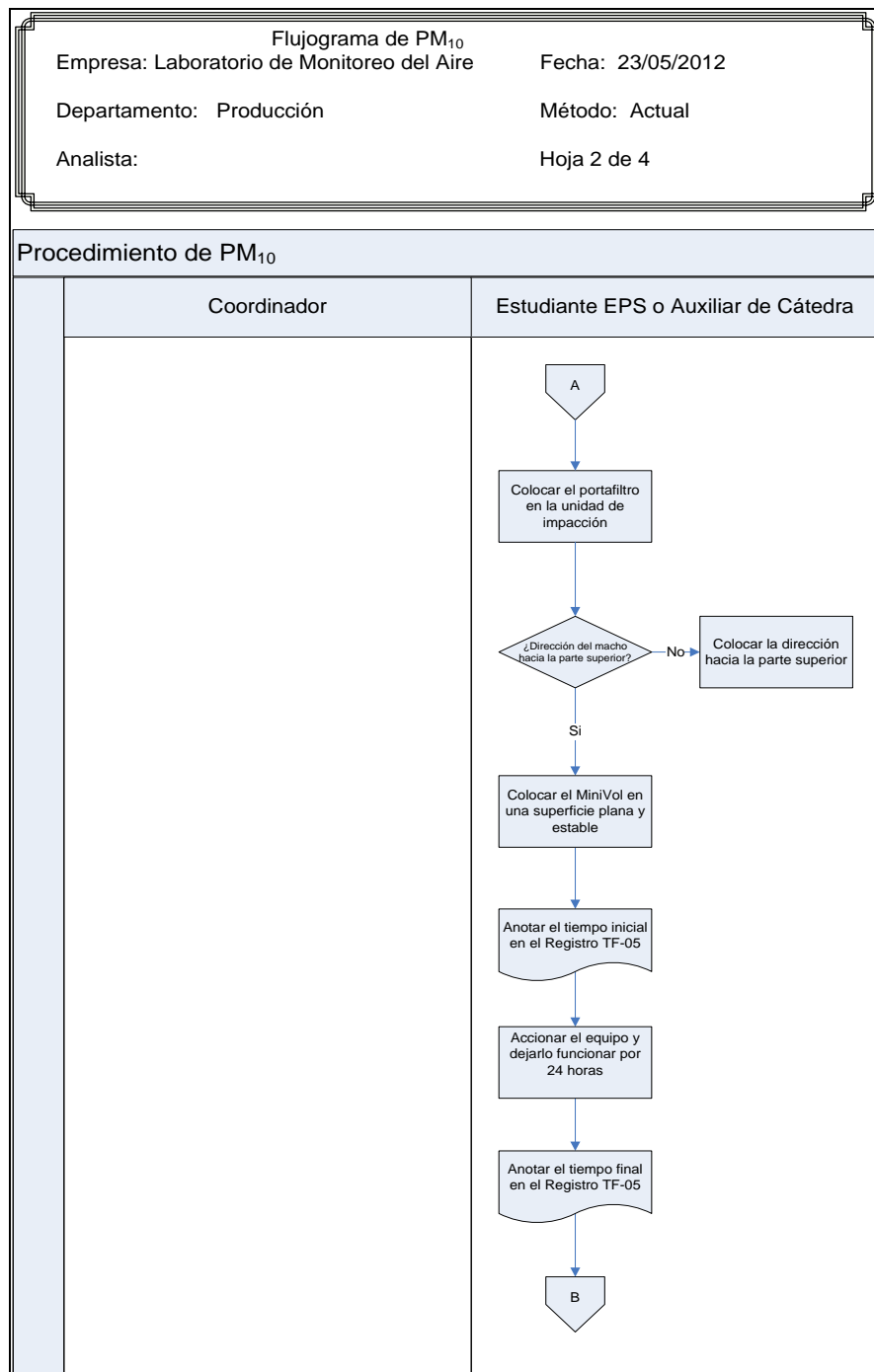
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Flujograma mejorado para el análisis de partículas menores a diez micras (PM<sub>10</sub>)**

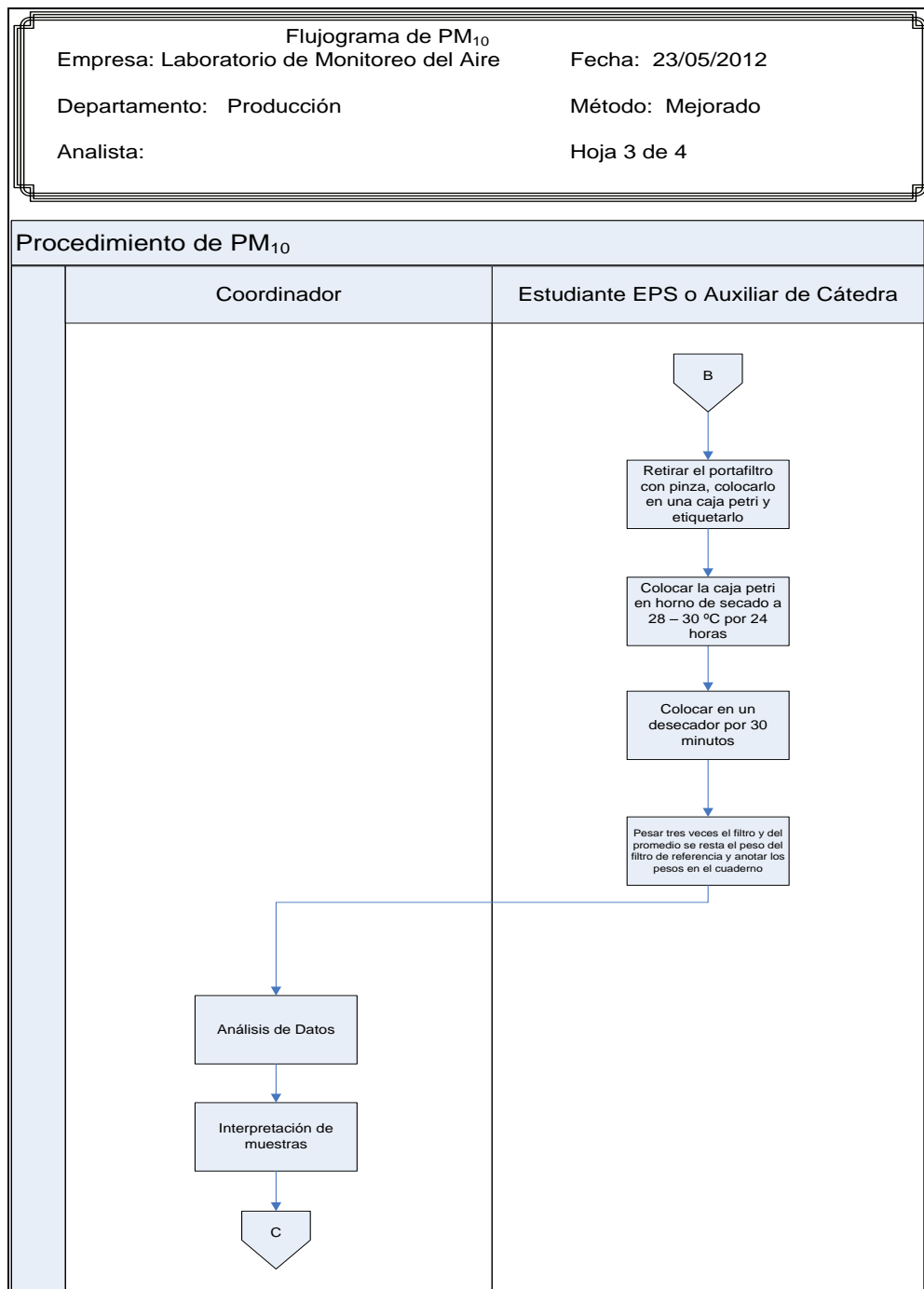




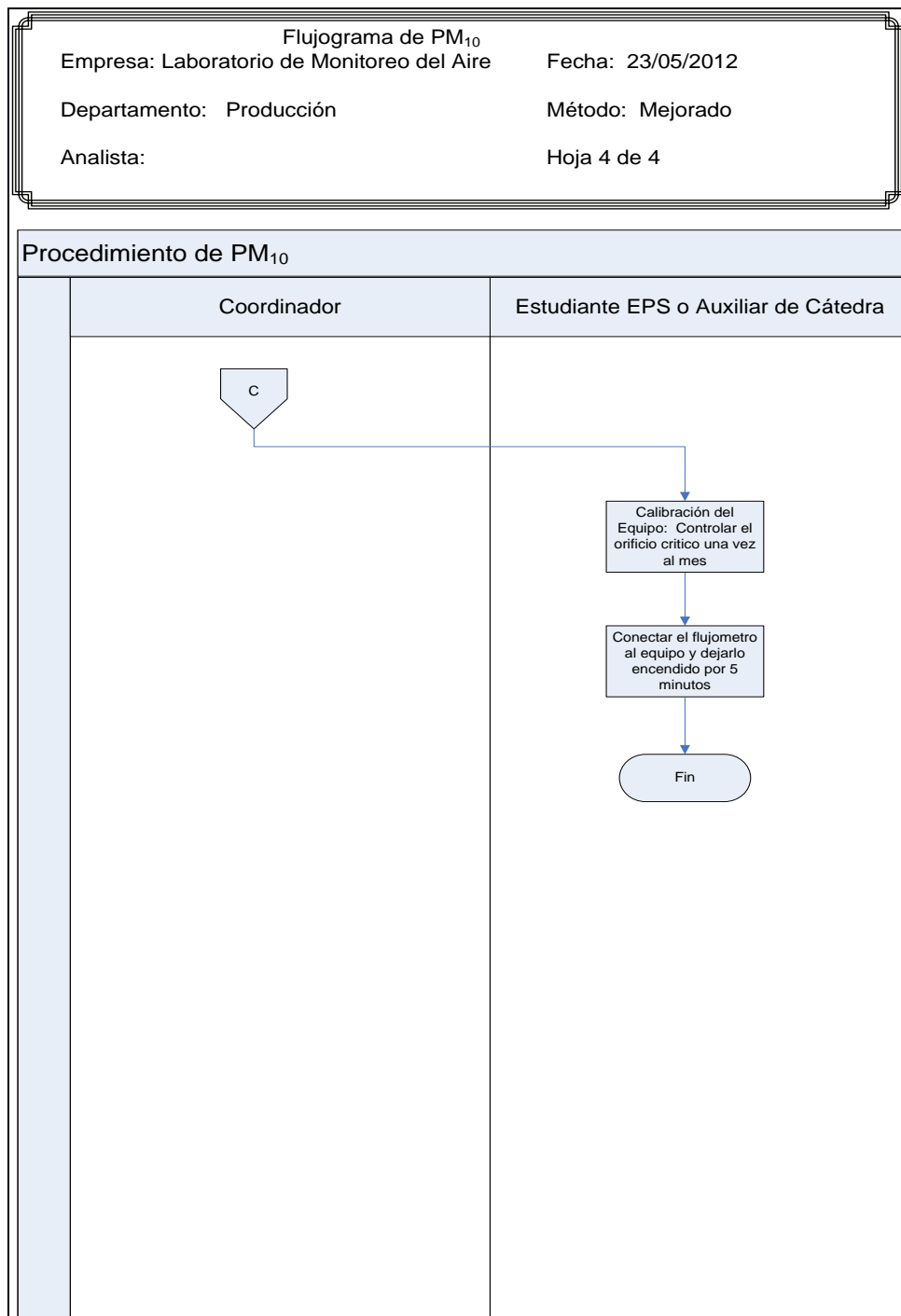
Continuación de la figura 26.



Continuación de la figura 26.

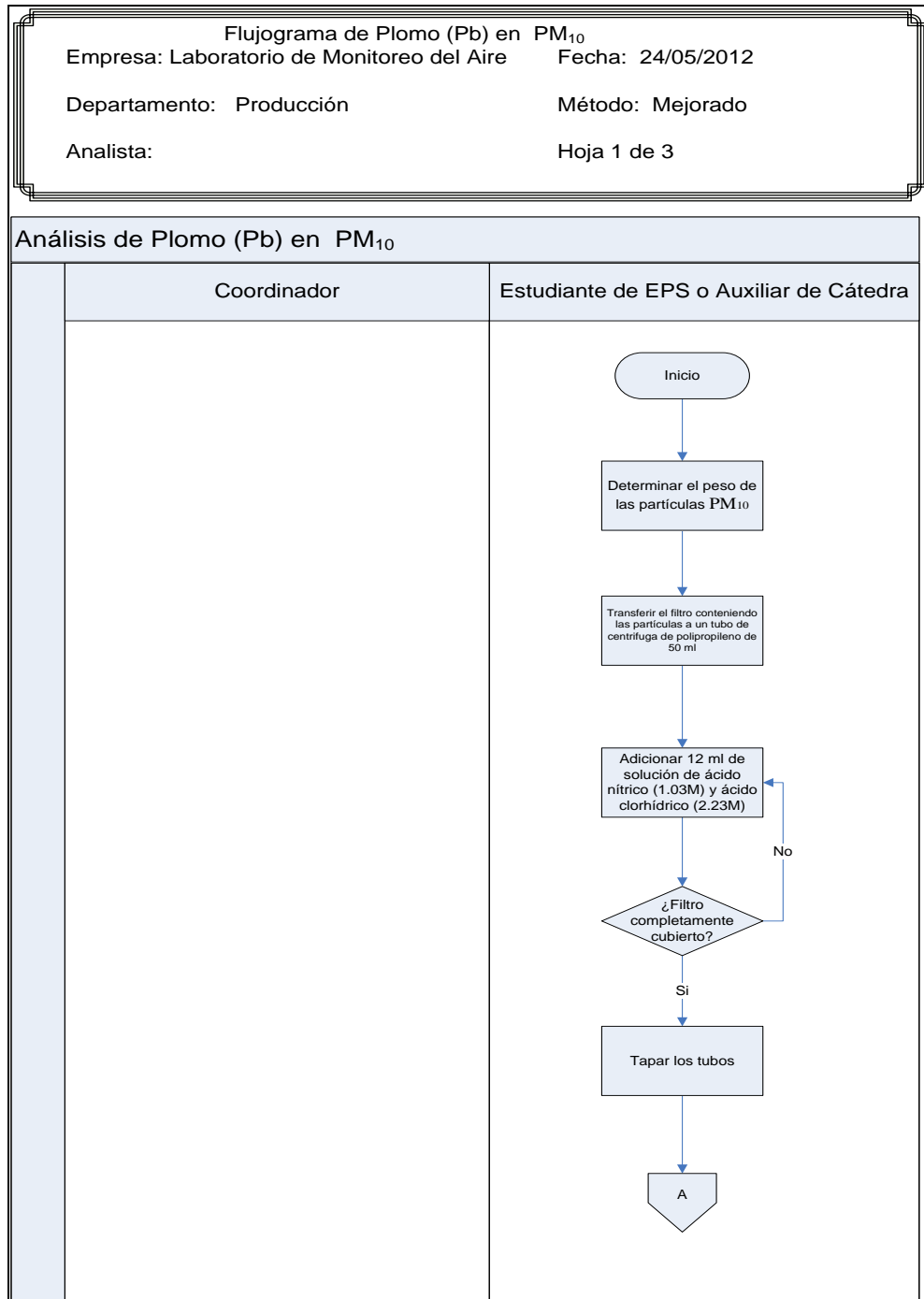


Continuación de la figura 26.

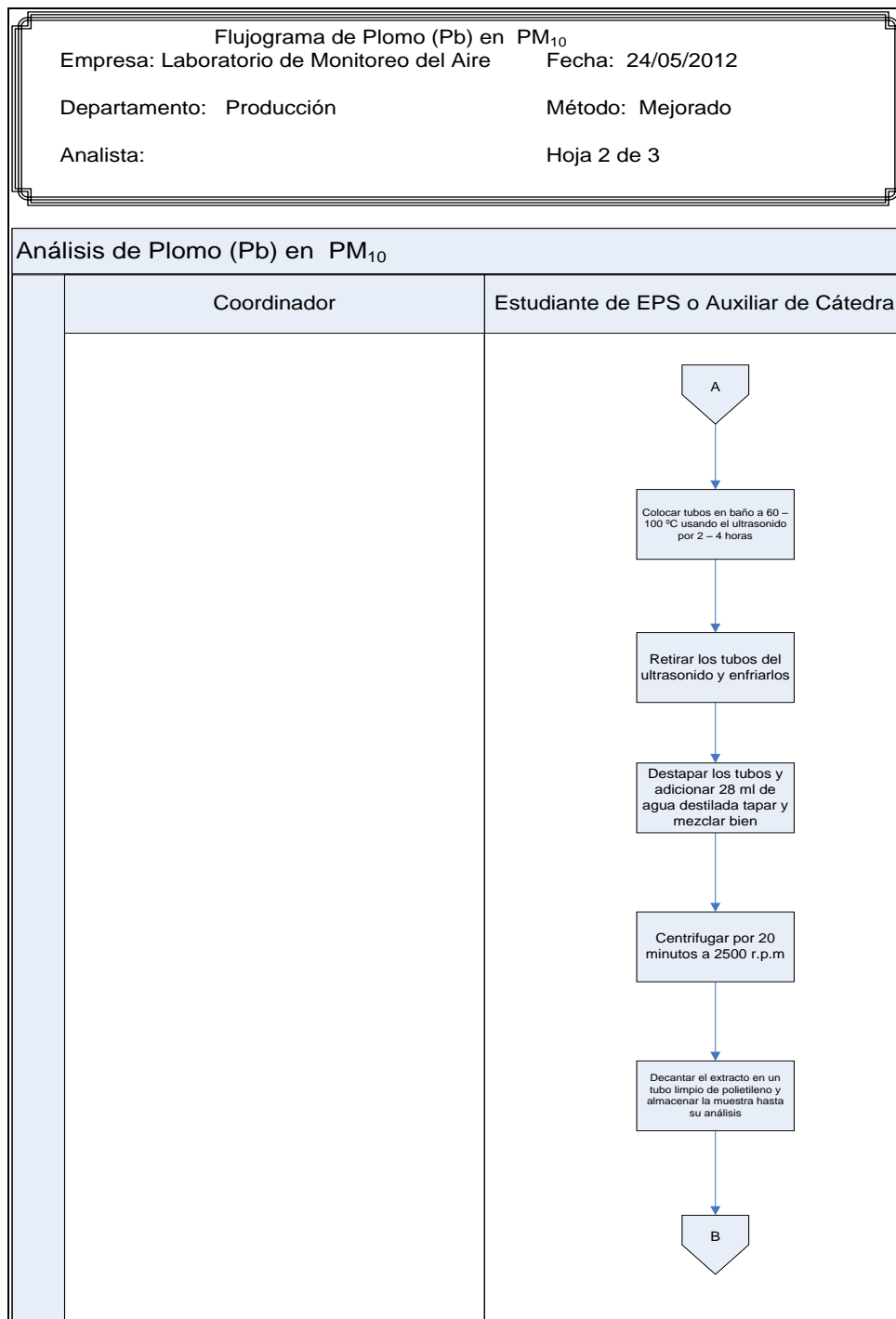


Fuente: elaboración propia.

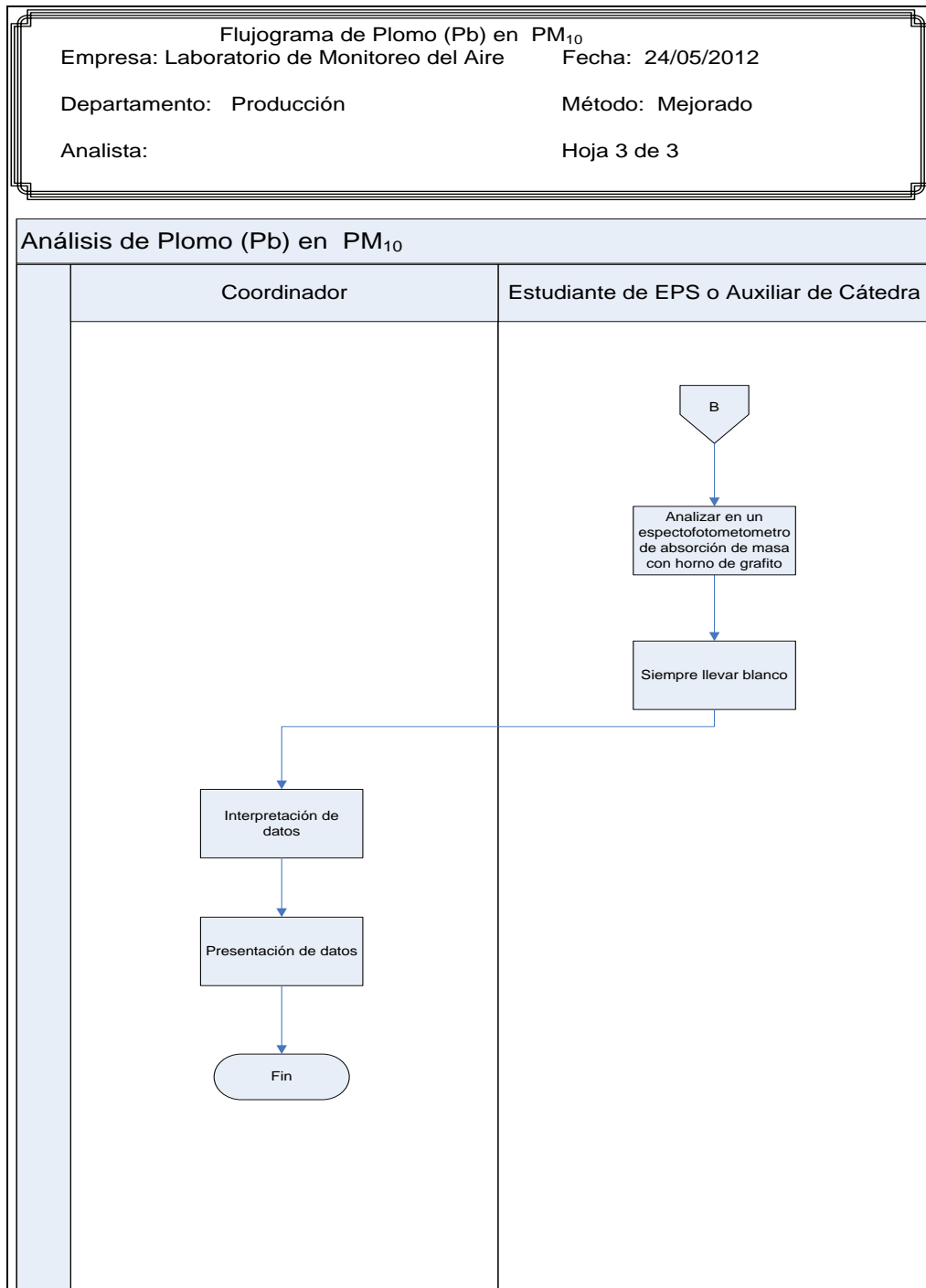
Figura 27. **Flujograma mejorado para el análisis de plomo (Pb) en PM<sub>10</sub>**



Continuación de la figura 27.

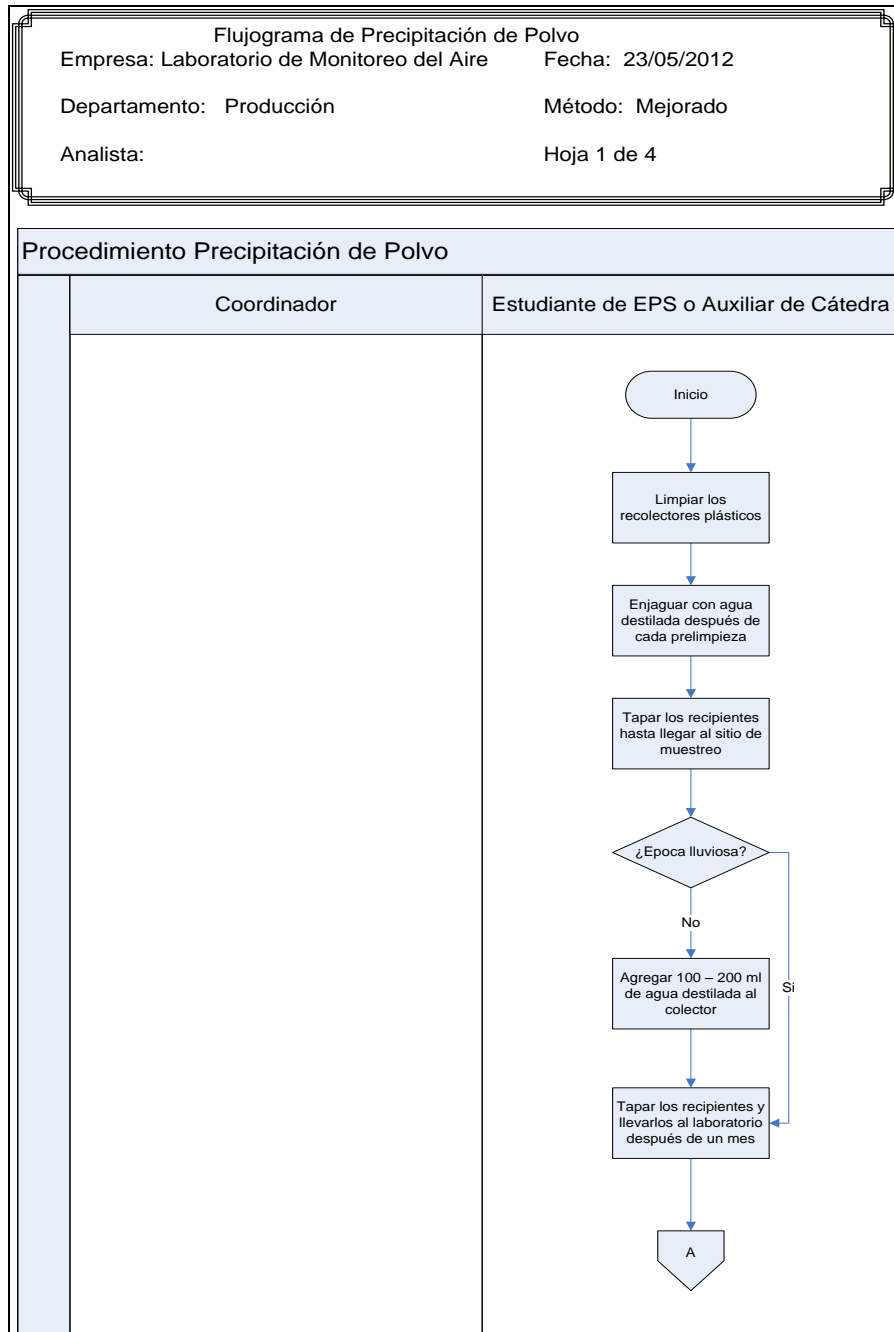


Continuación de la figura 27.

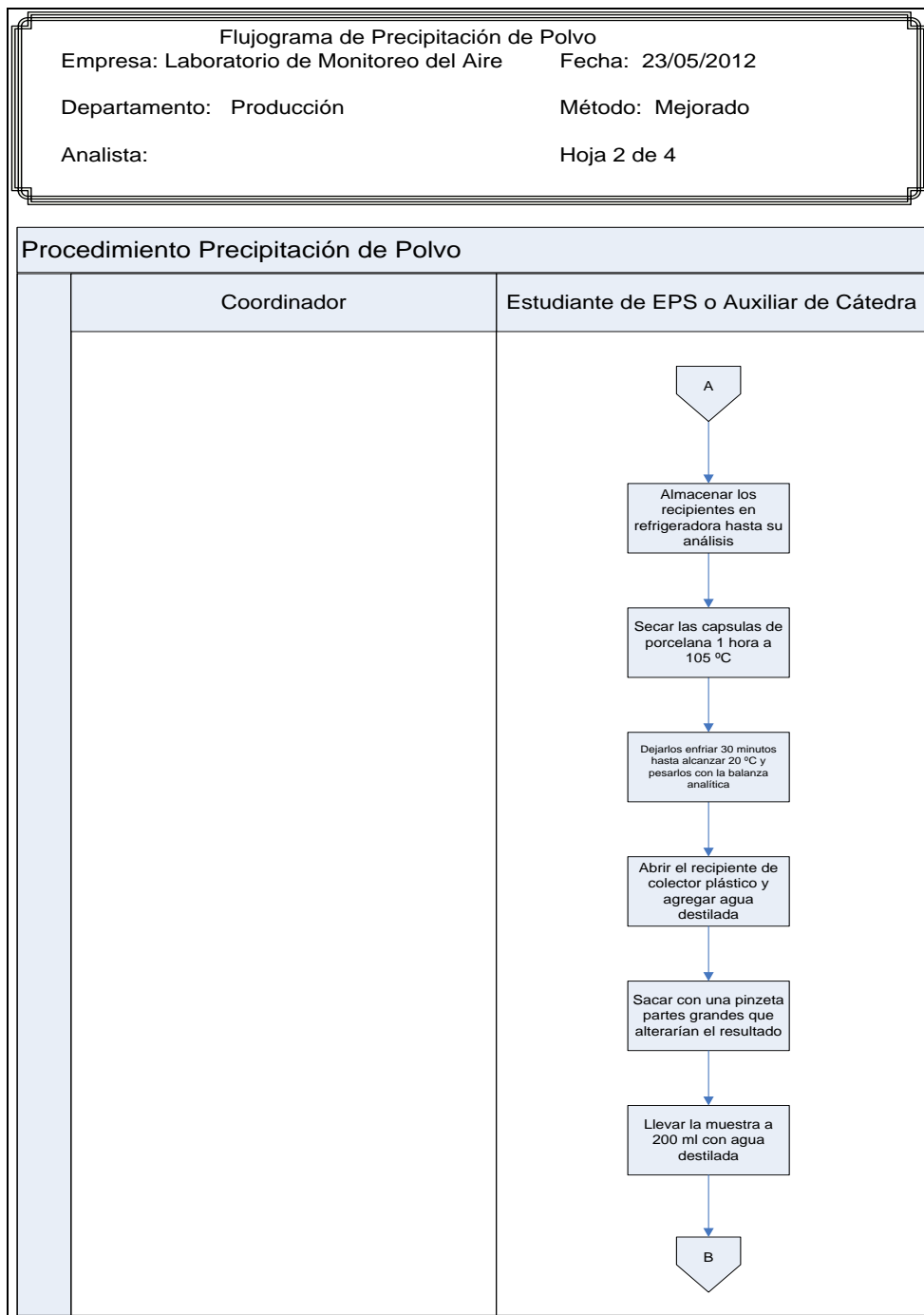


Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Flujograma mejorado para el análisis de precipitación de polvo**

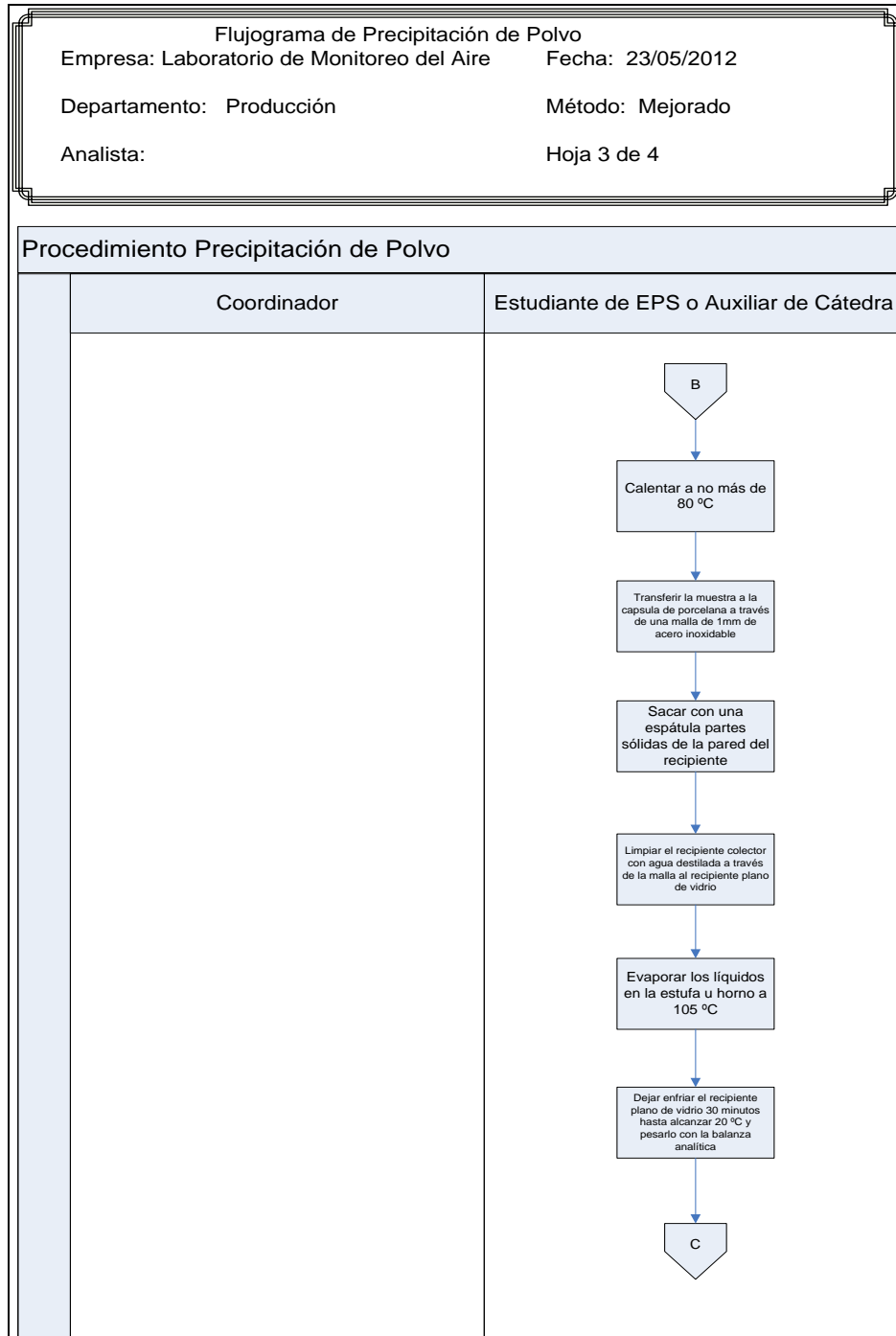


Continuación de la figura 28.

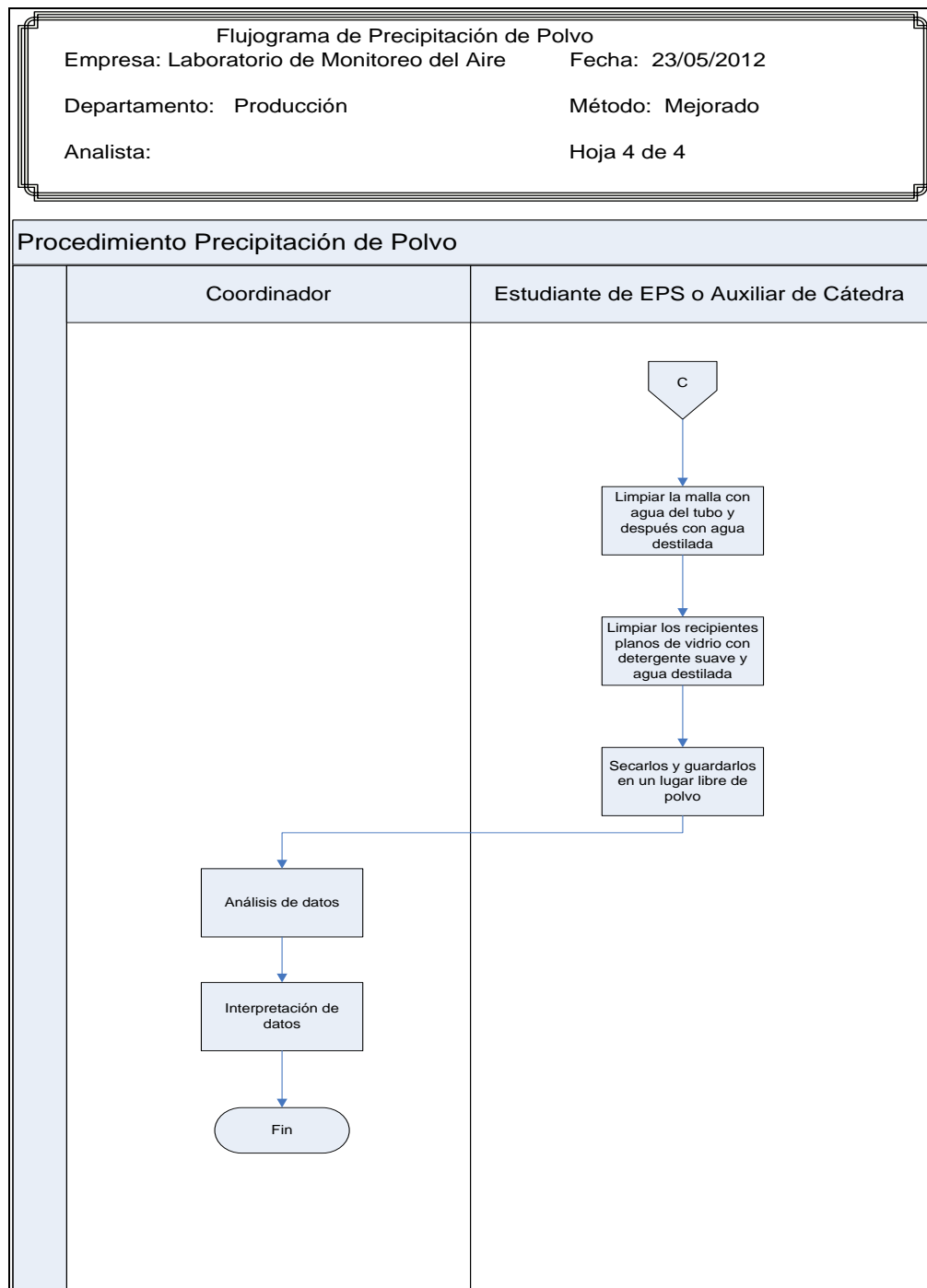




Continuación de la figura 28.

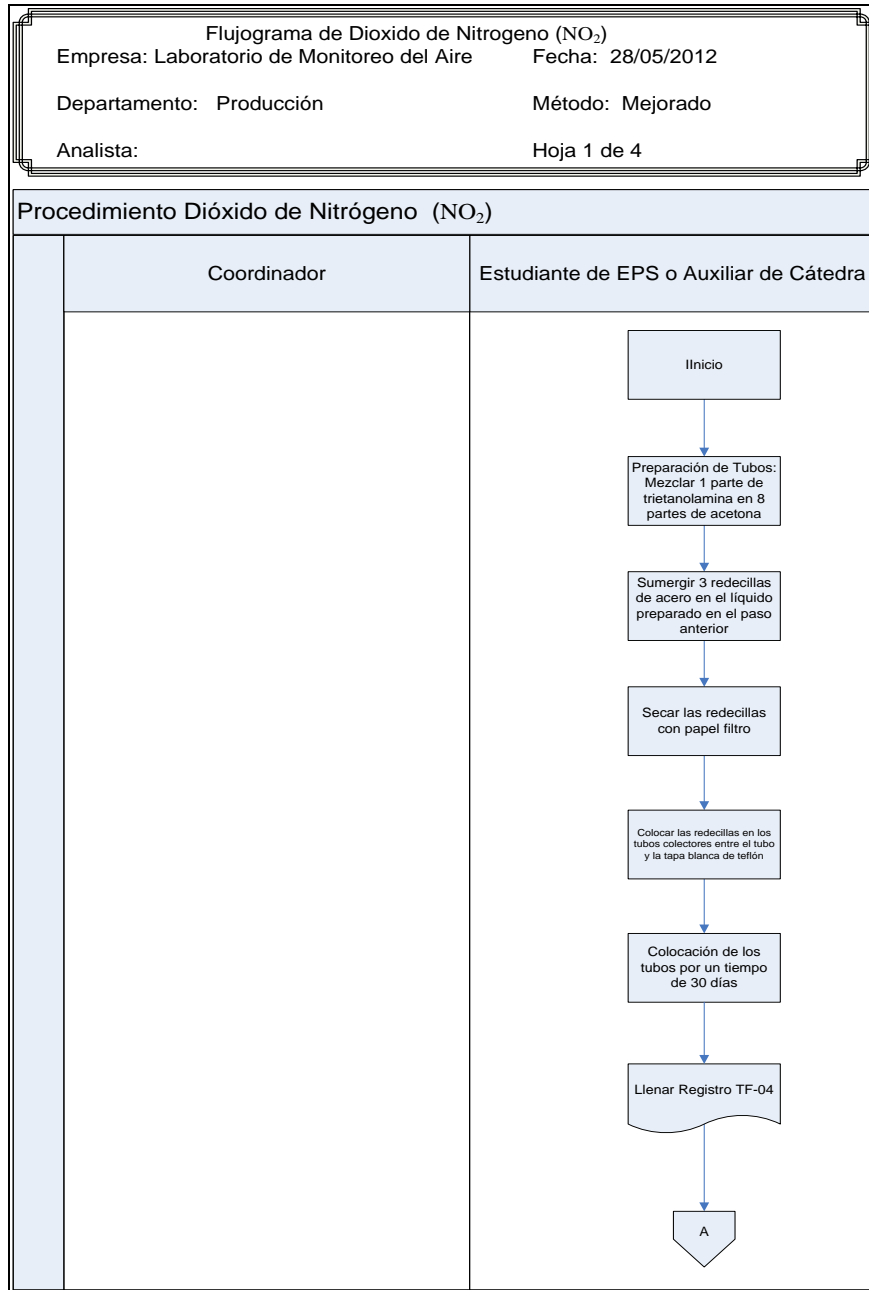


Continuación de la figura 28.

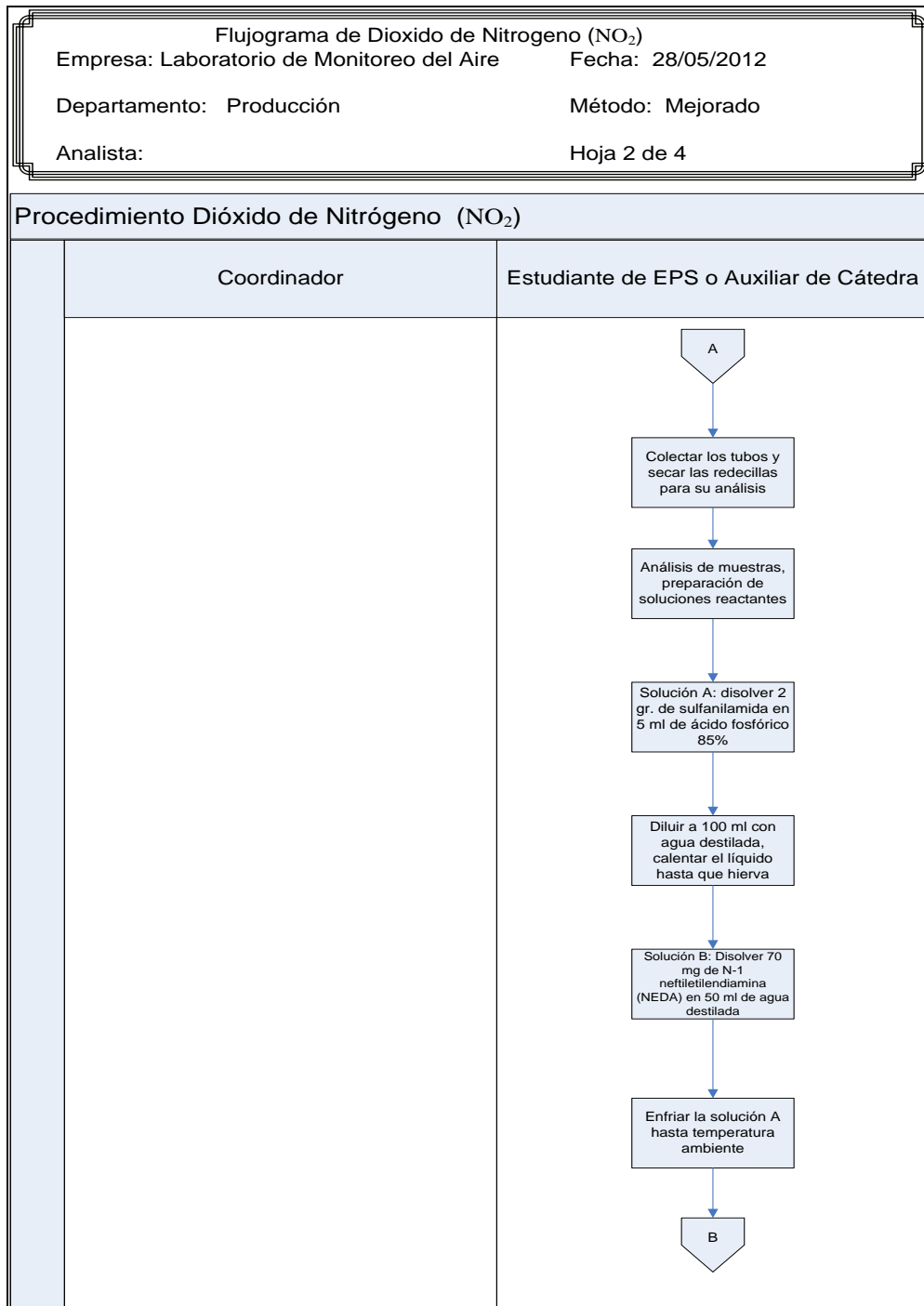


Fuente: elaboración propia.

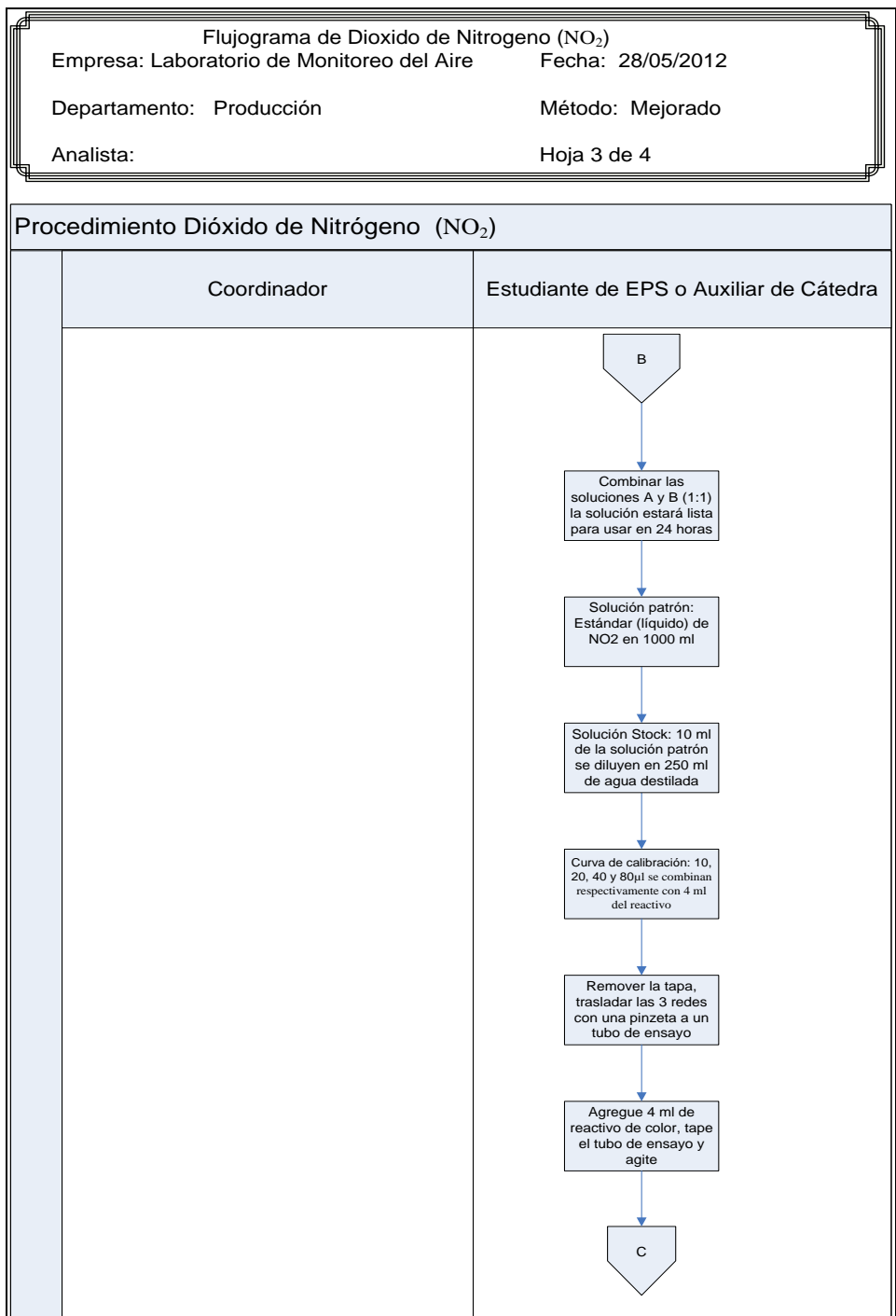
Figura 29. Diagrama mejorado para el análisis de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)



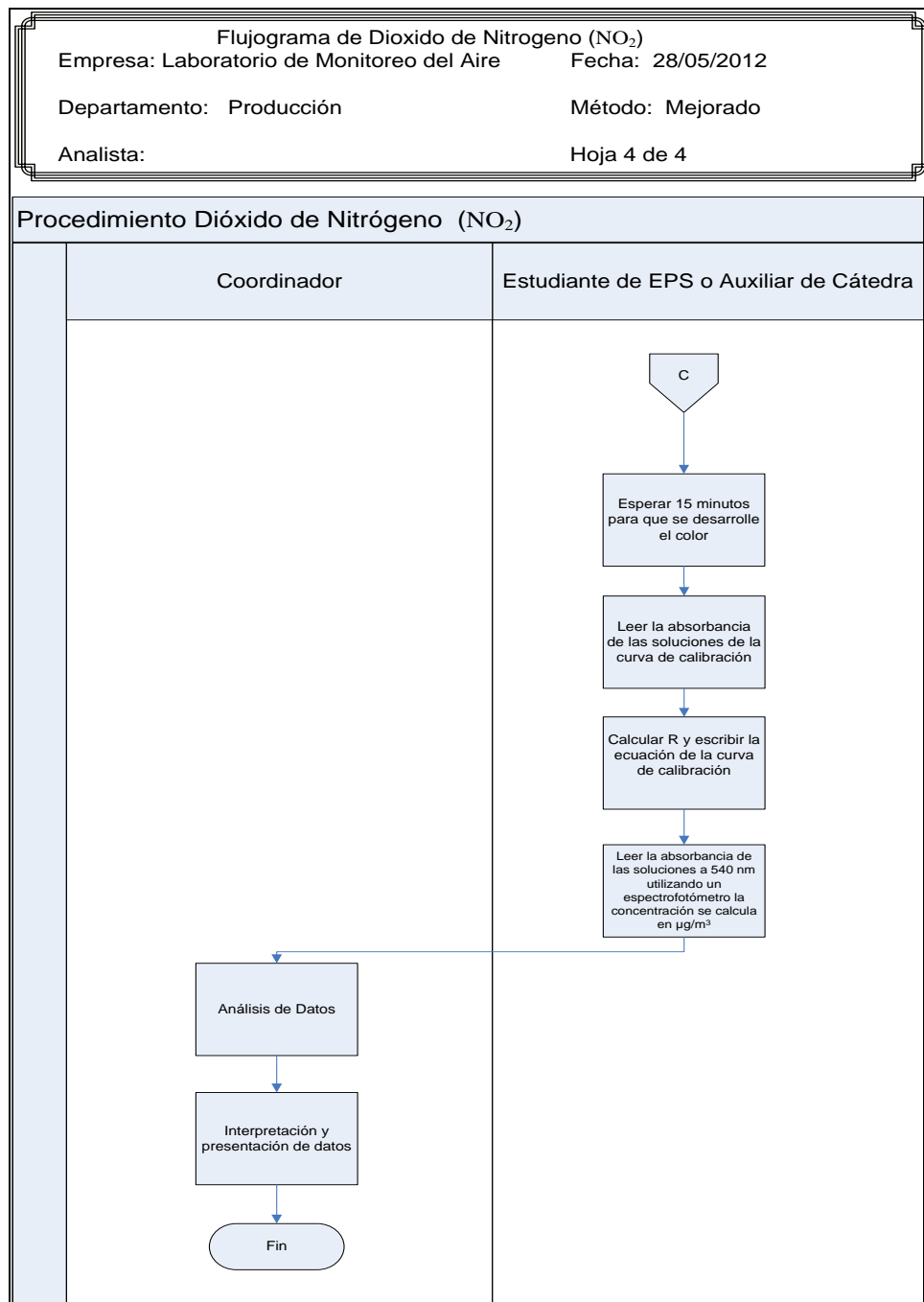
Continuación de la figura 29.



Continuación de la figura 29.

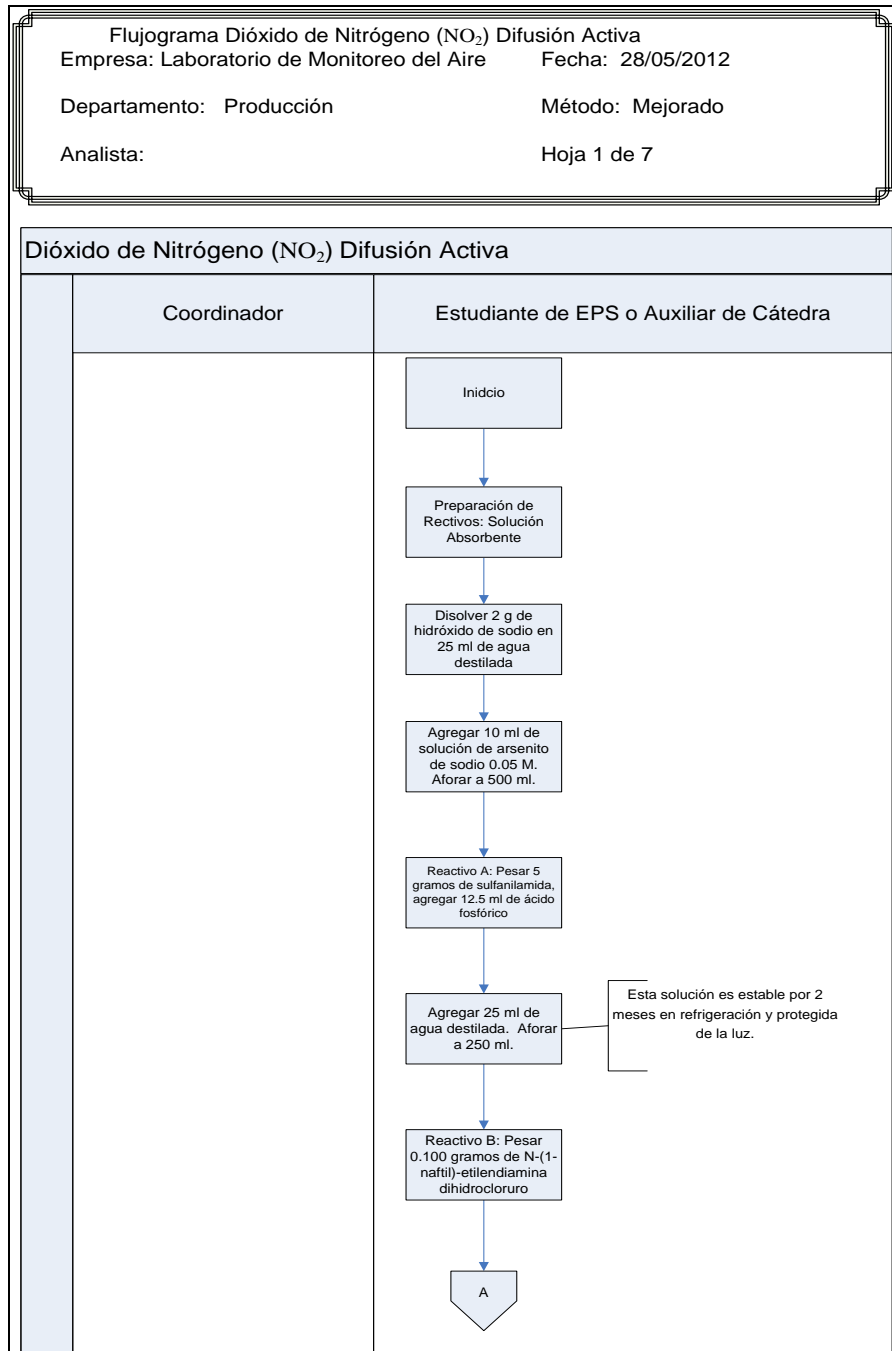


Continuación de la figura 29.

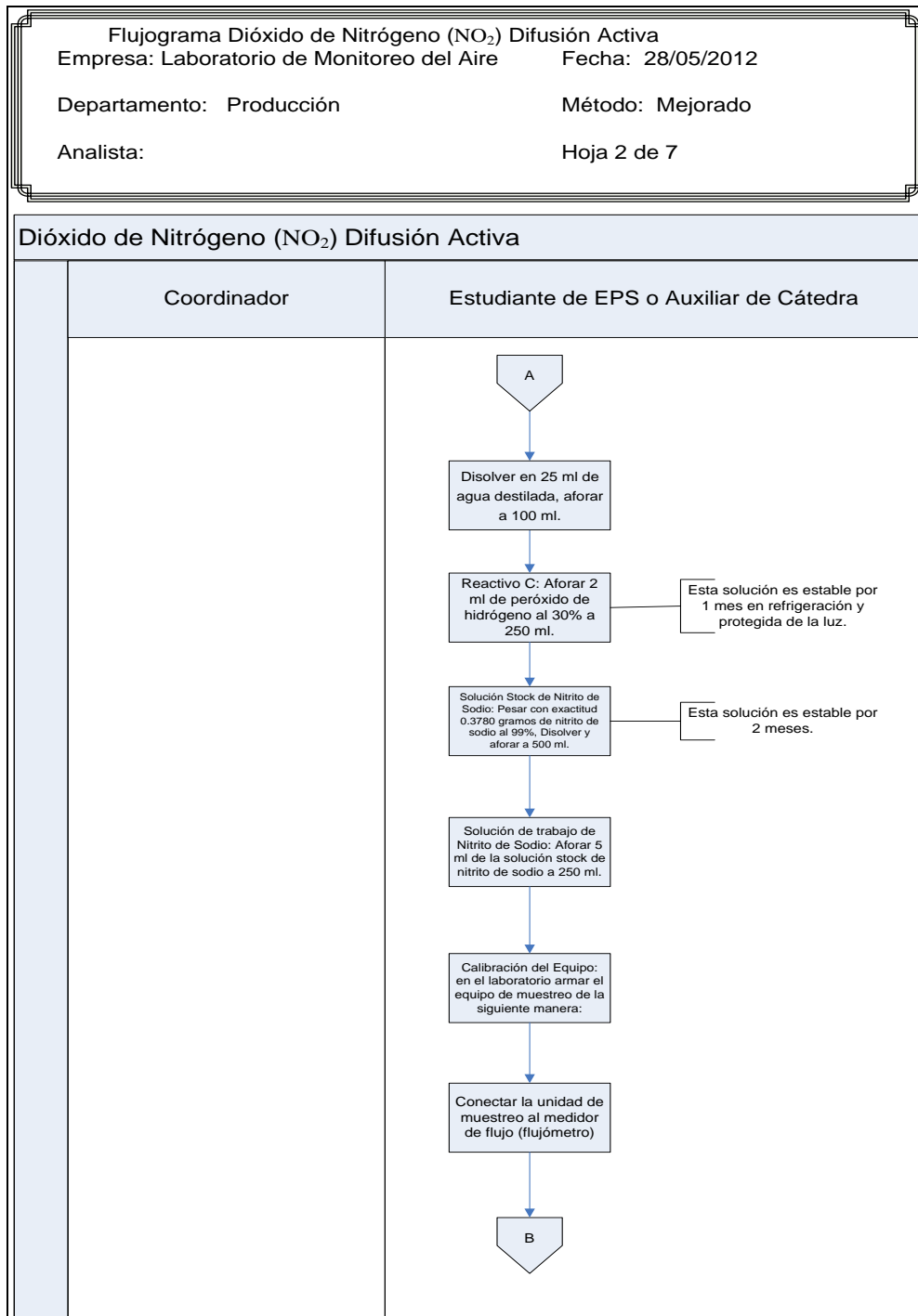


Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Diagrama mejorado para el análisis de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) difusión activa**

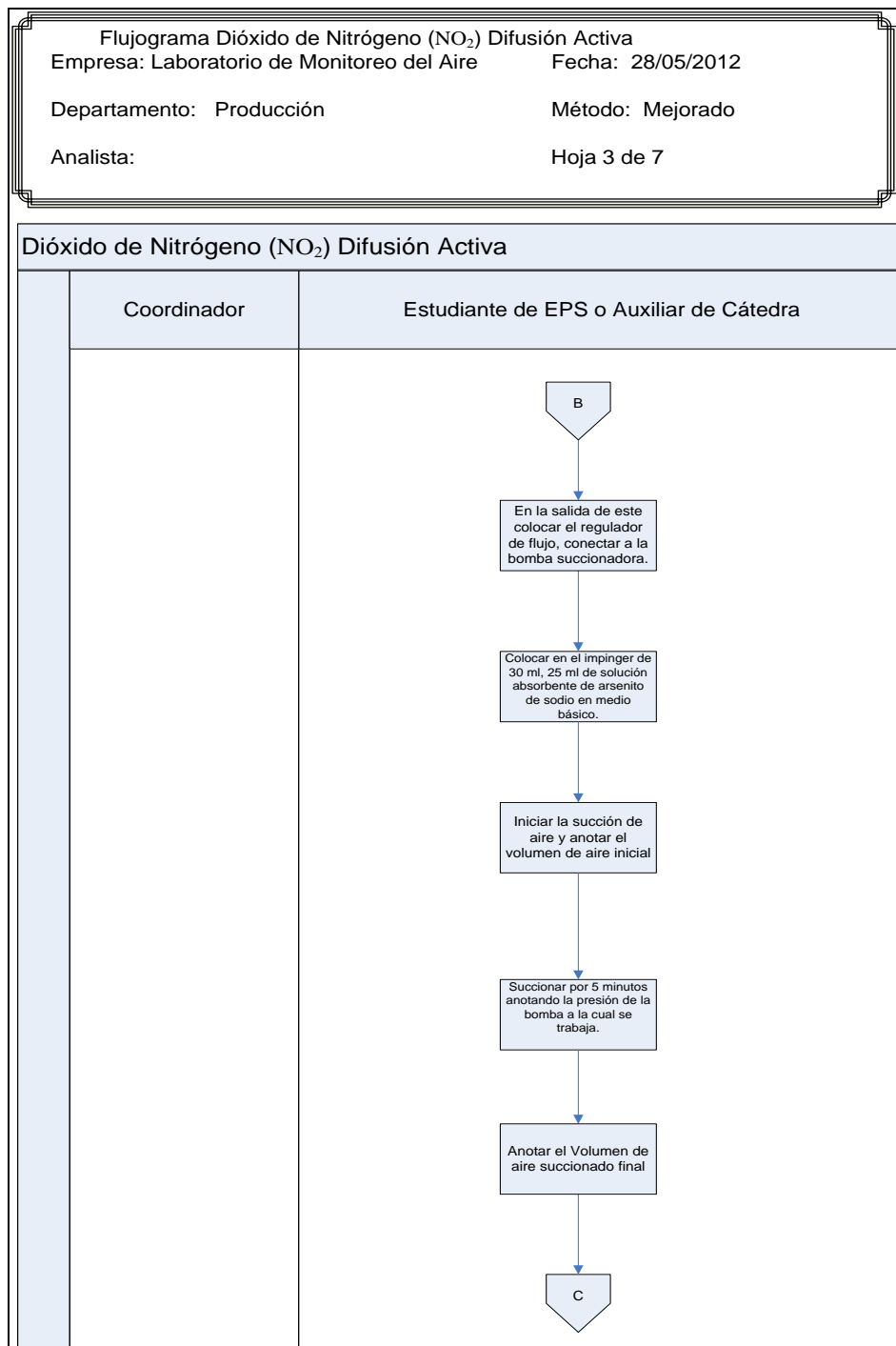


Continuación de la figura 30.

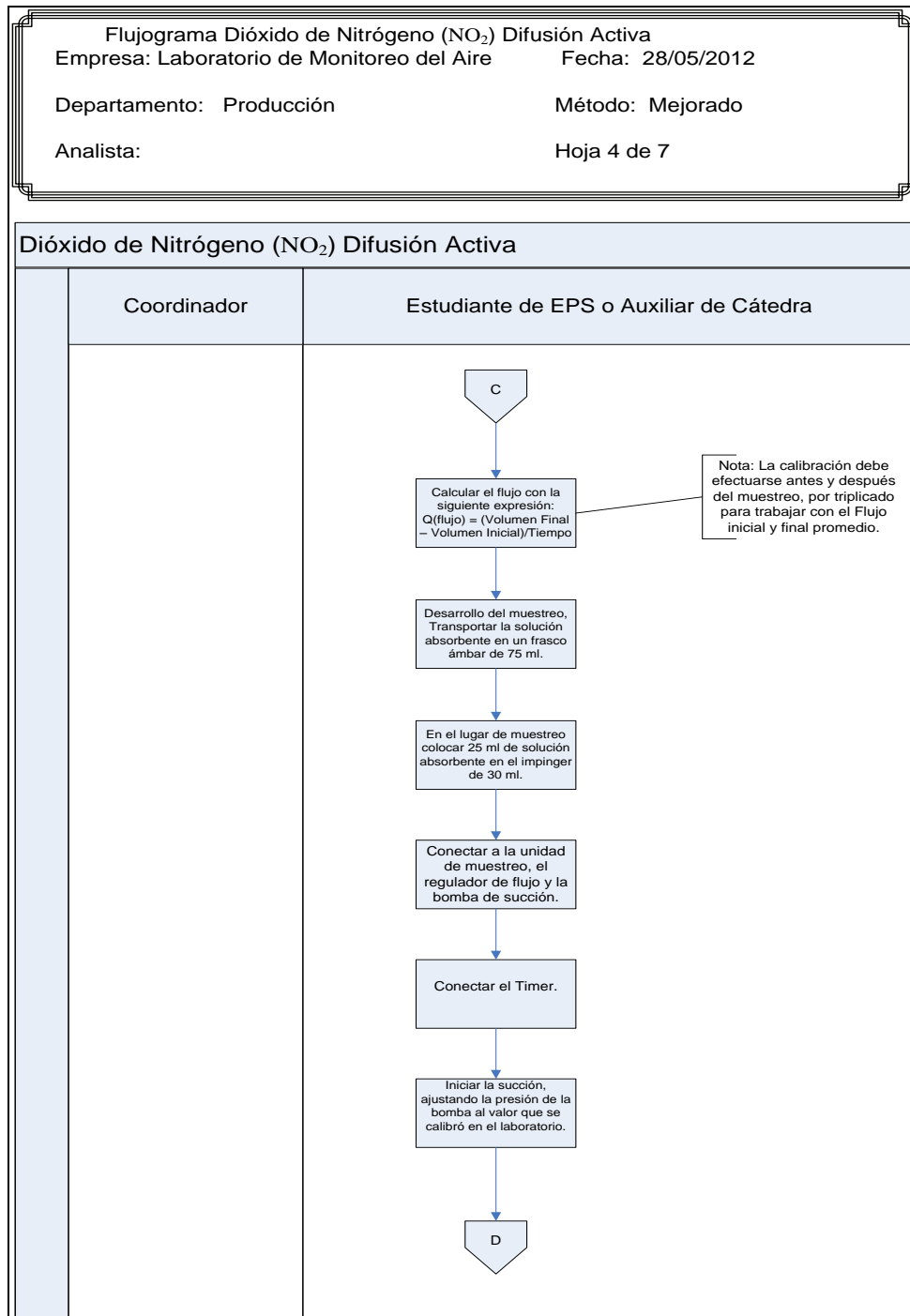




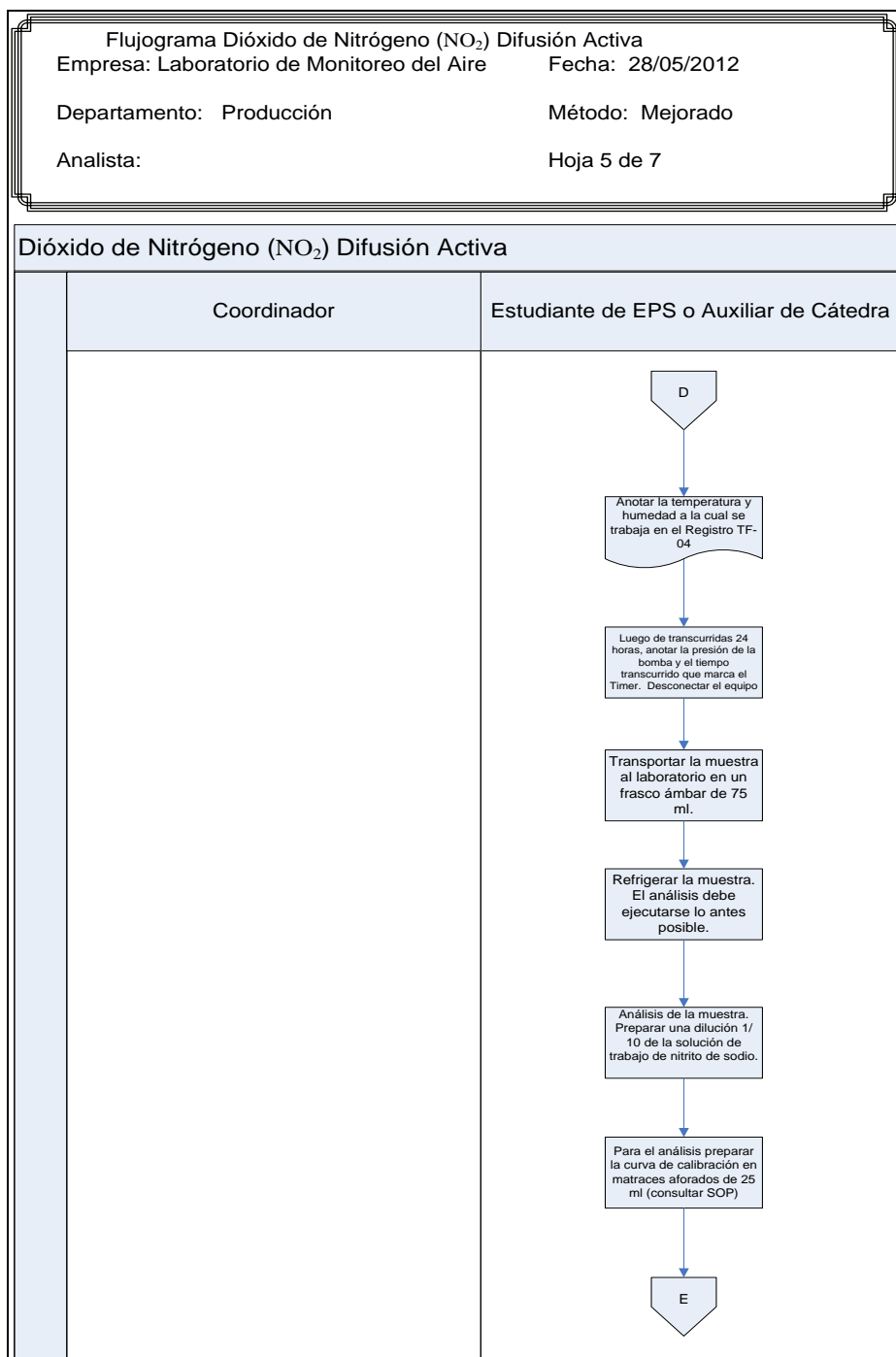
Continuación de la figura 30.



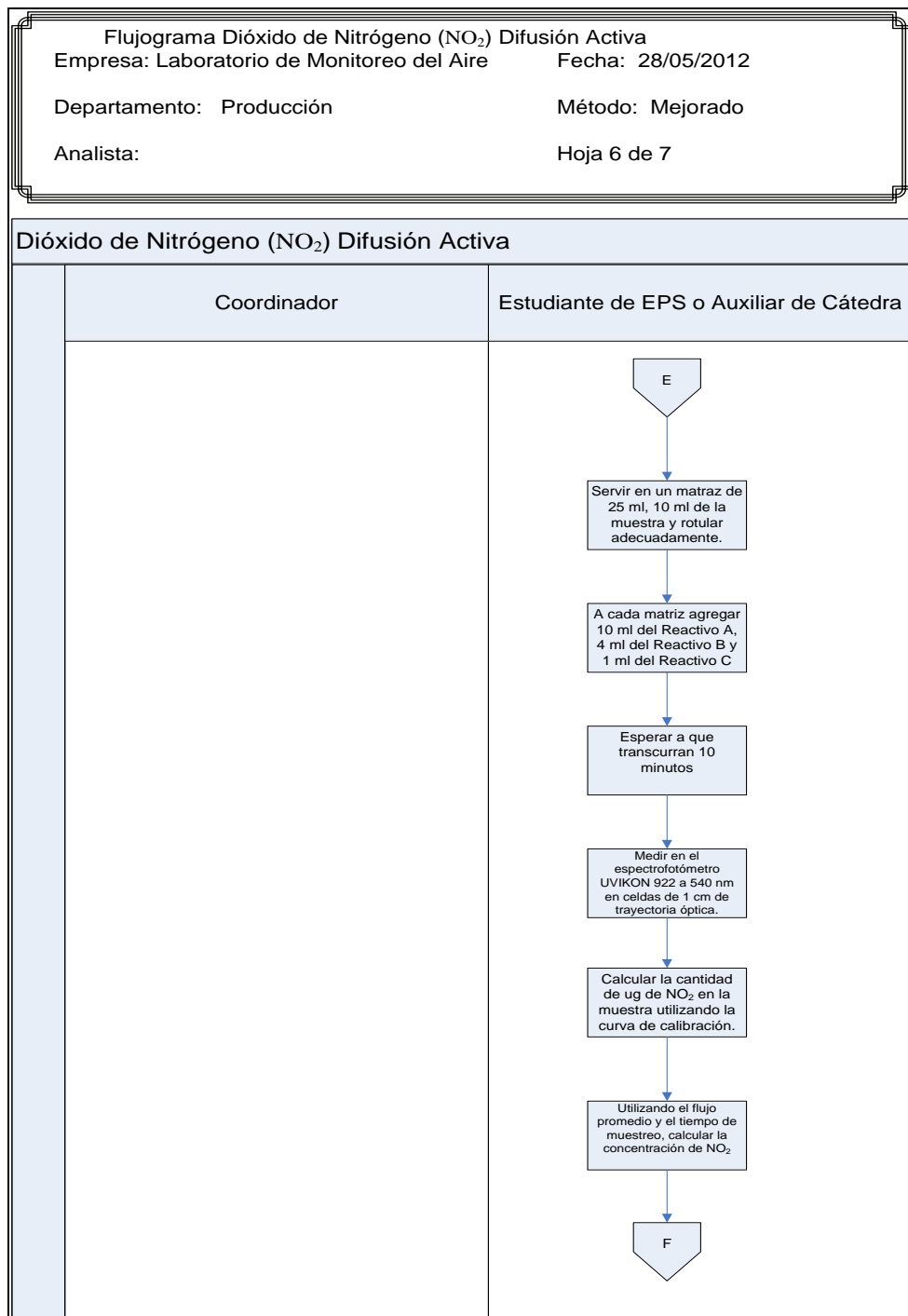
Continuación de la figura 30.



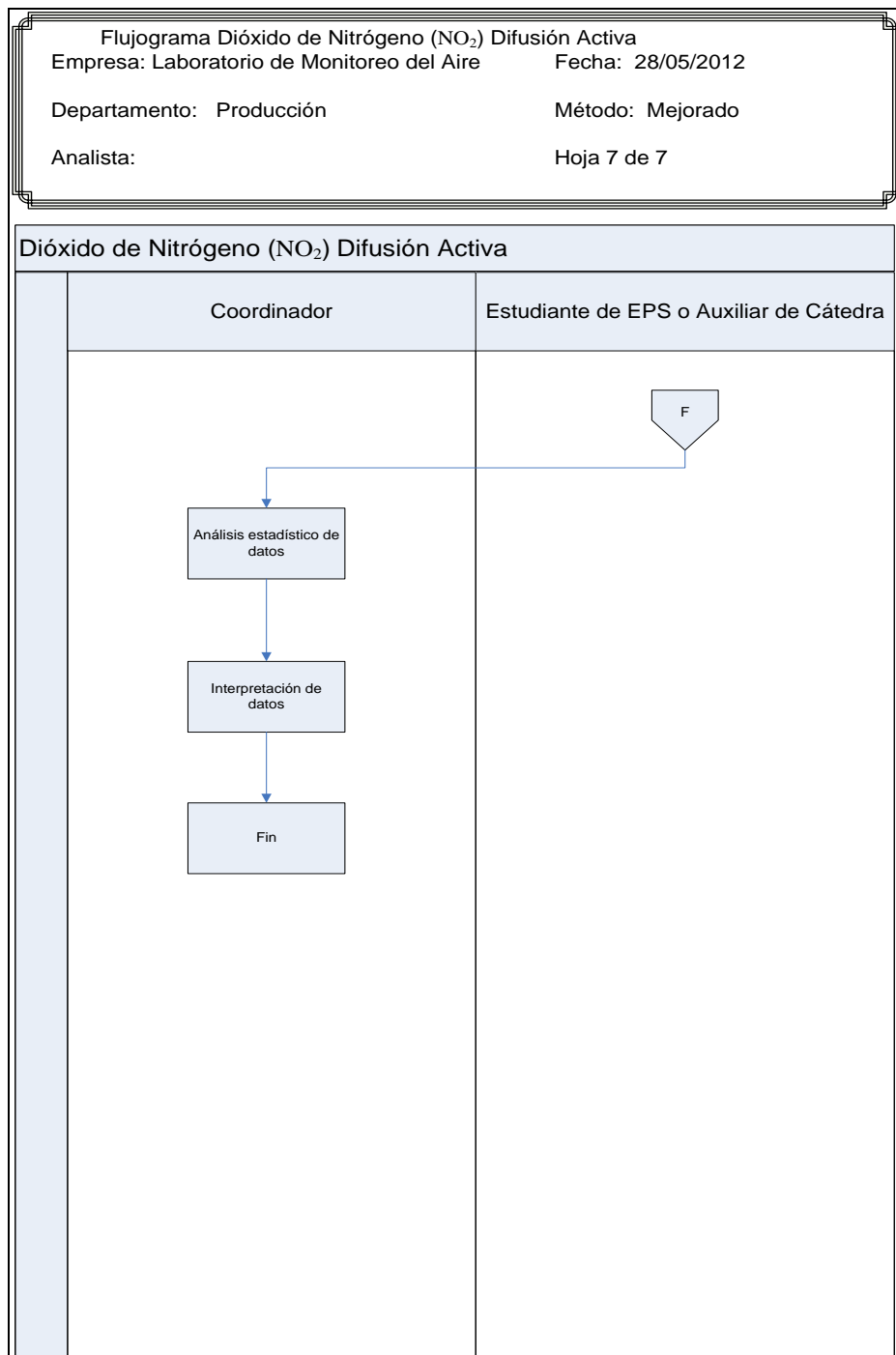
Continuación de la figura 30.



Continuación de la figura 30.

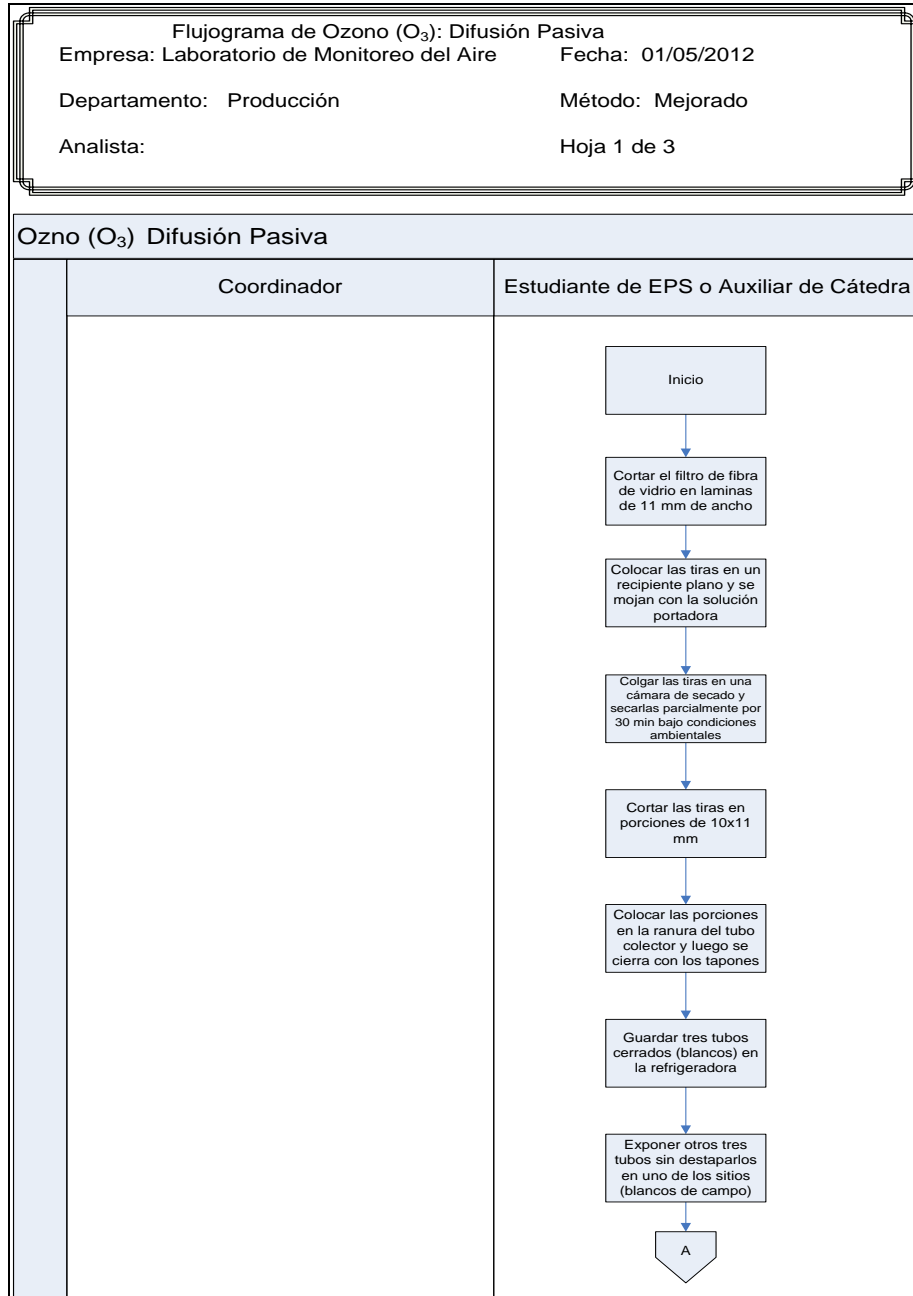


Continuación de la figura 30.

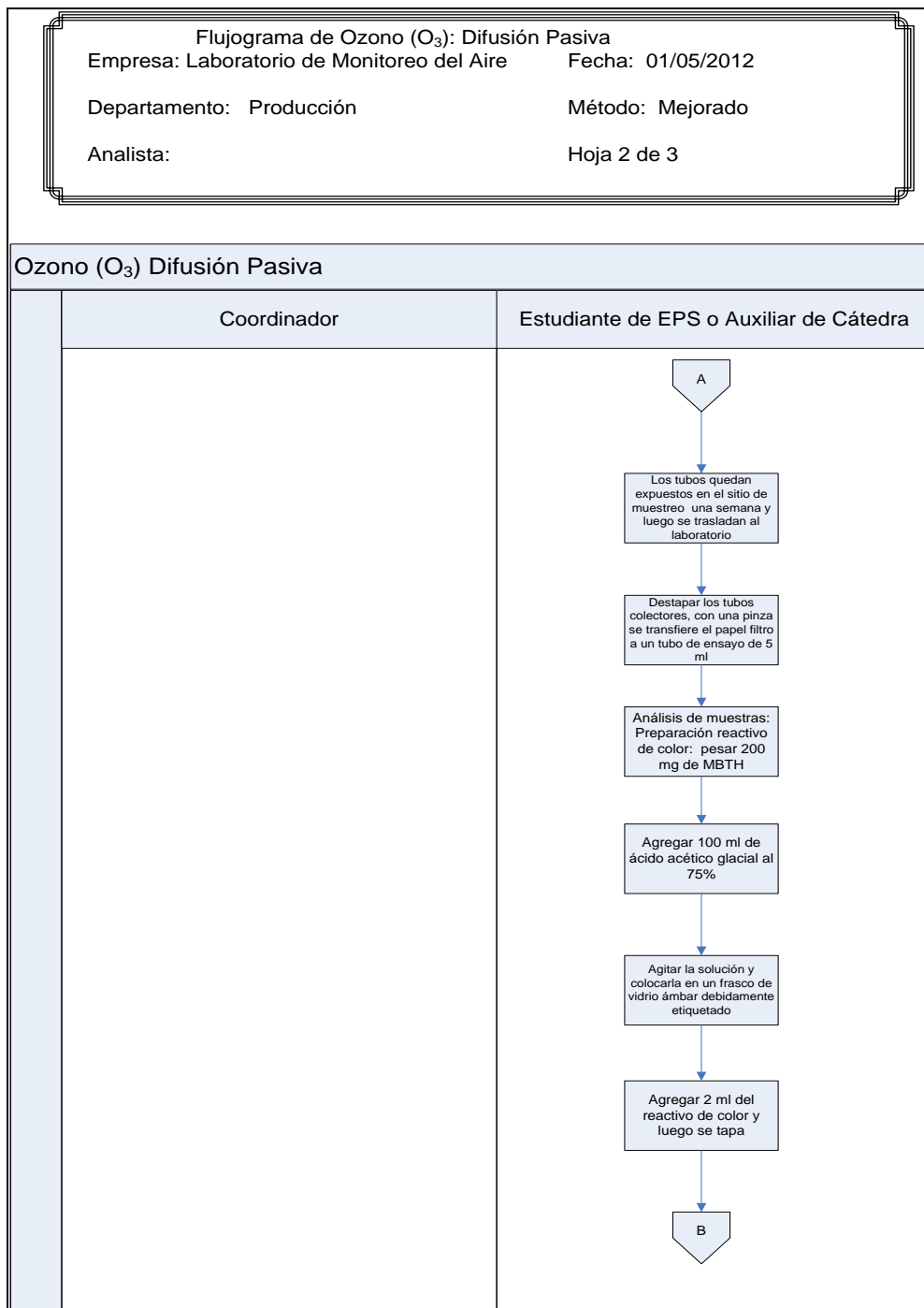


Fuente: elaboración propia.

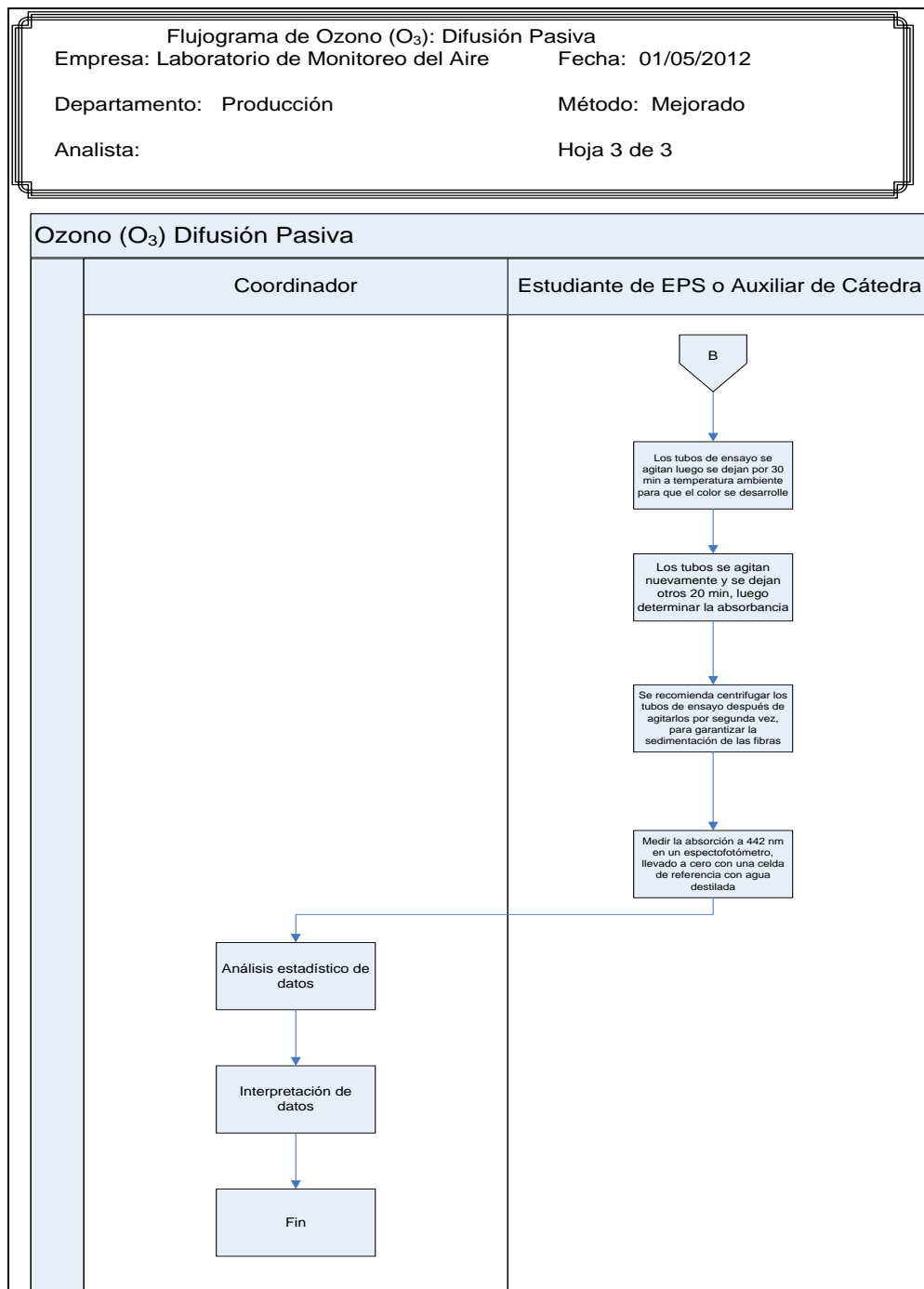
Figura 31. Diagrama mejorado para el análisis de ozono (O<sub>3</sub>) difusión pasiva



Continuación de la figura 31.



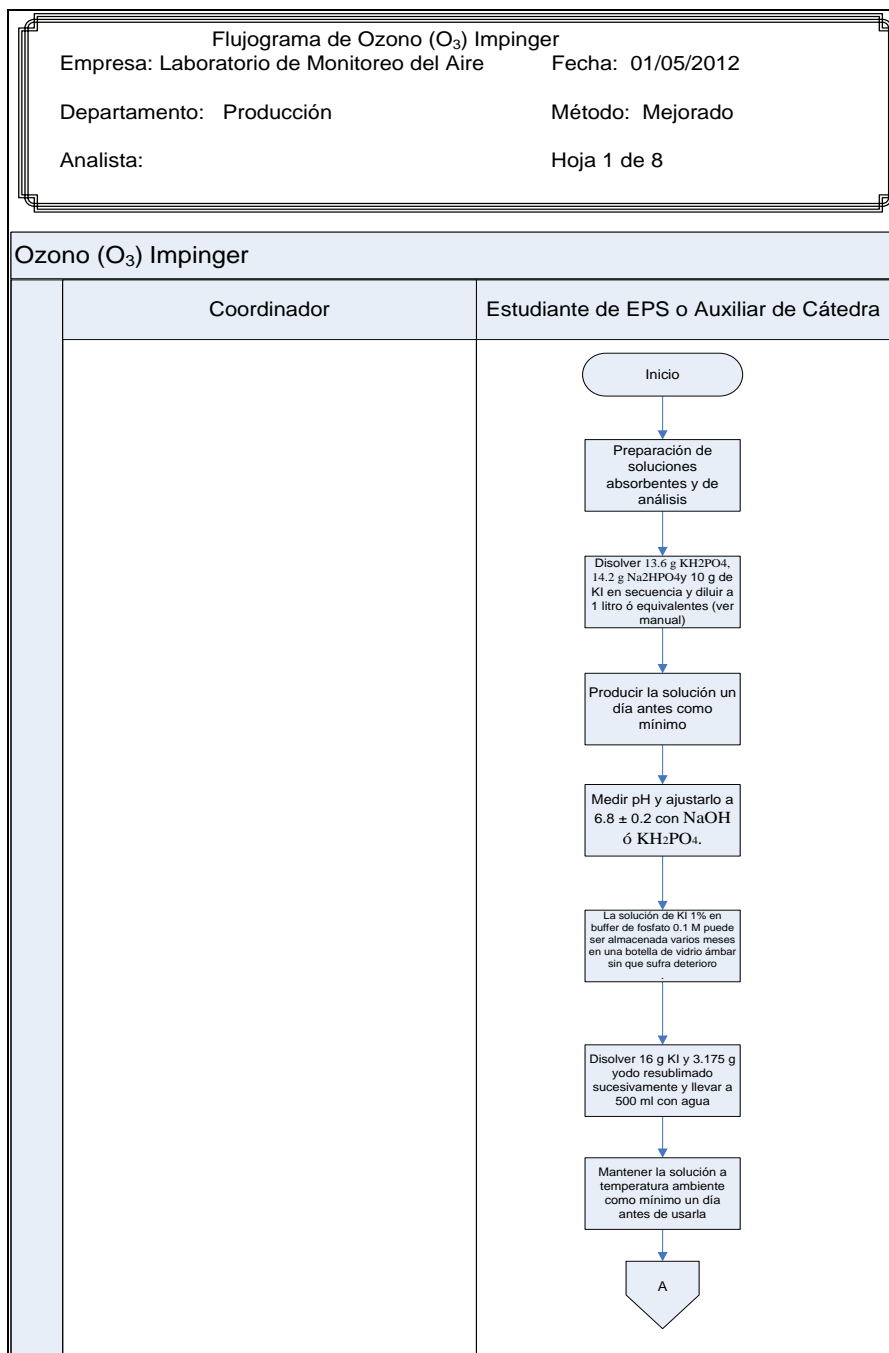
Continuación de la figura 31.



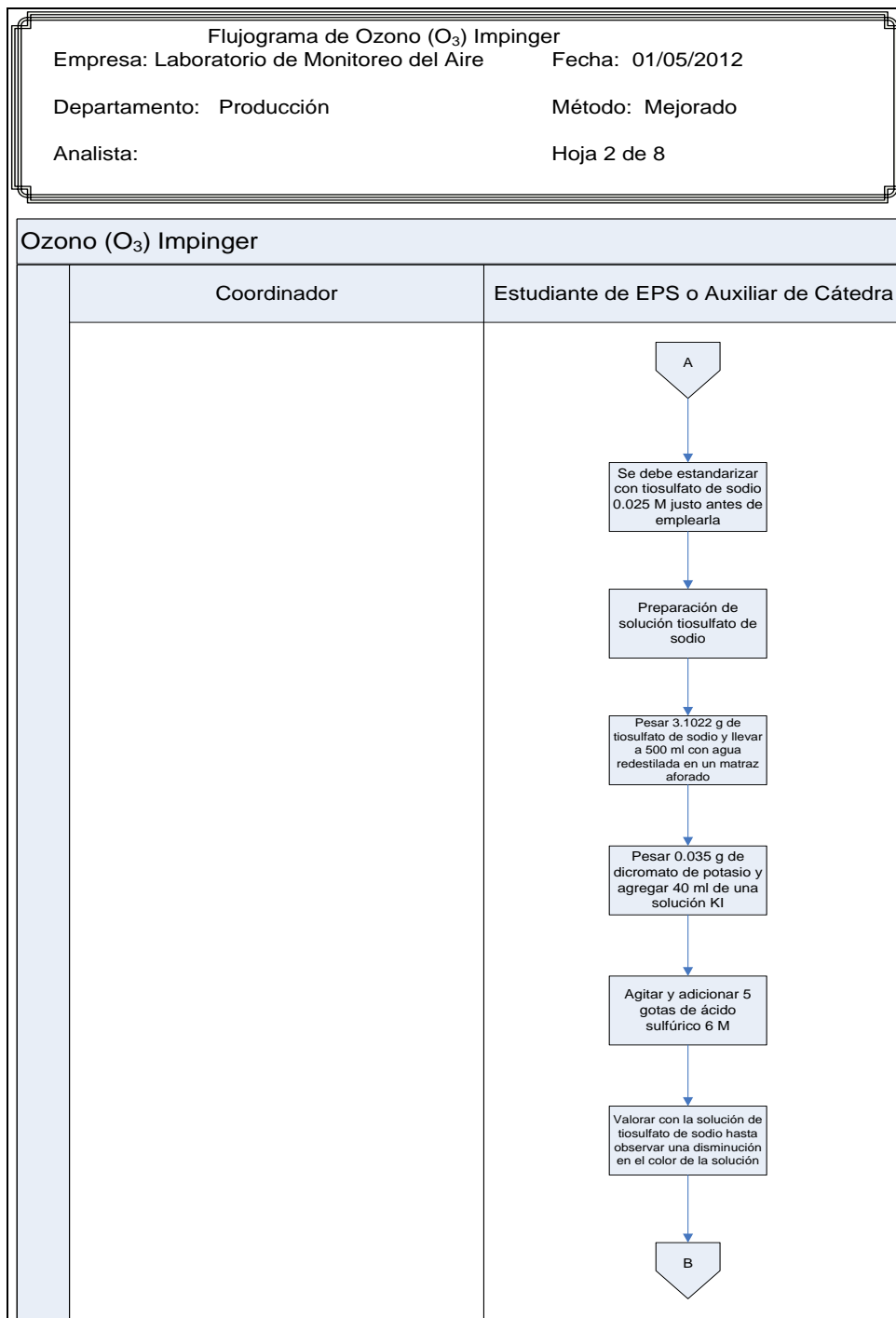
Fuente: elaboración propia.



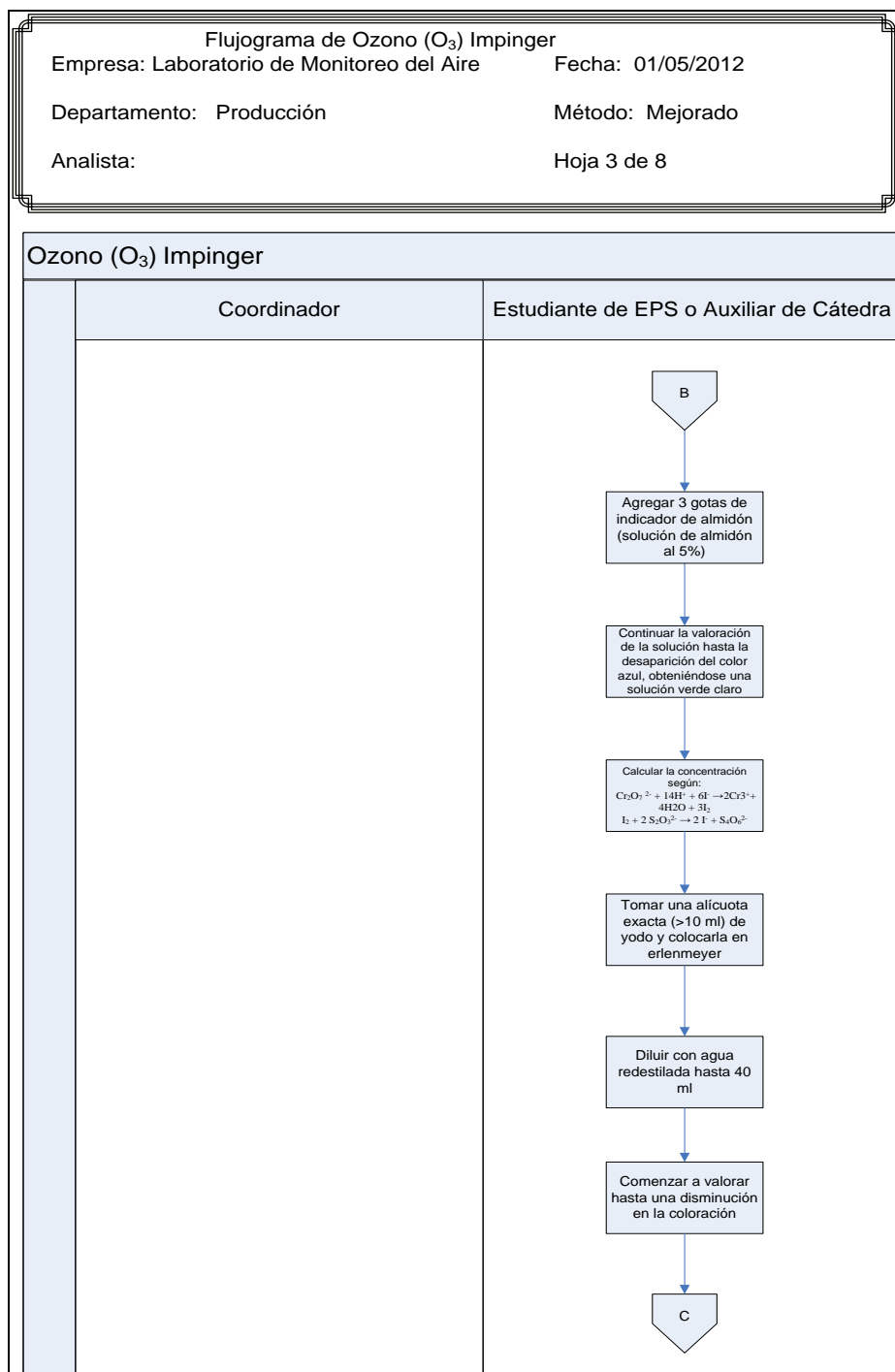
Figura 32. **Flujograma mejorado para el análisis de ozono (O<sub>3</sub>) Impinger**



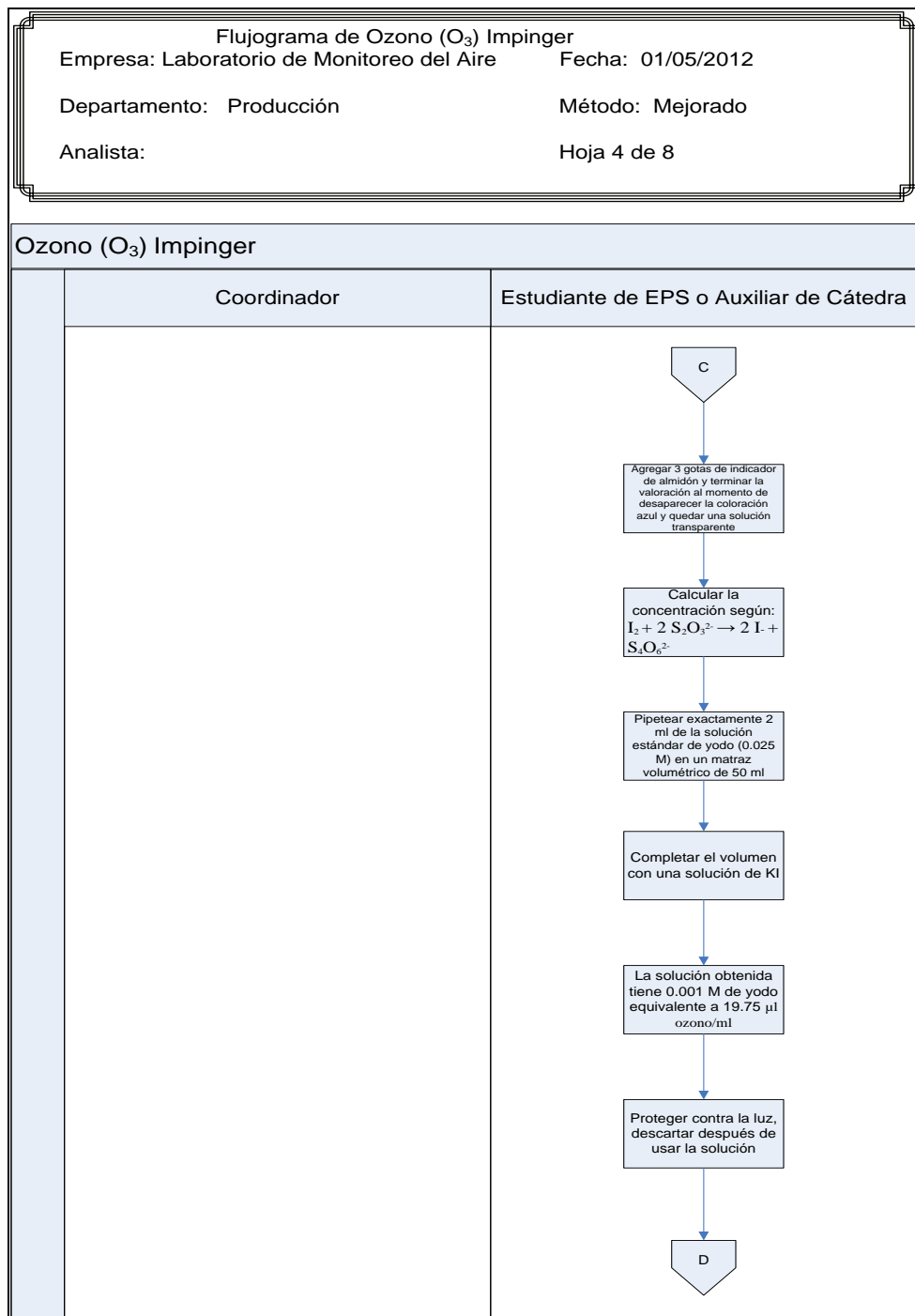
Continuación de la figura 32.



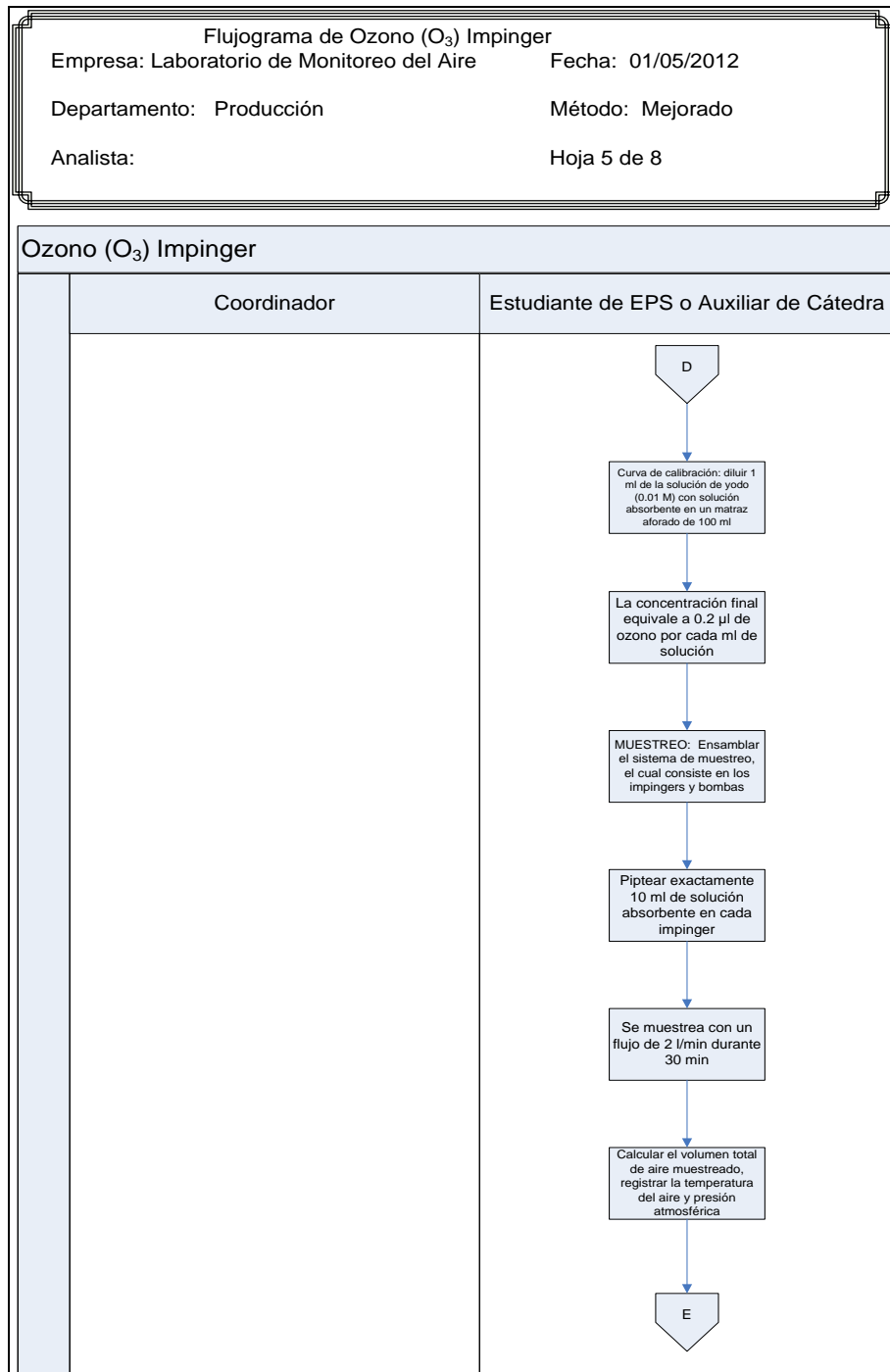
Continuación de la figura 32.



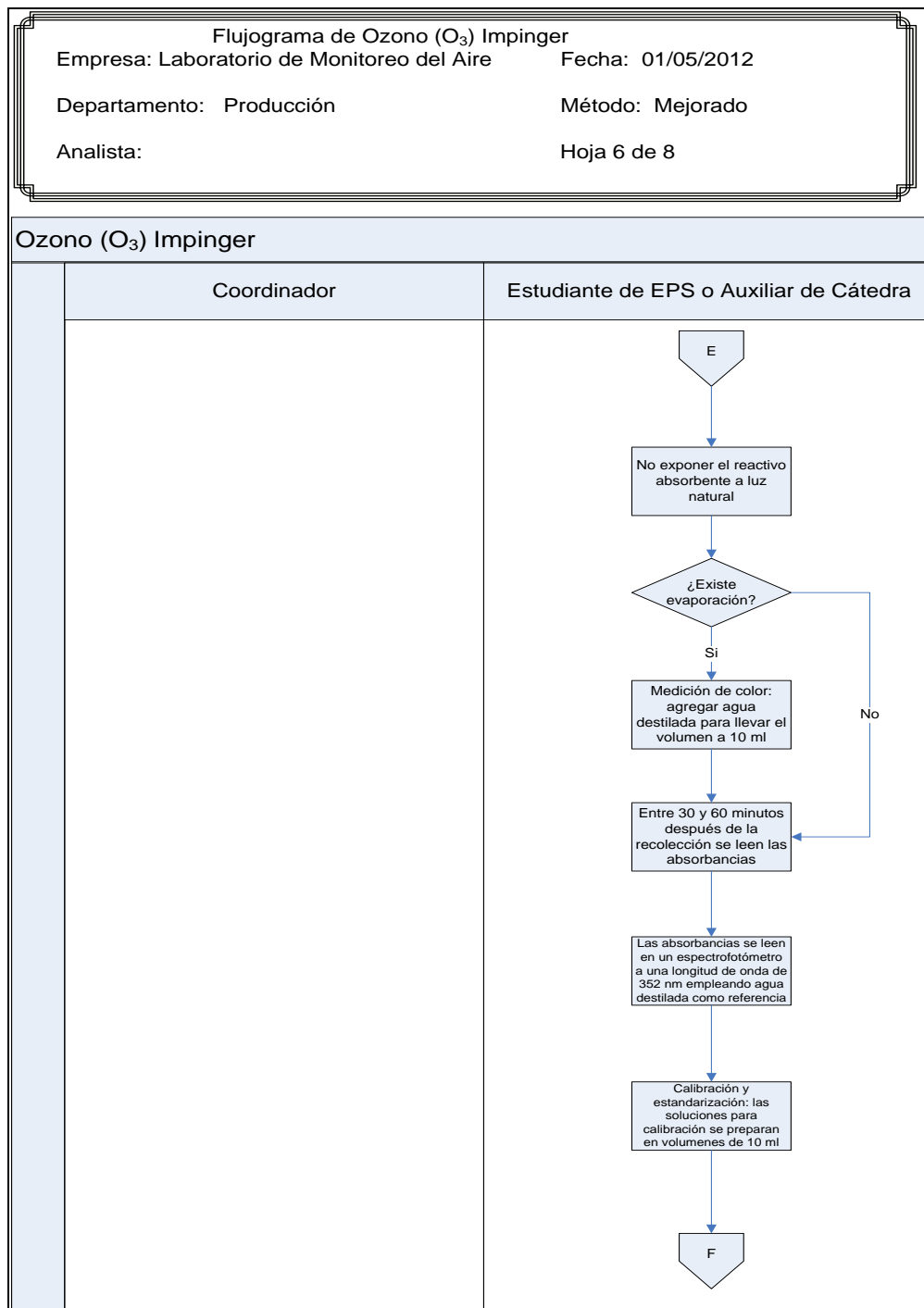
Continuación de la figura 32.



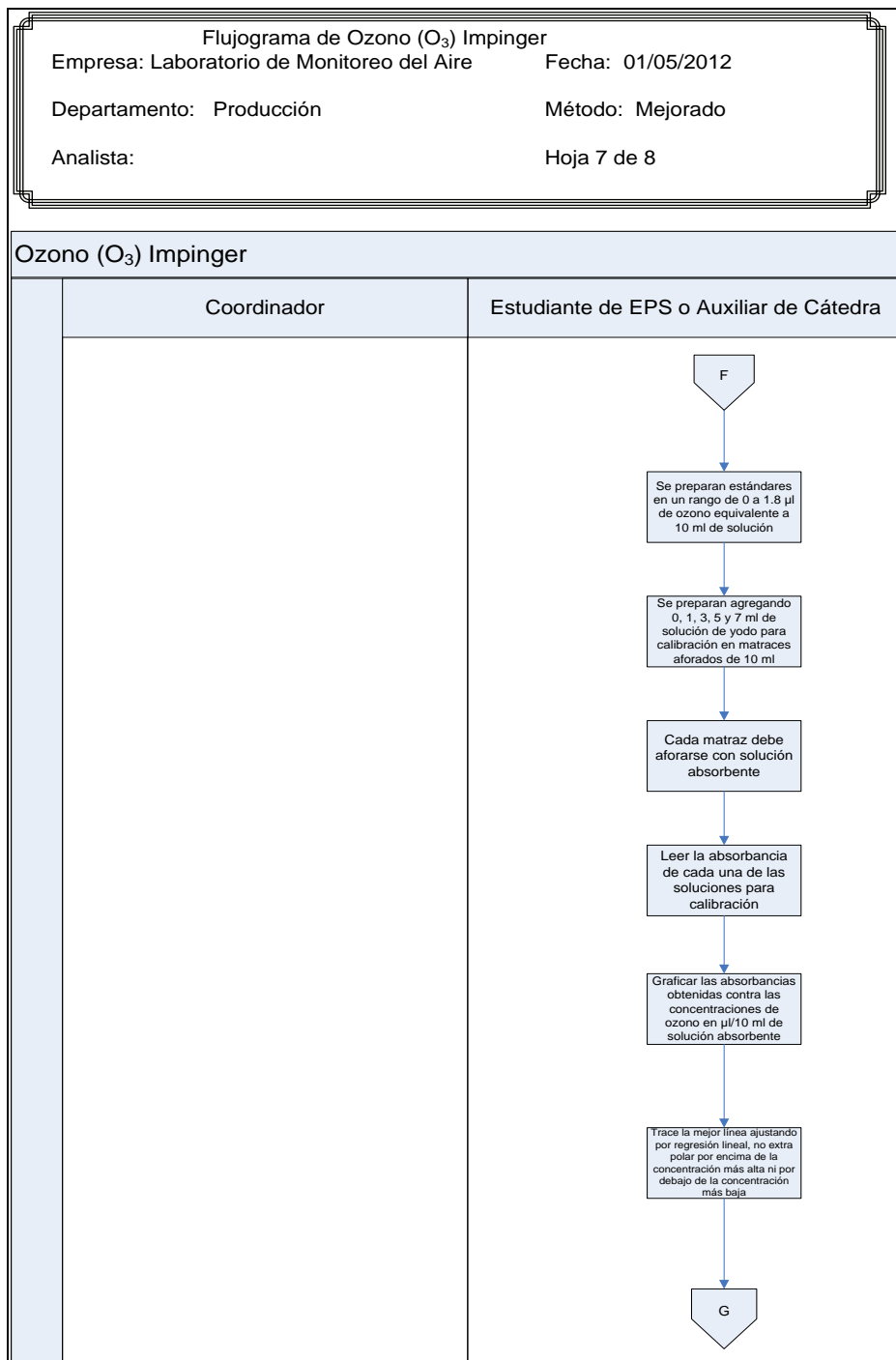
Continuación de la figura 32.



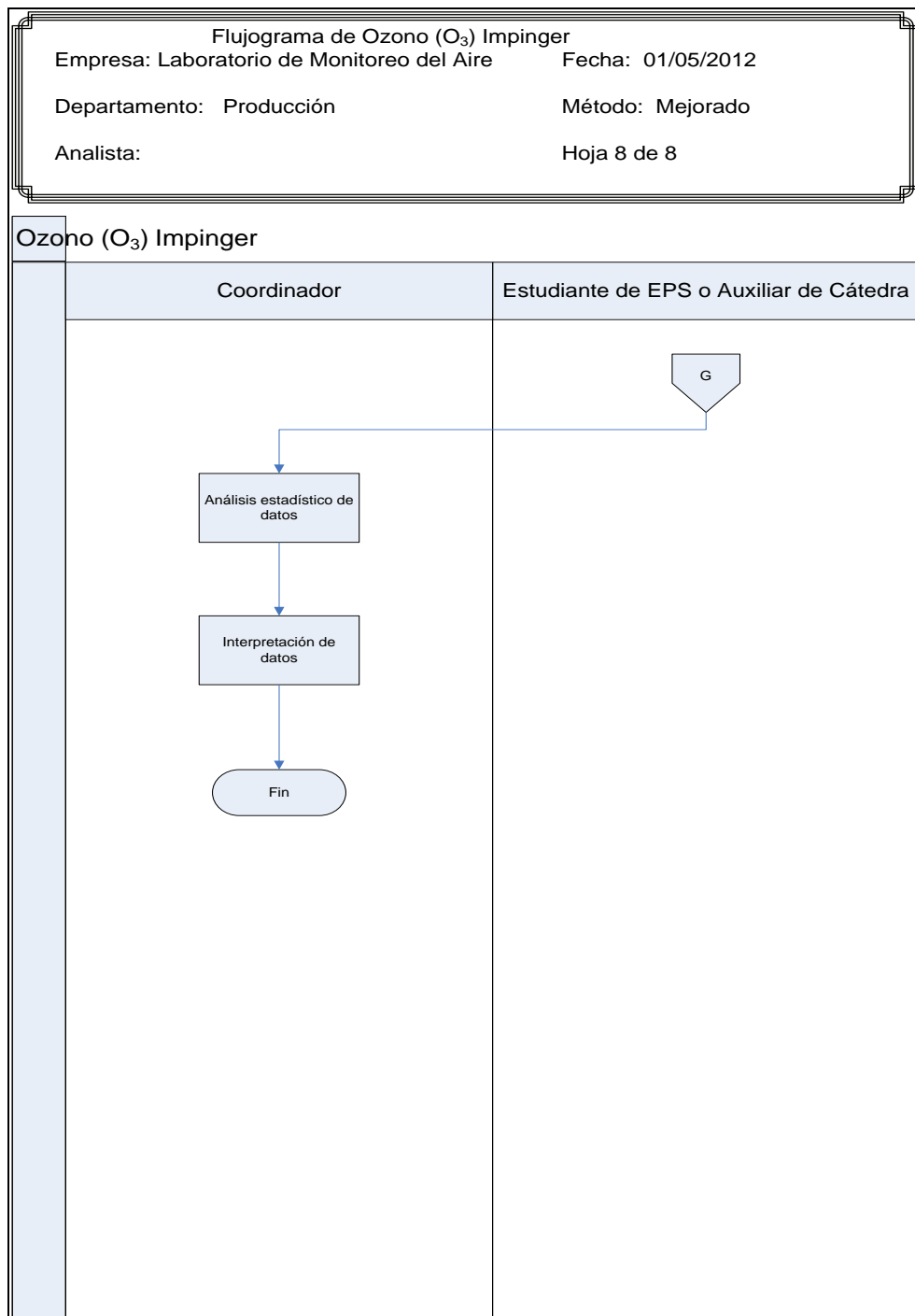
Continuación de la figura 32.



Continuación de la figura 32.



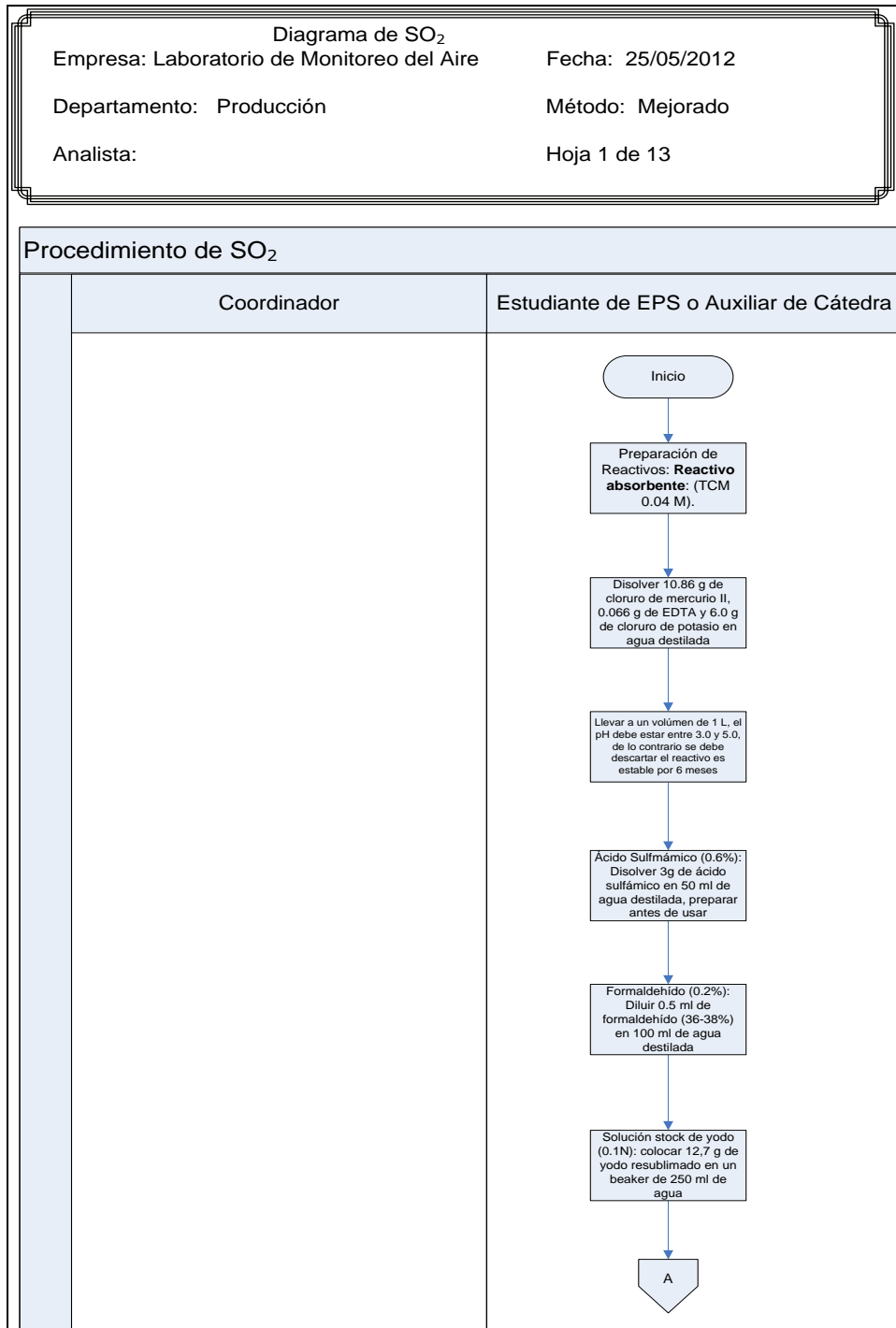
Continuación de la figura 32.



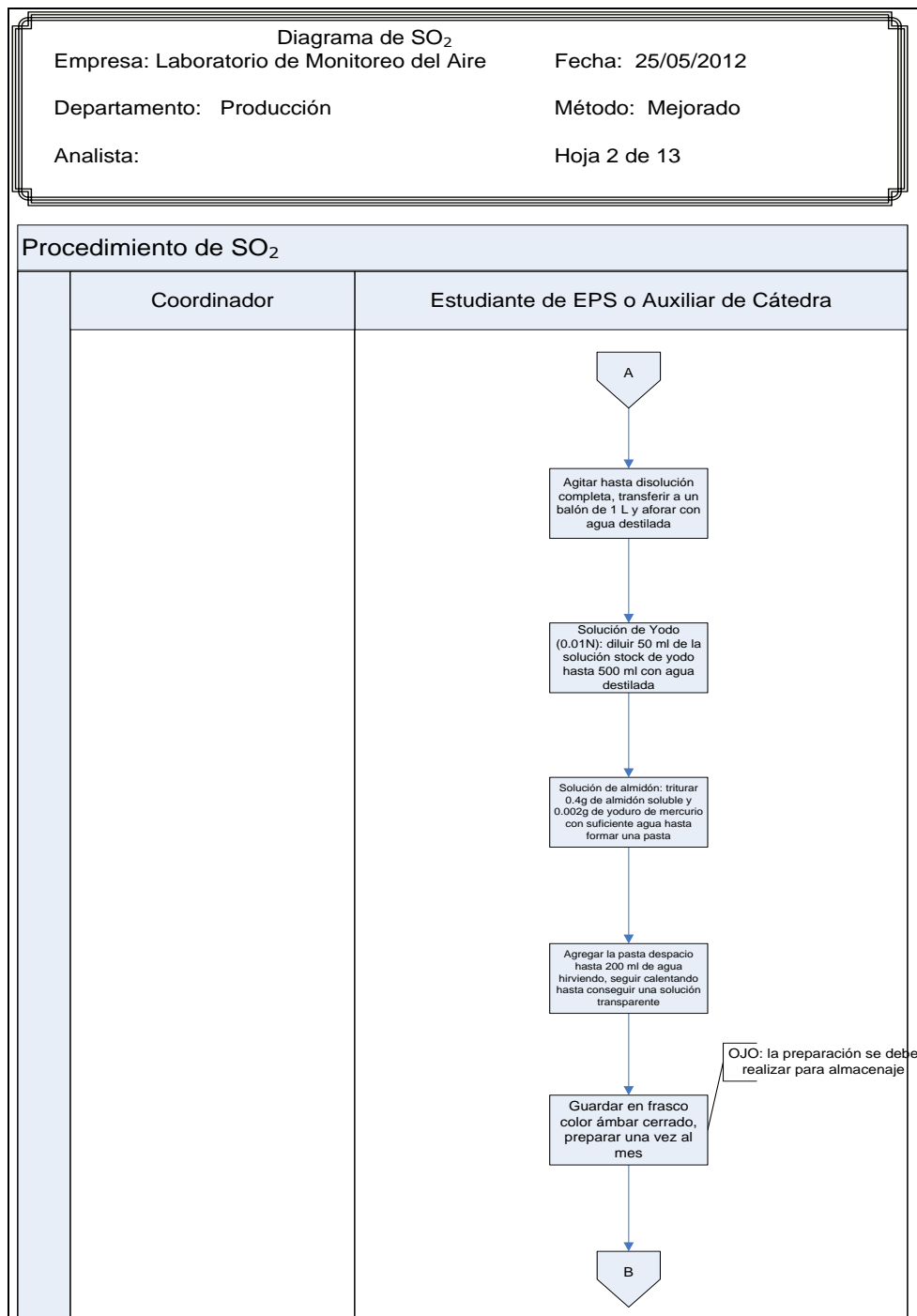
Fuente: elaboración propia.



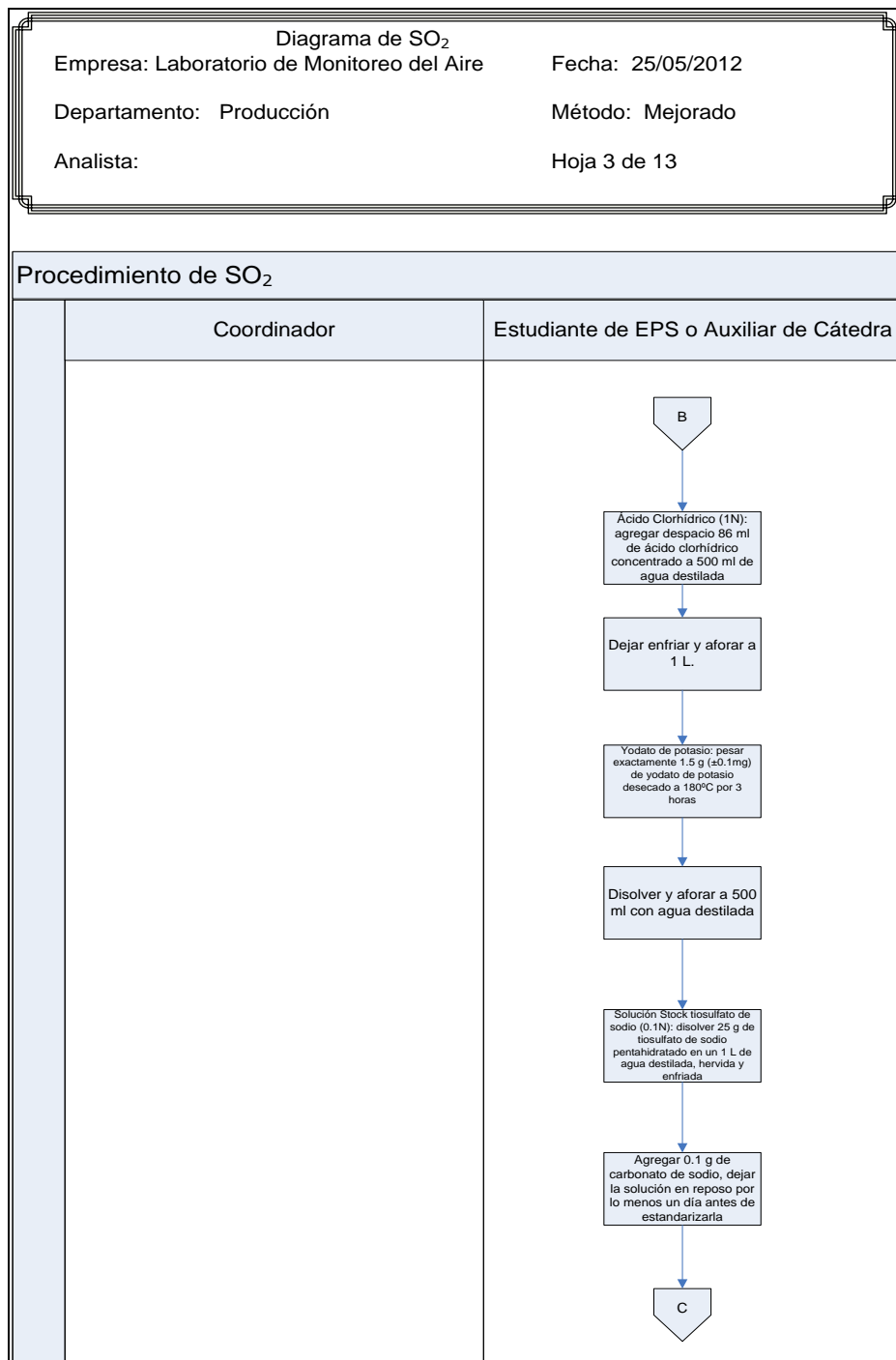
Figura 33. **Flujograma mejorado para el análisis de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**



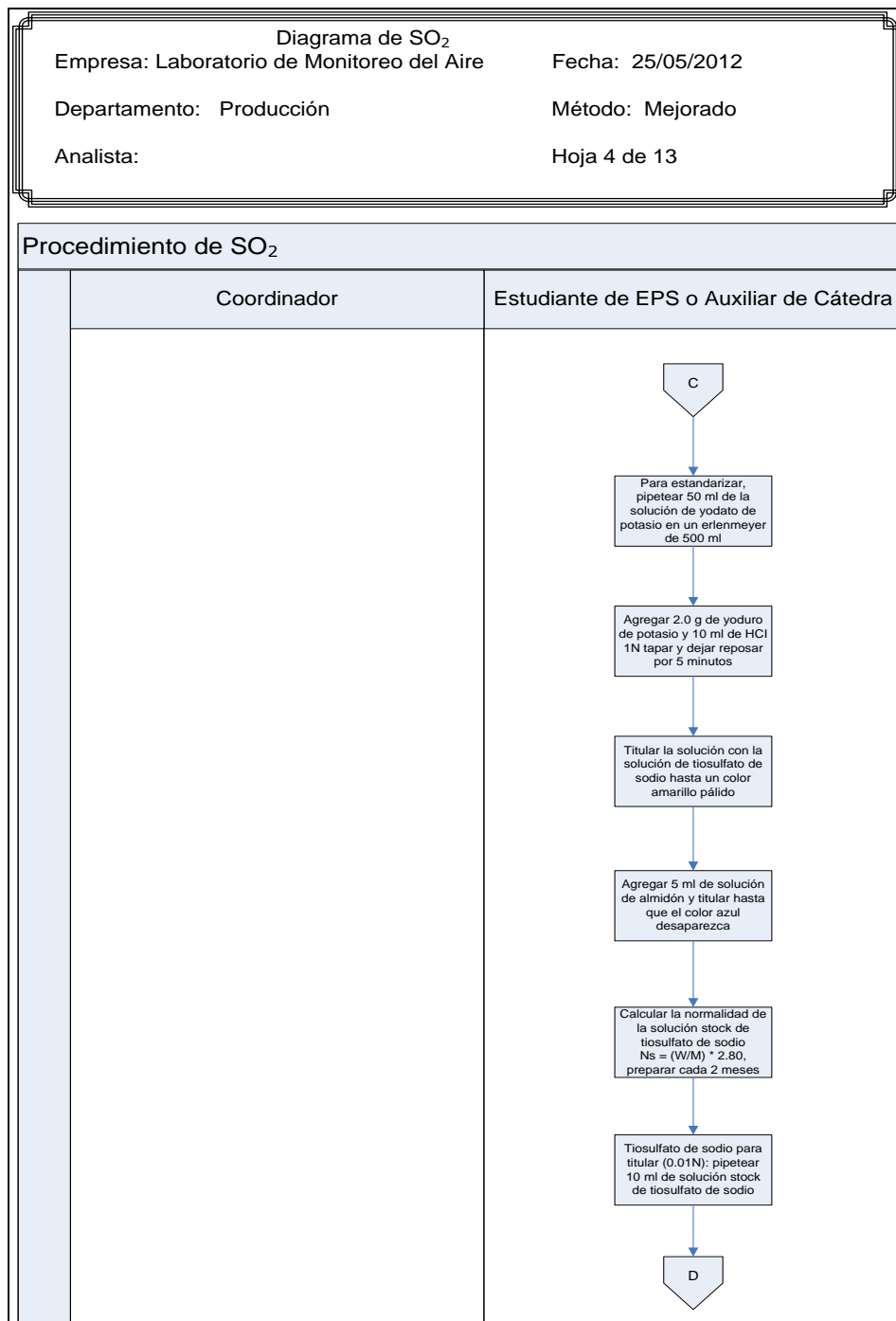
Continuación de la figura 33.



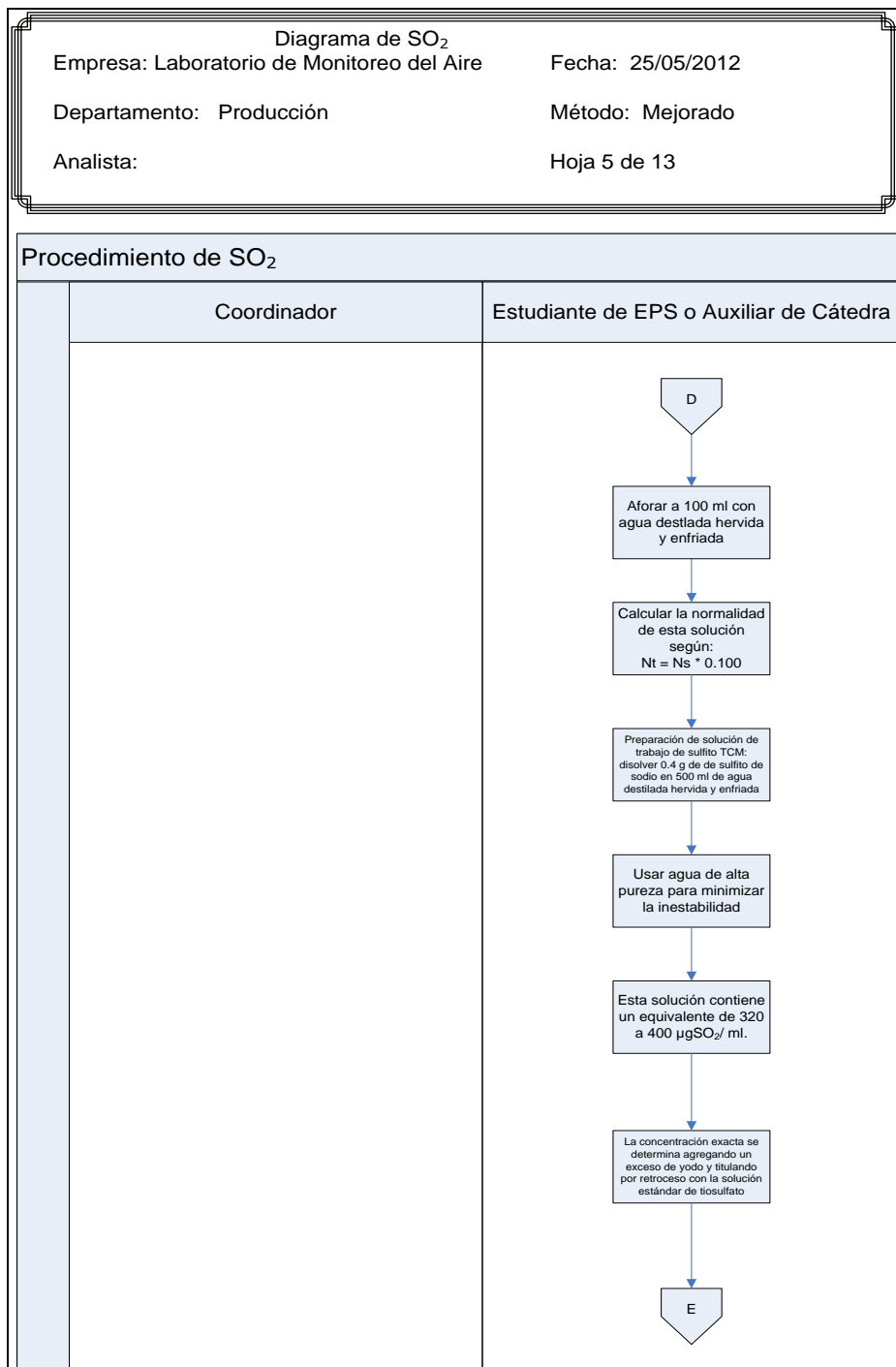
Continuación de la figura 33.



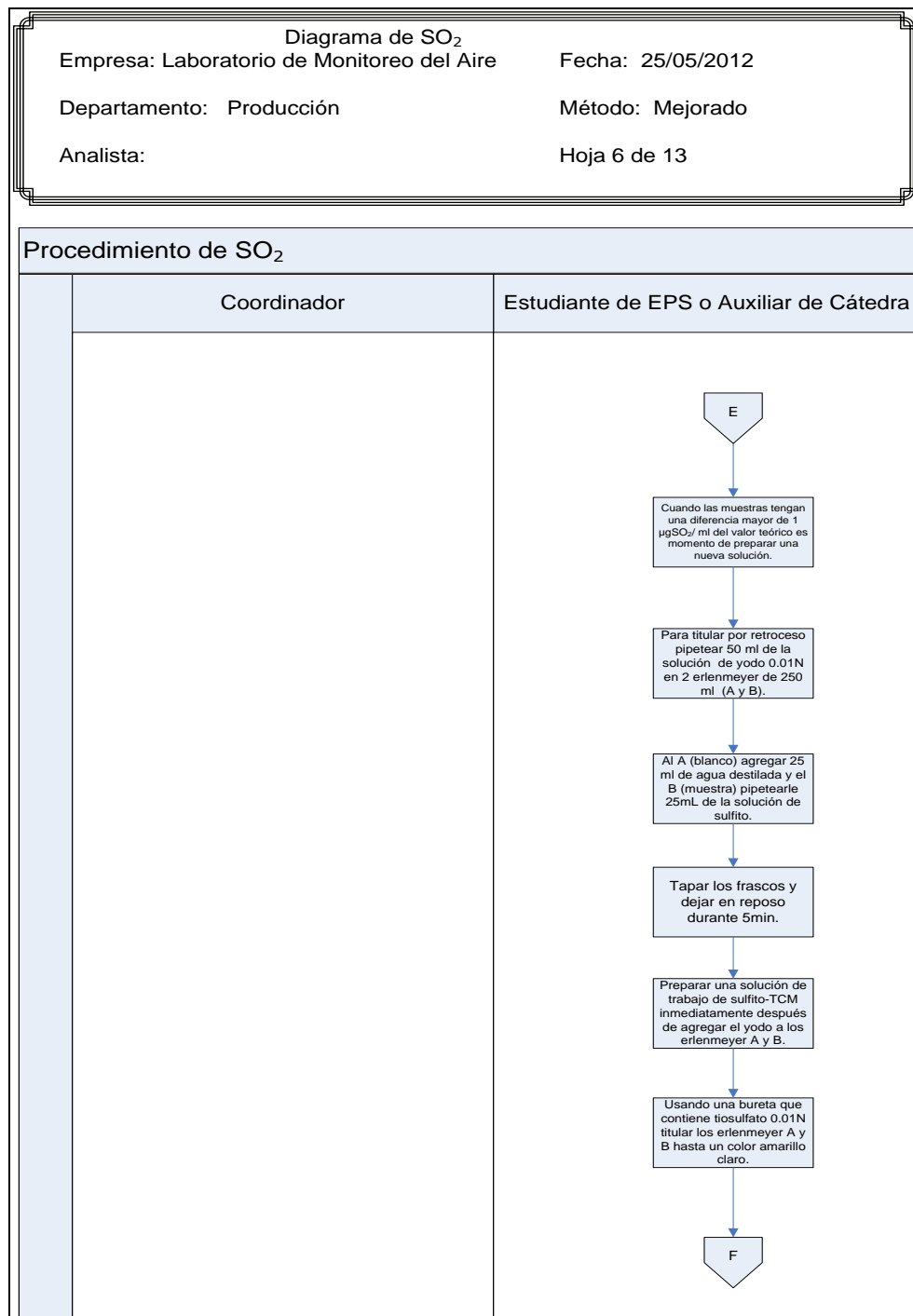
Continuación de la figura 33.



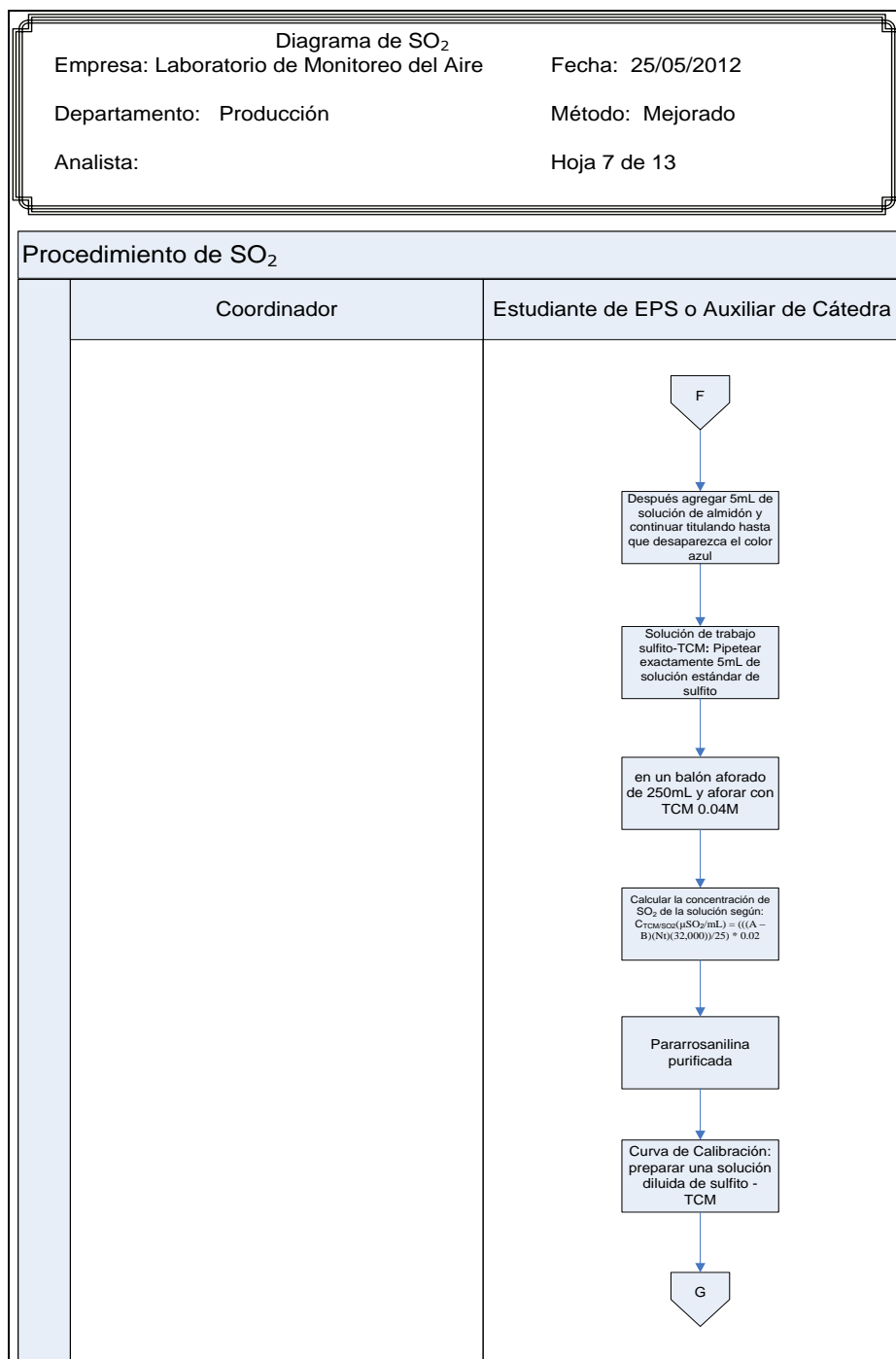
Continuación de la figura 33.



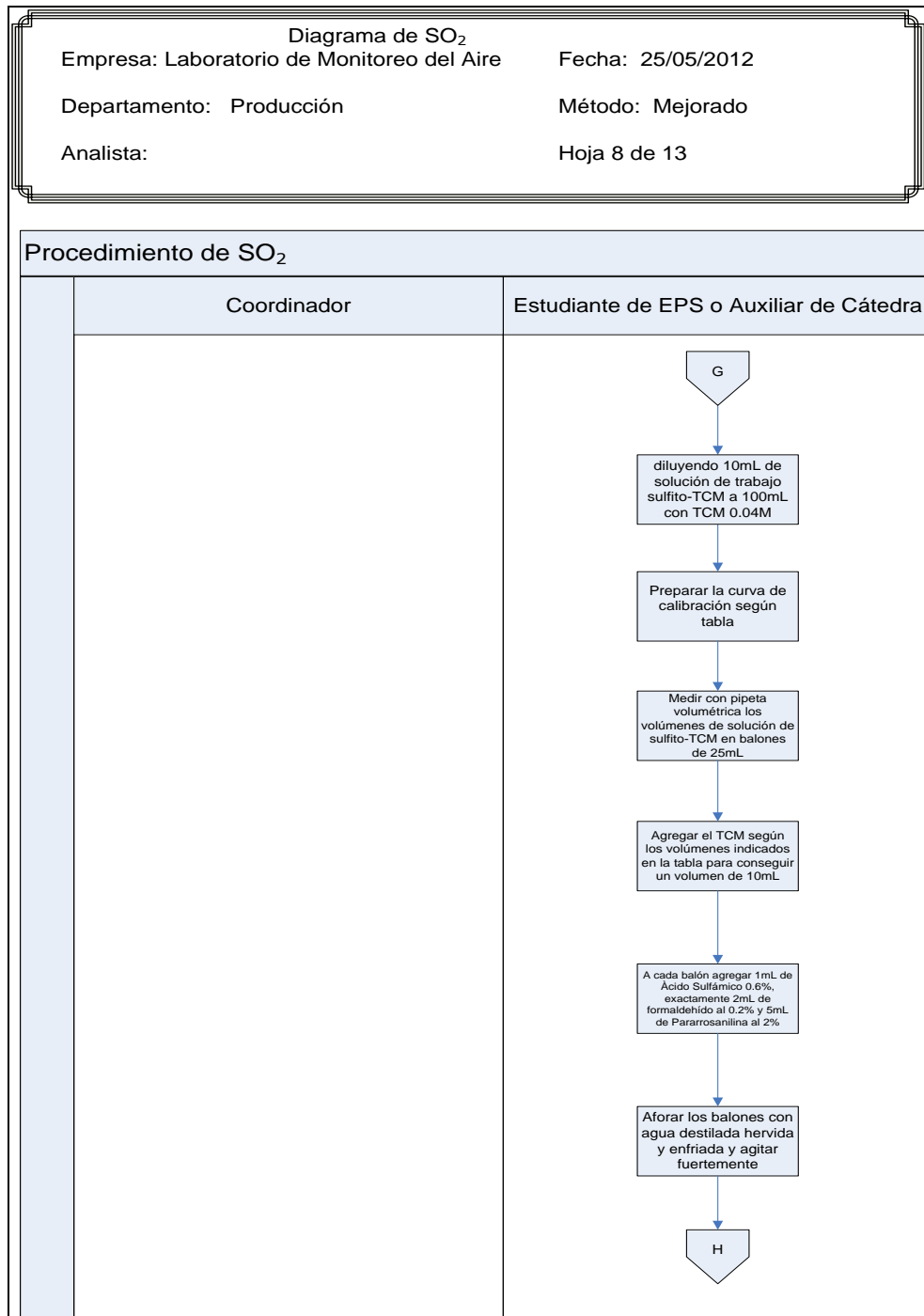
Continuación de la figura 33.



Continuación de la figura 33.

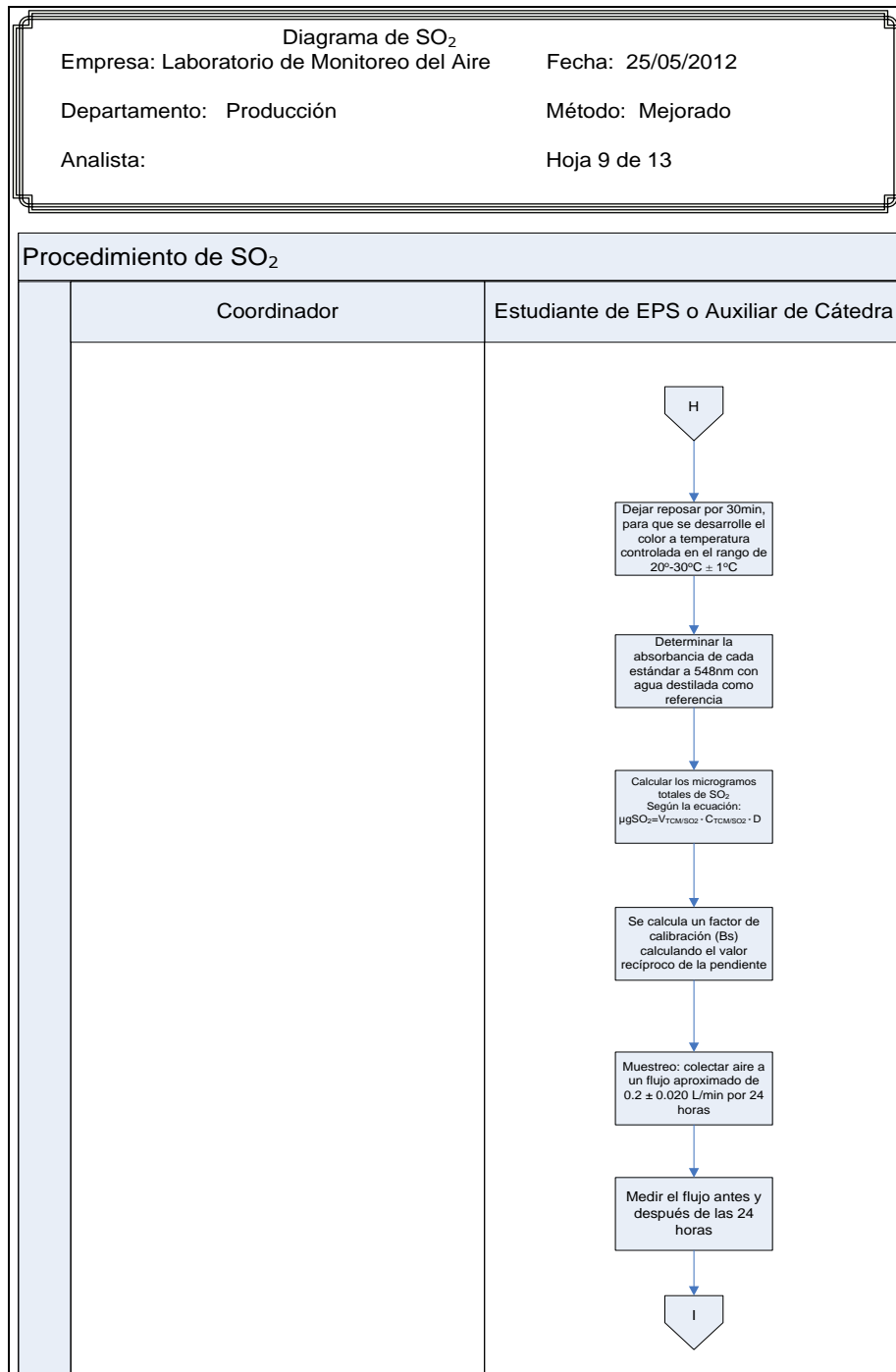


Continuación de la figura 33.

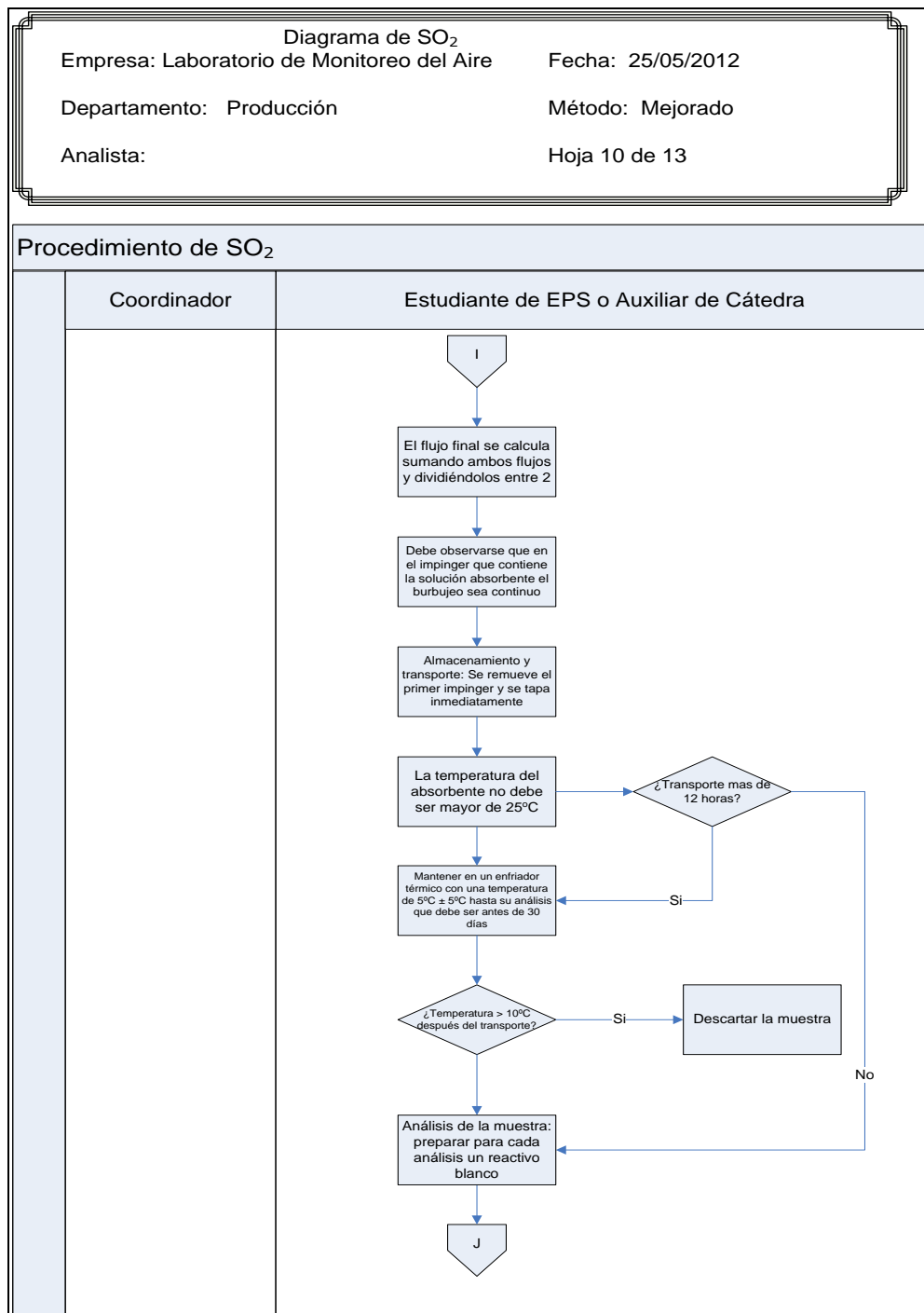




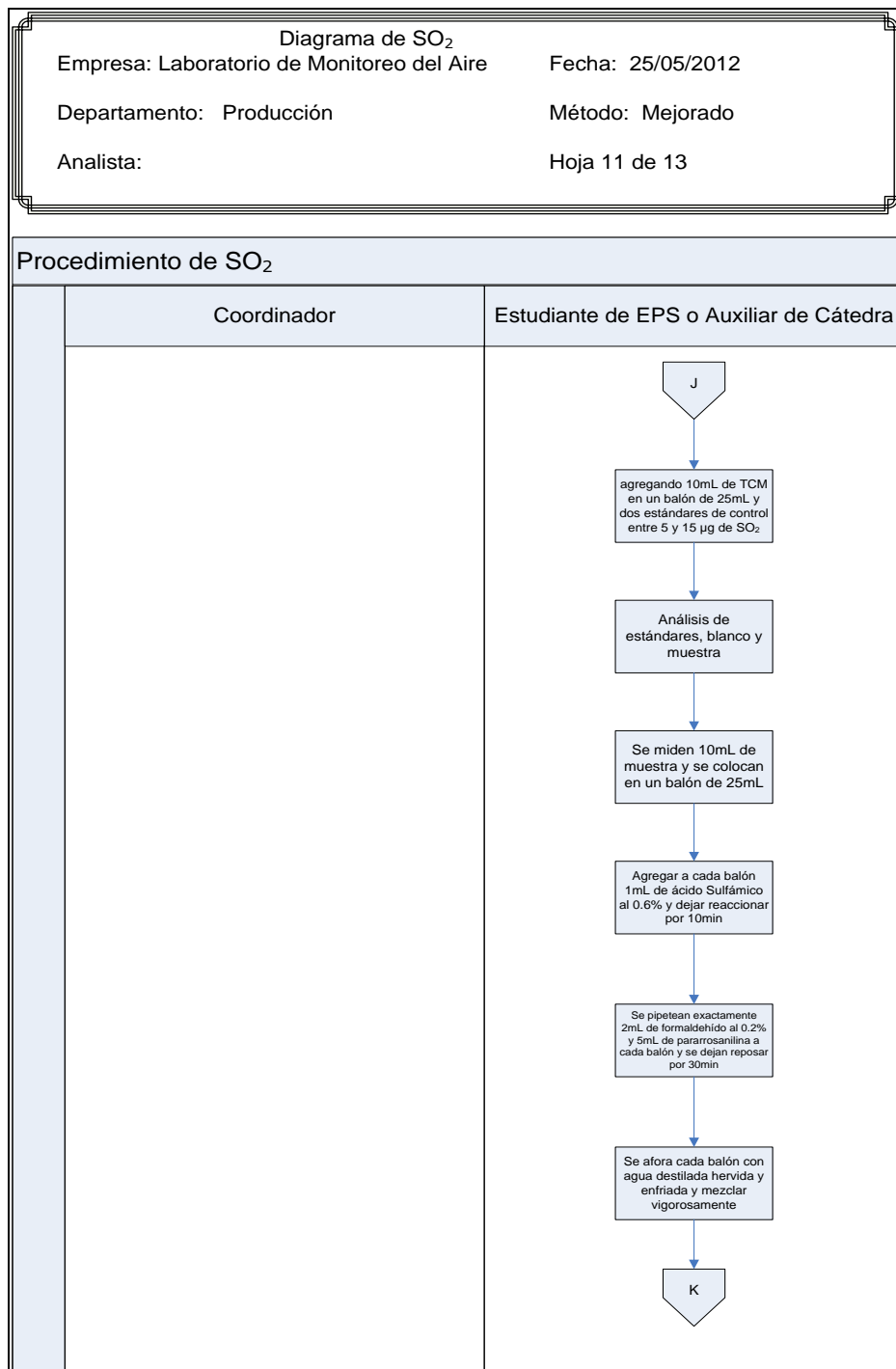
Continuación de la figura 33.



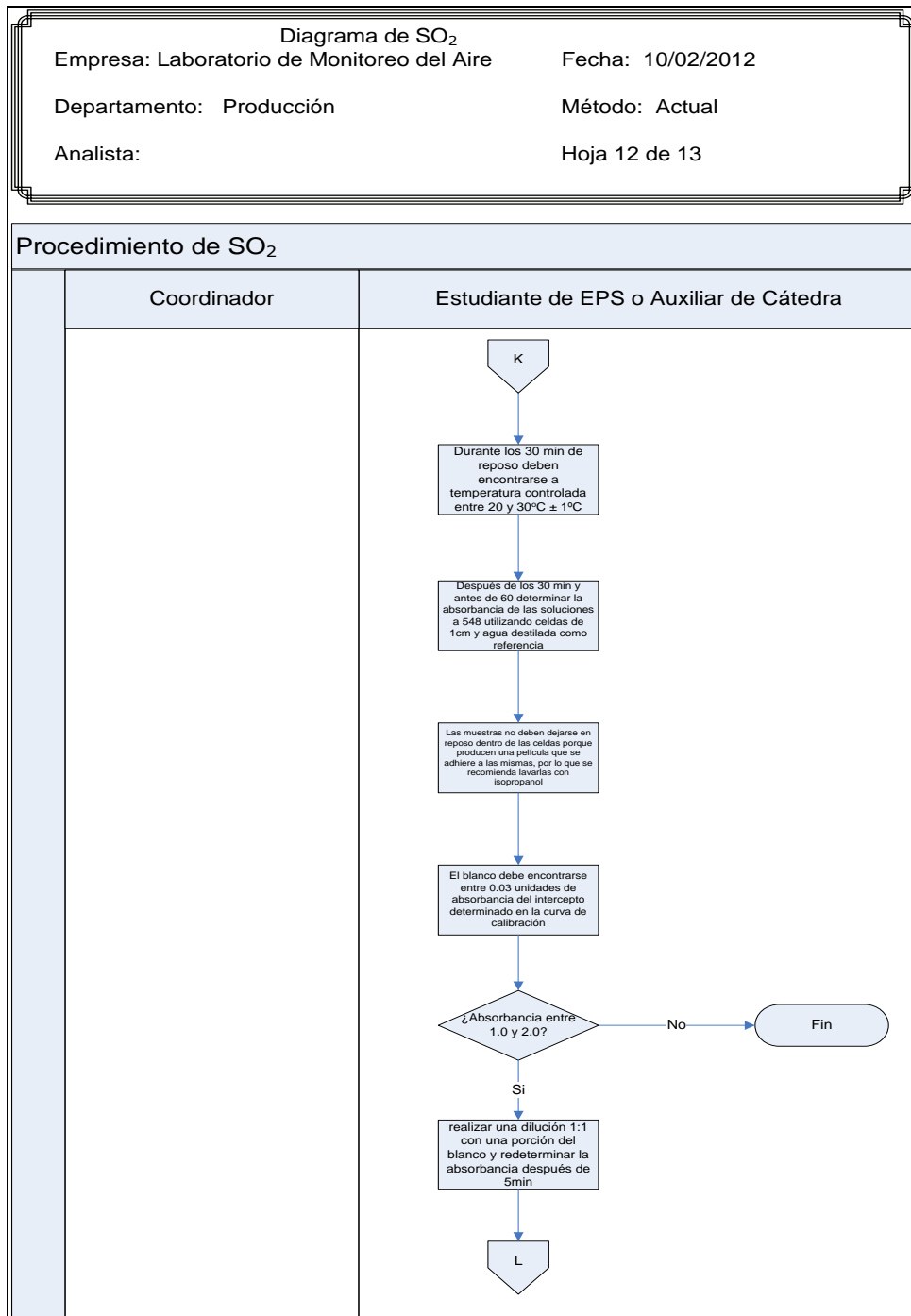
Continuación de la figura 33.



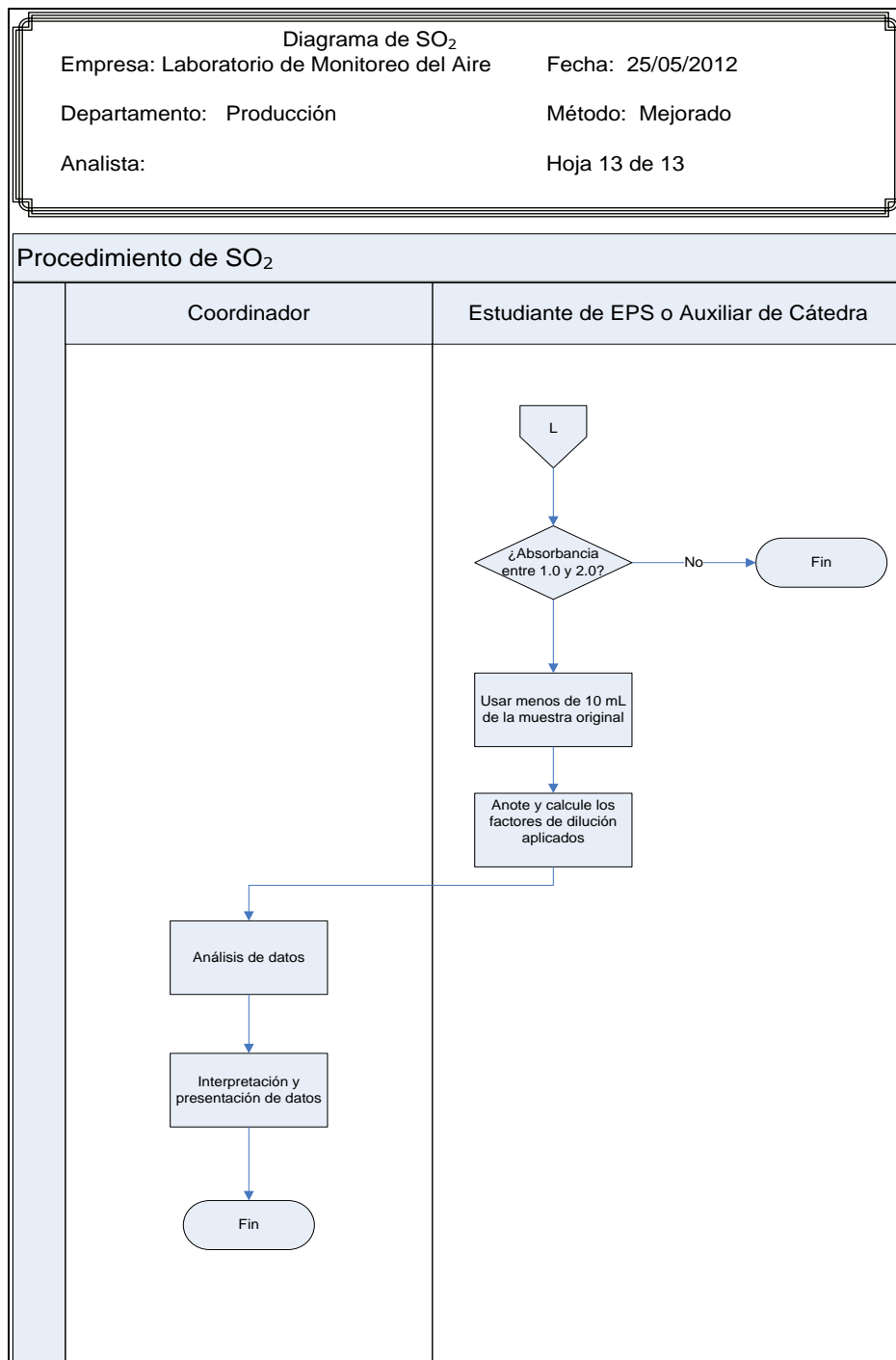
Continuación de la figura 33.



Continuación de la figura 33.

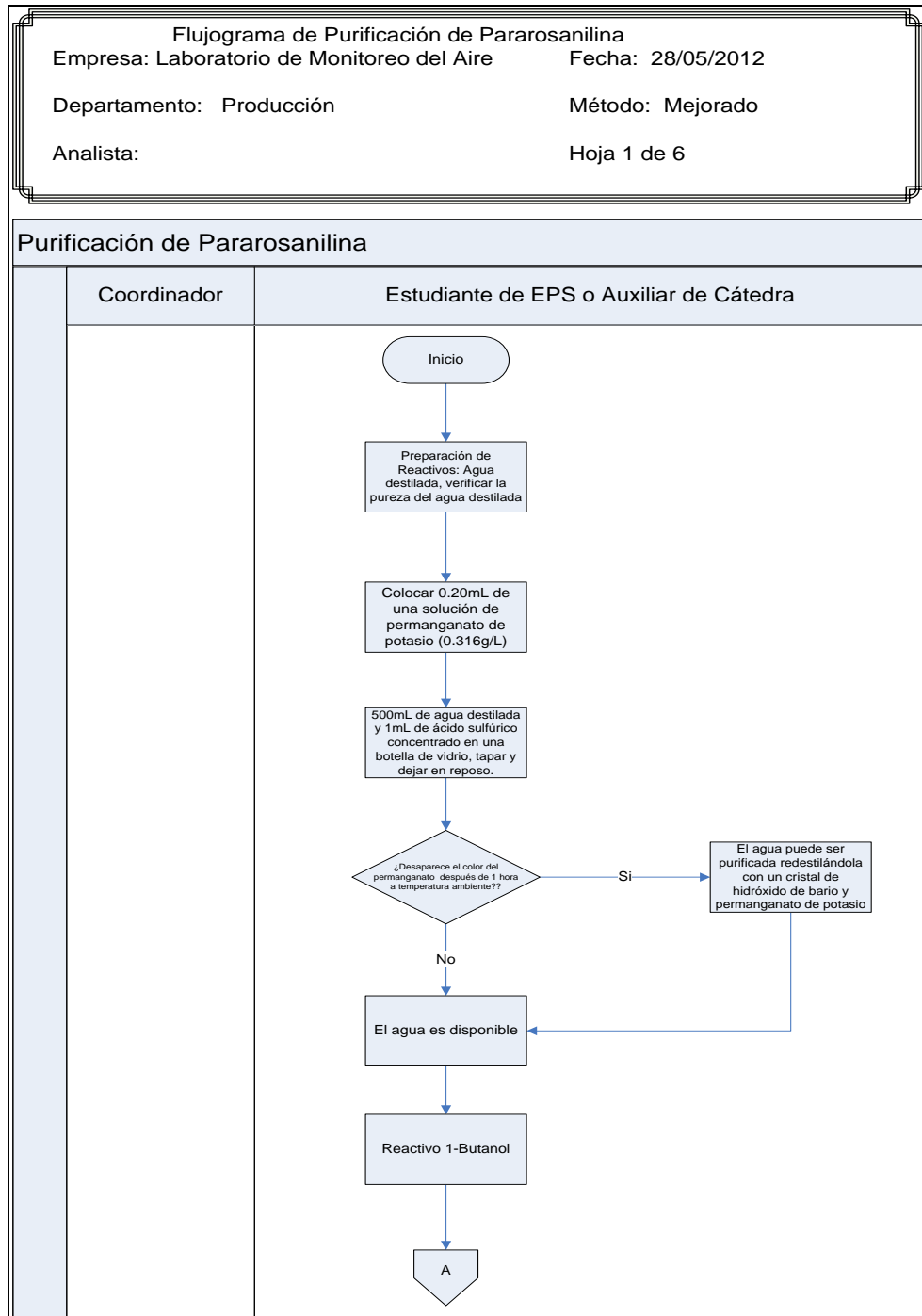


Continuación de la figura 33.

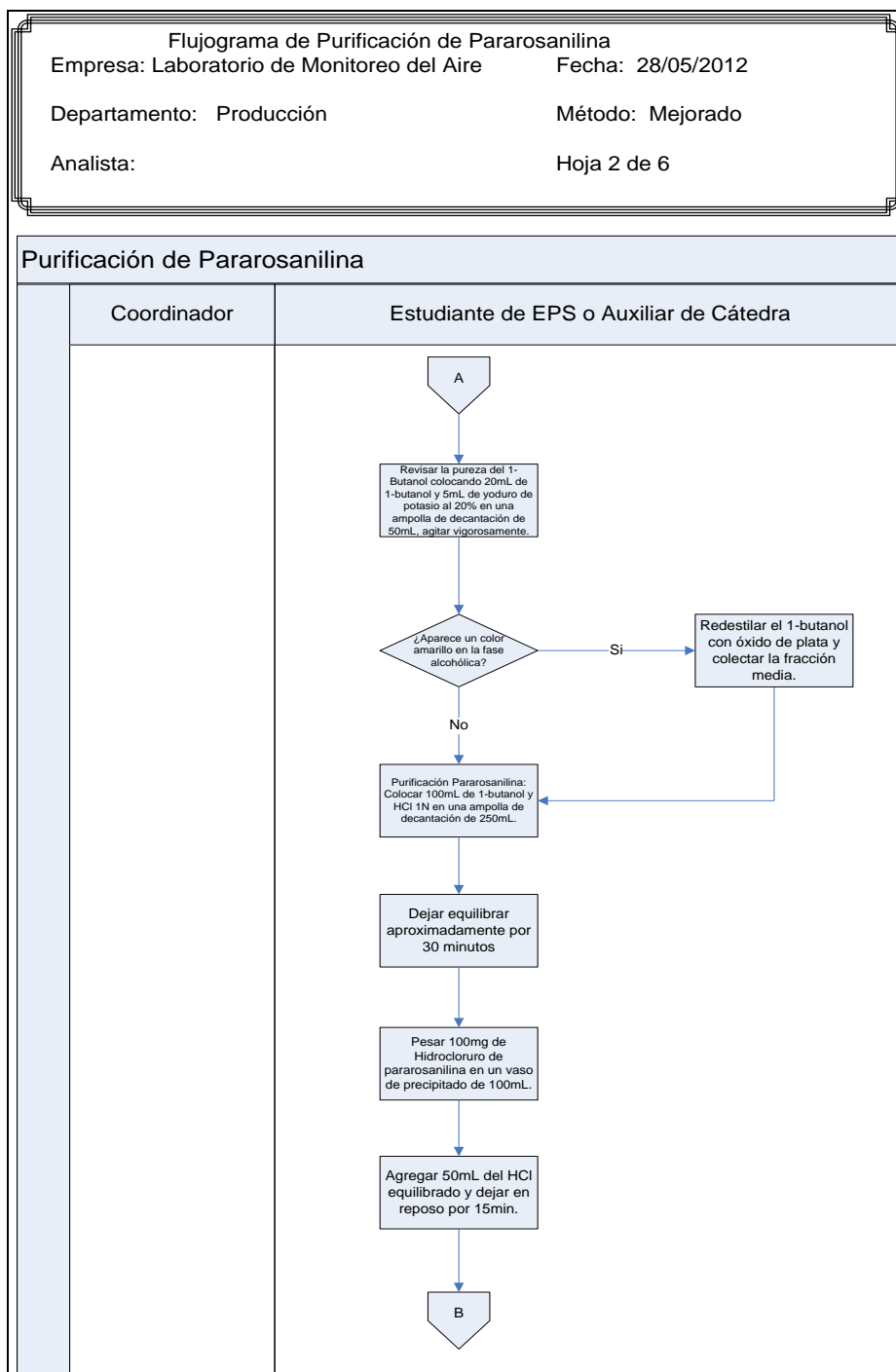


Fuente: elaboración propia.

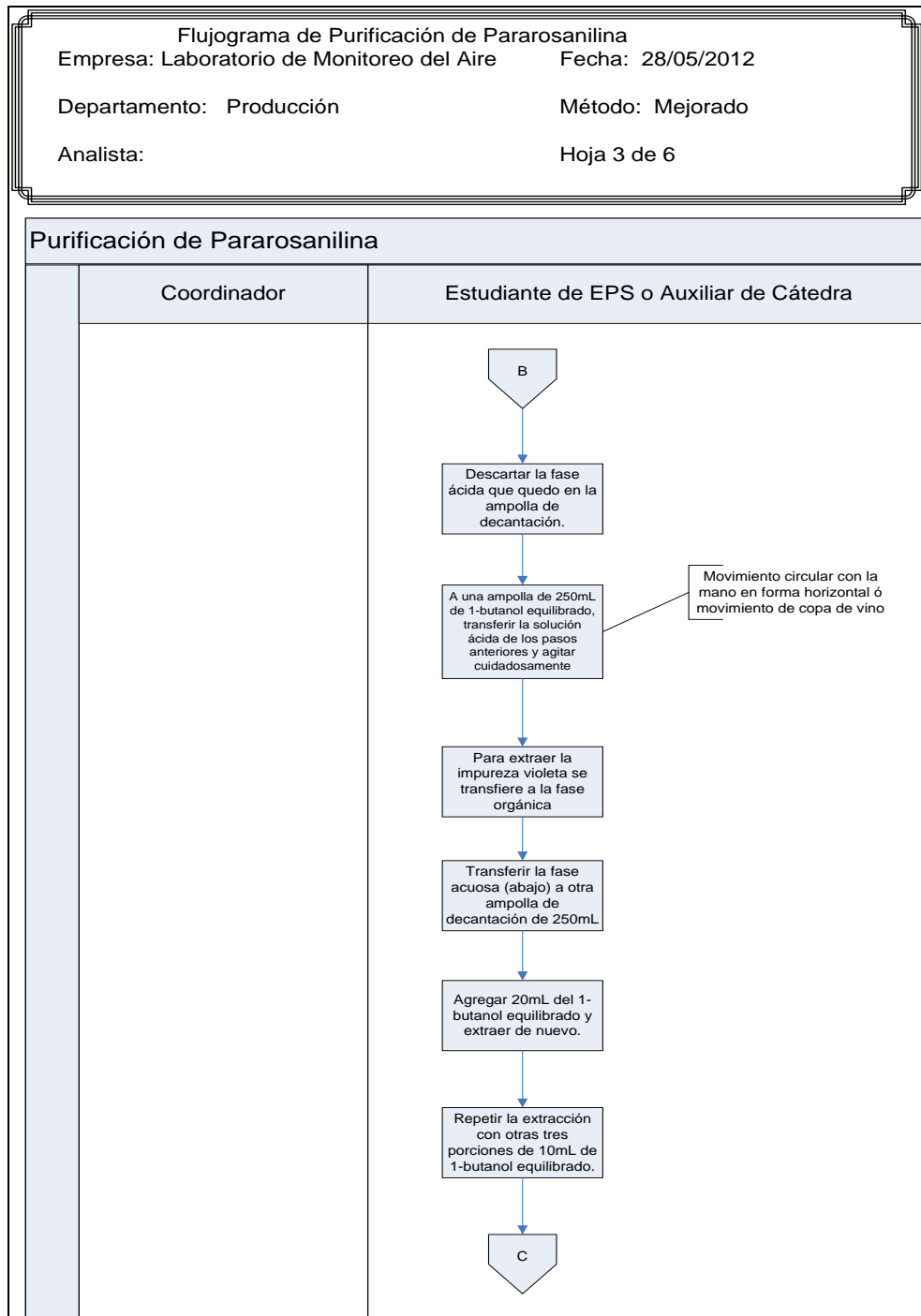
Figura 34. **Flujograma para la purificación de pararosanilina (PRA)**



Continuación de la figura 34.

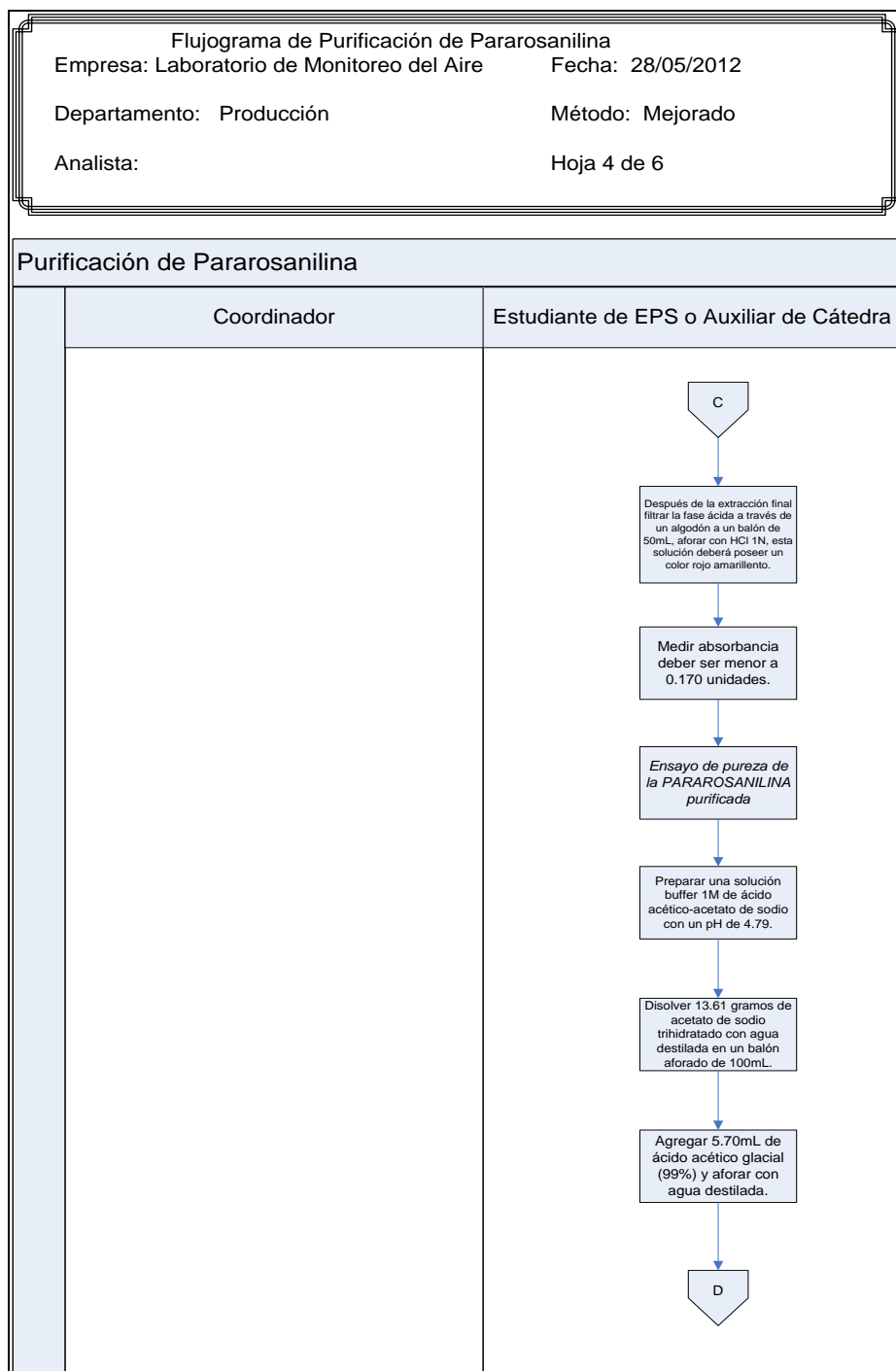


Continuación de la figura 34.

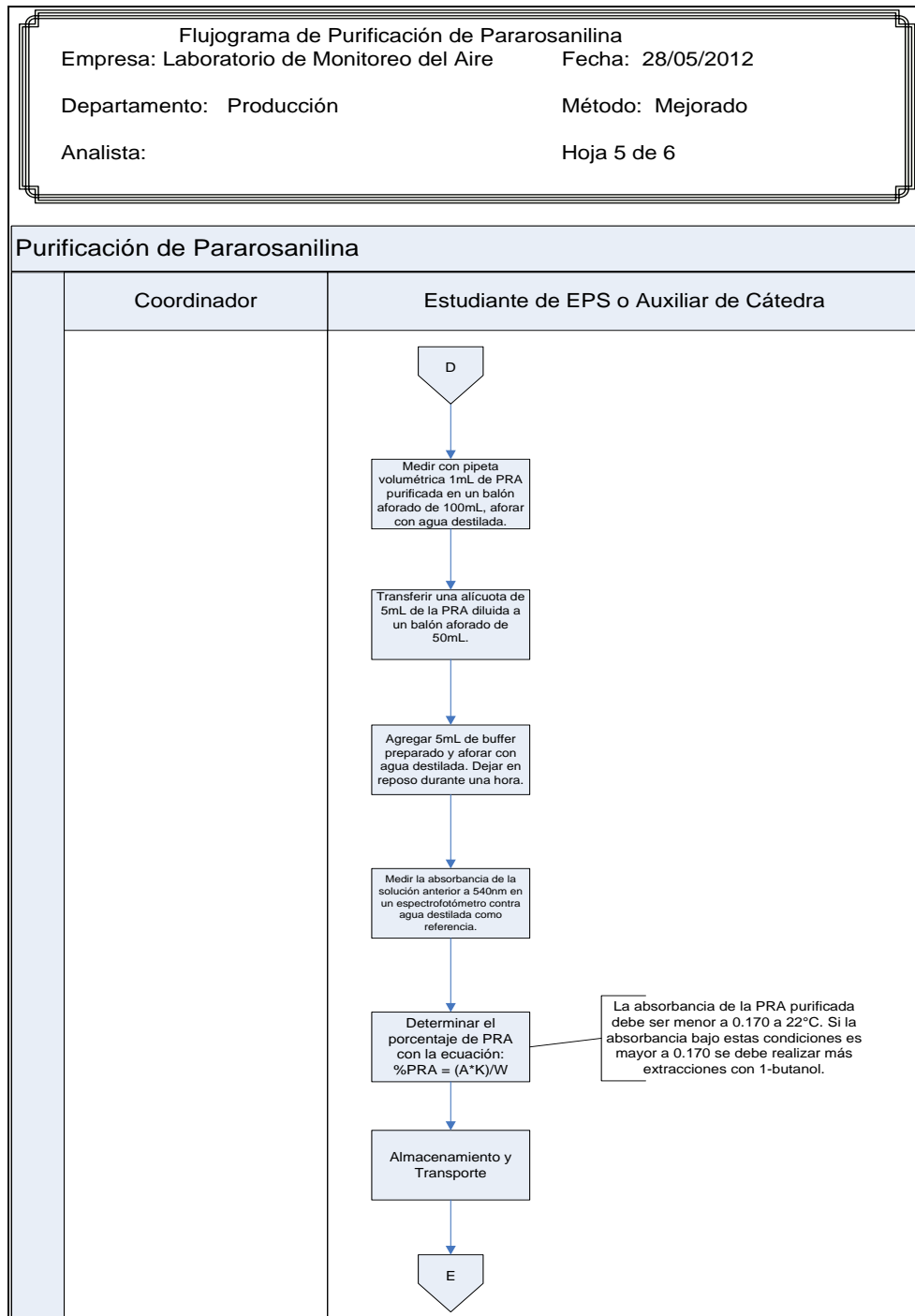




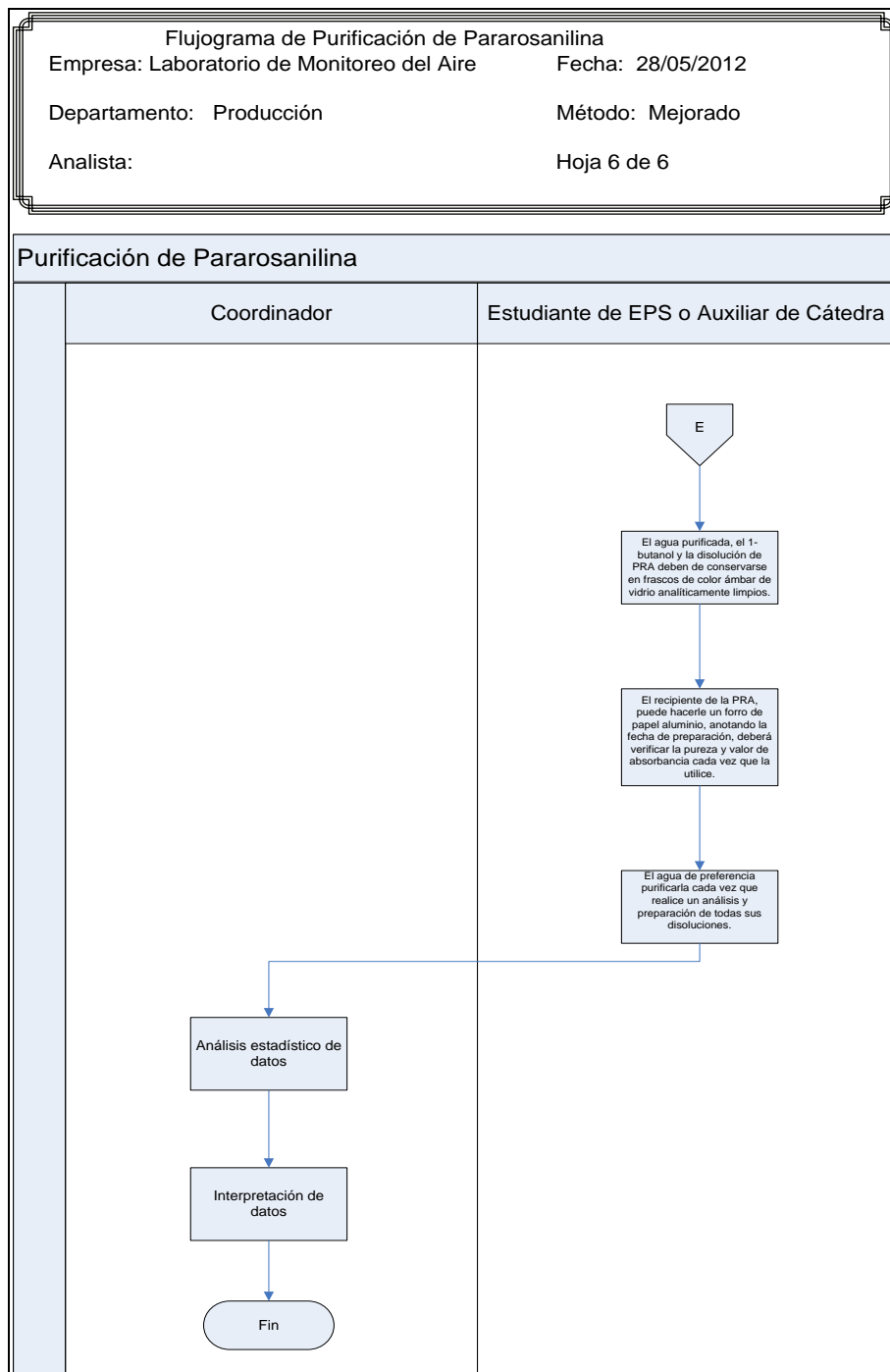
Continuación de la figura 34.



Continuación de la figura 34.

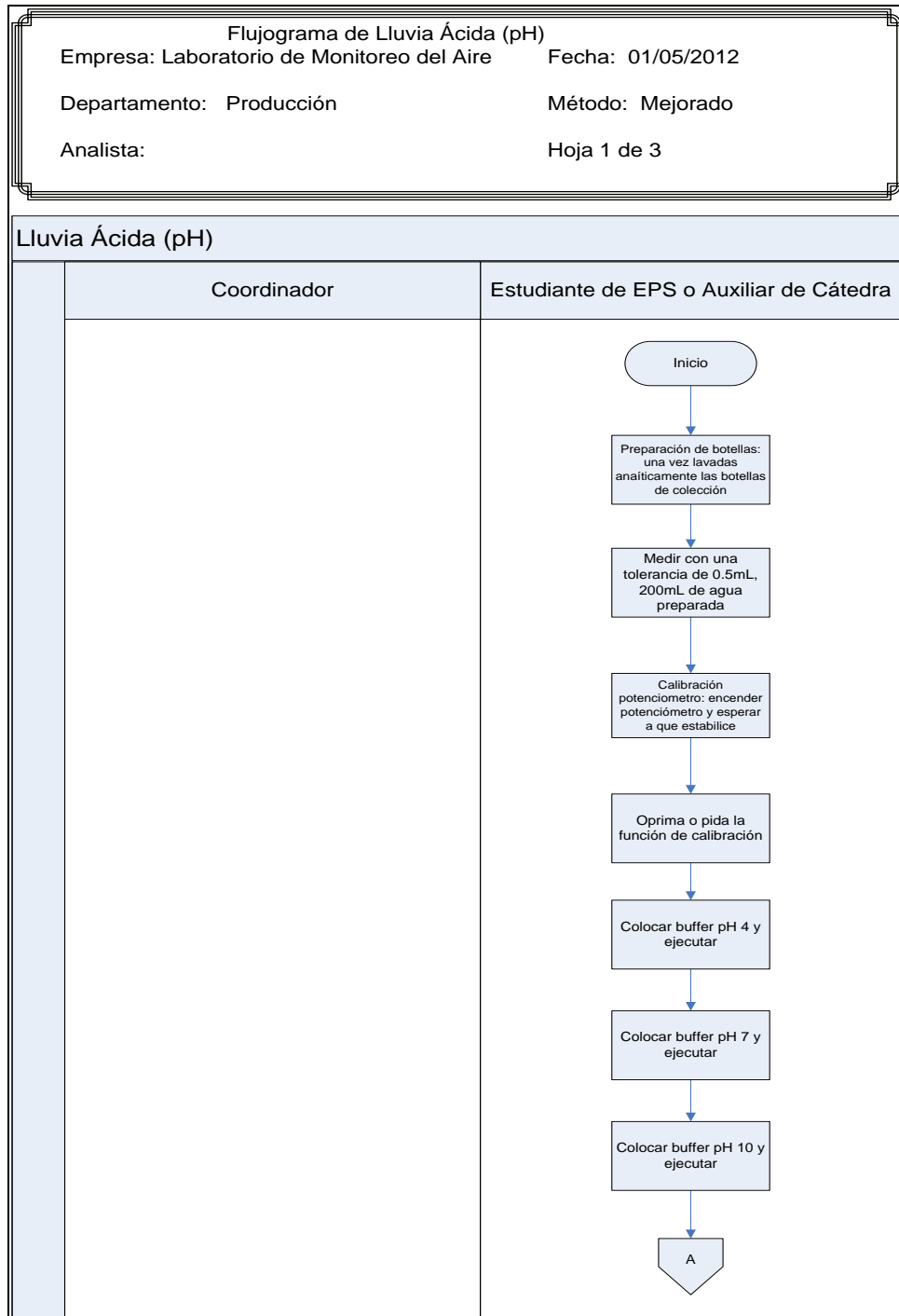


Continuación de la figura 34.

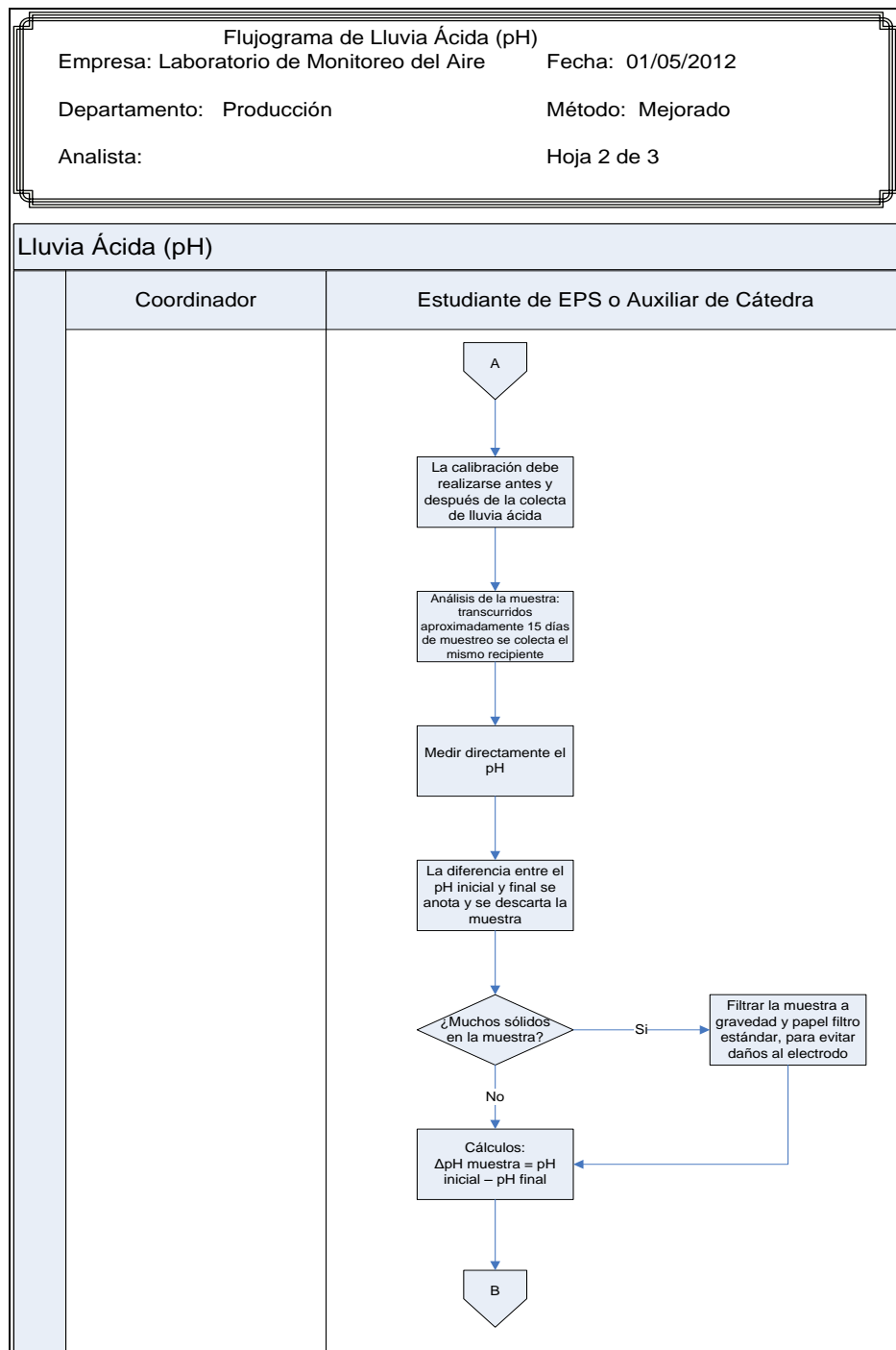


Fuente: elaboración propia.

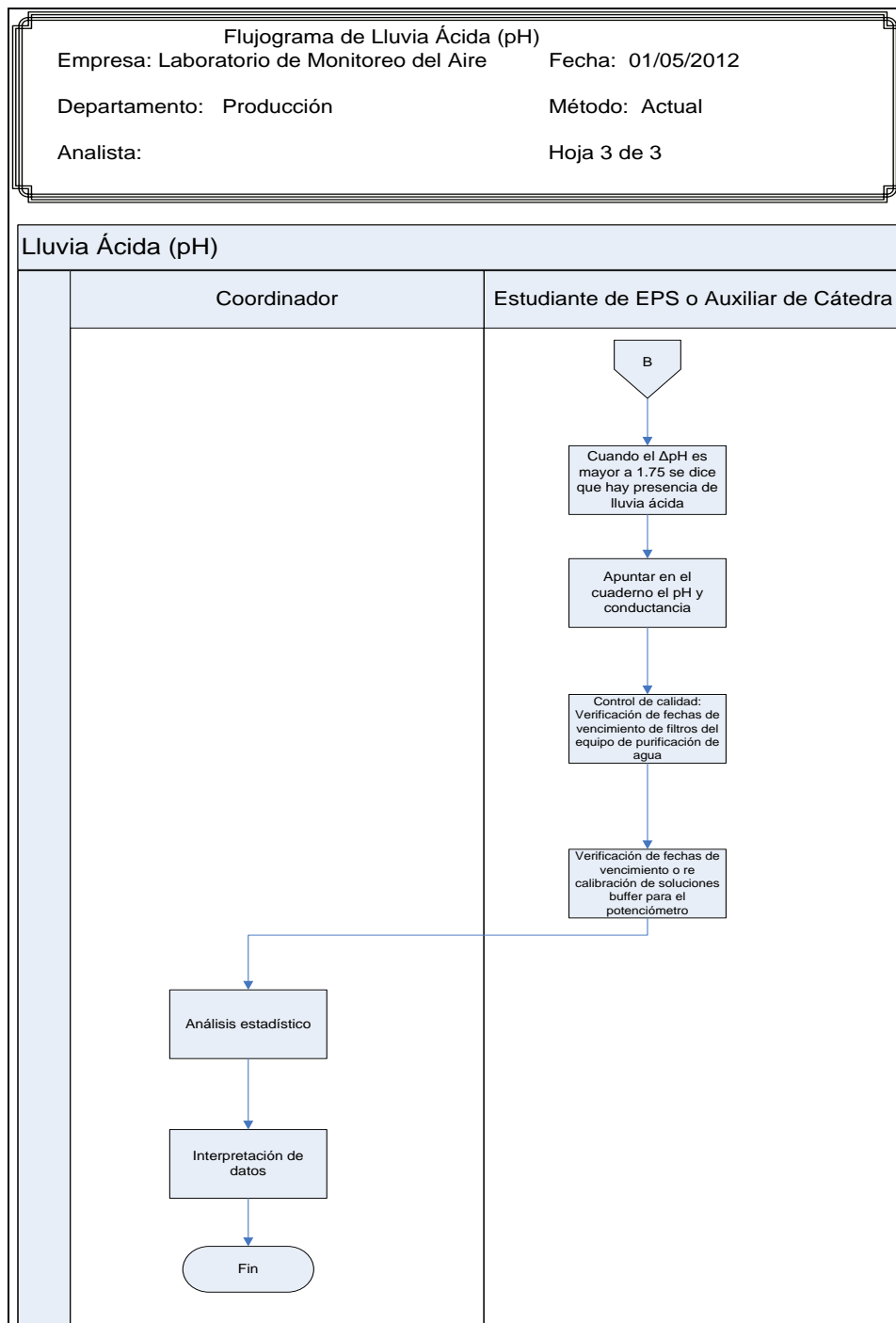
Figura 35. **Flujograma mejorado para el análisis de lluvia ácida (pH)**



Continuación de la figura 35.

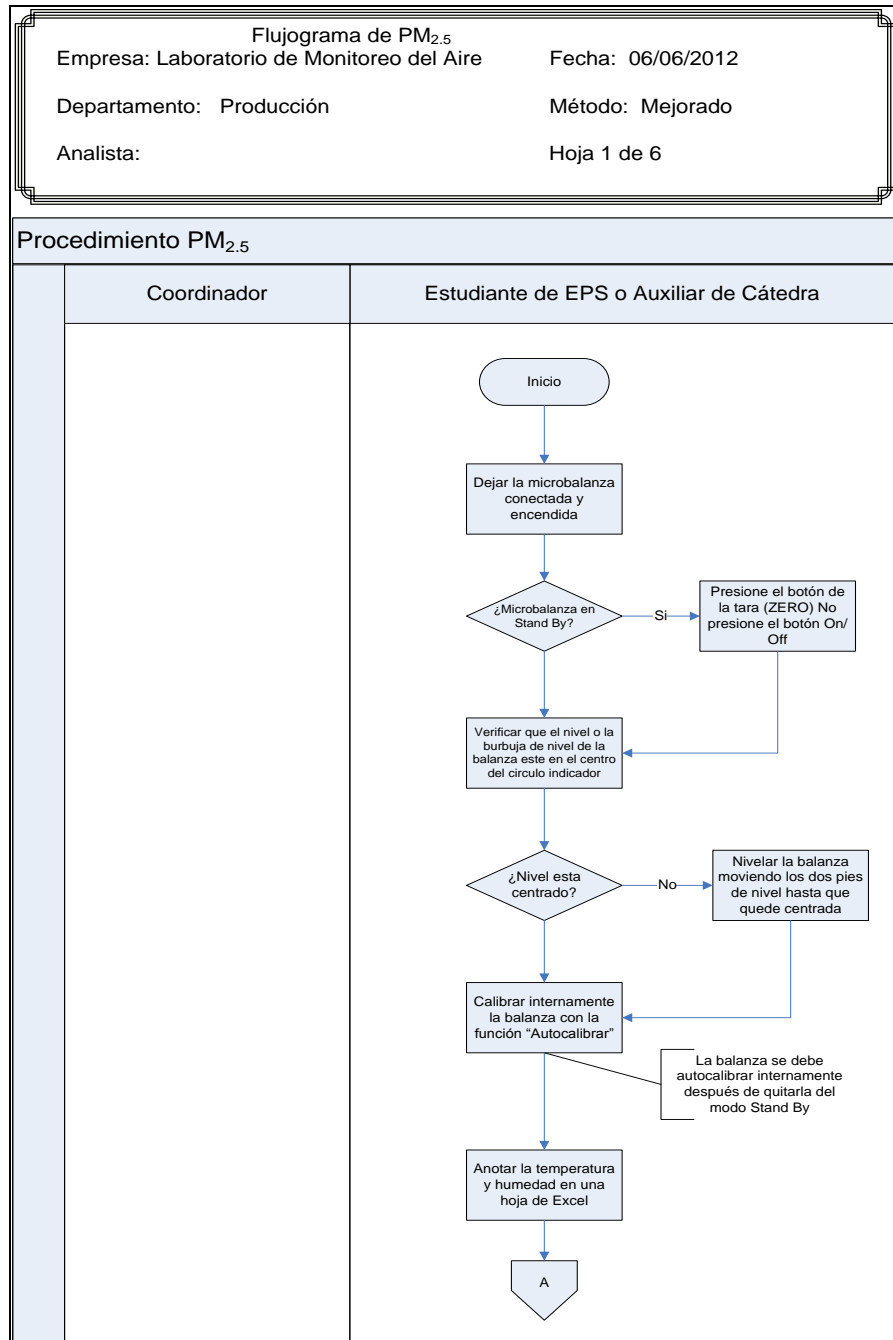


Continuación de la figura 35.

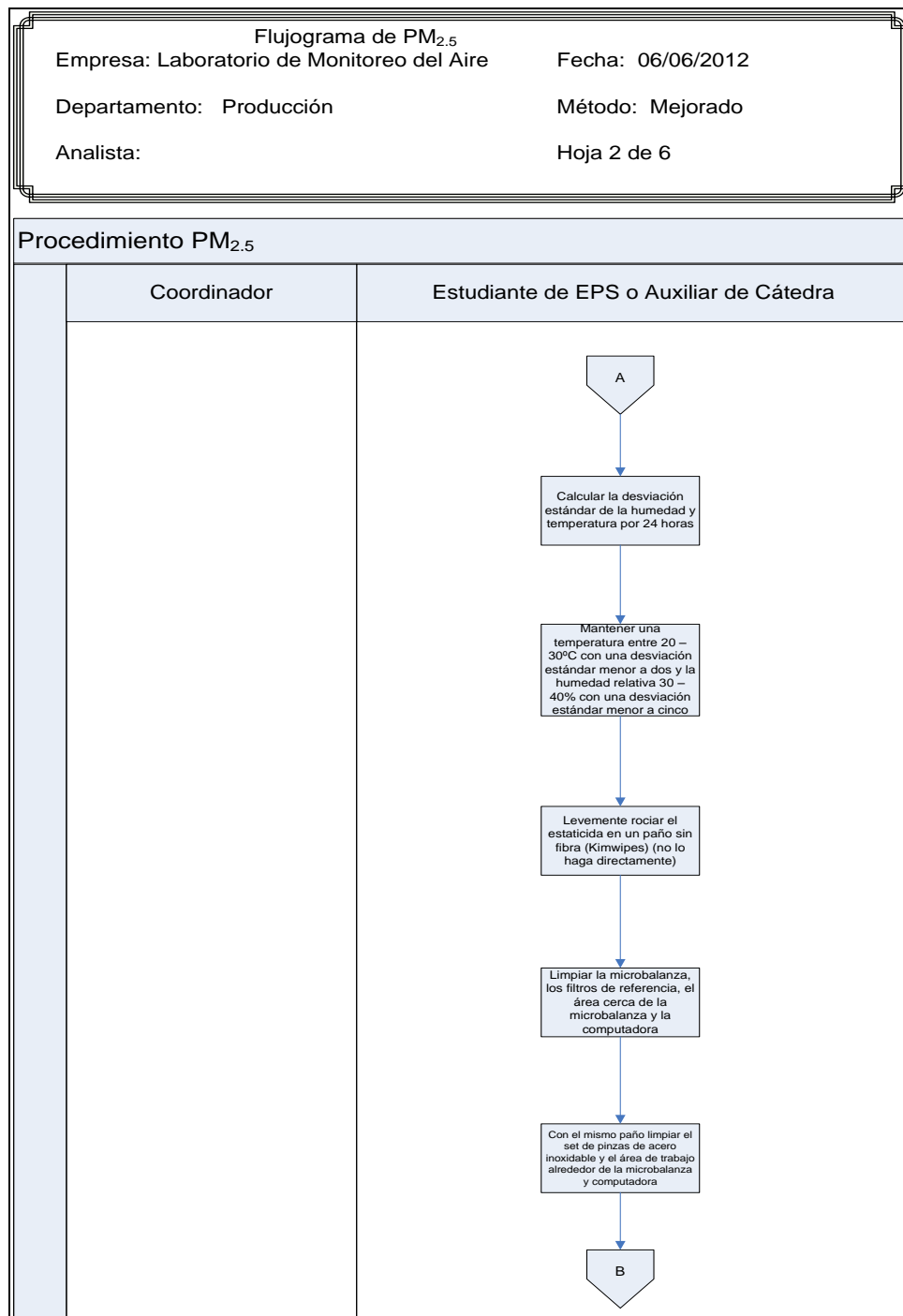


Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Flujograma para el análisis de partículas menores a 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>)**

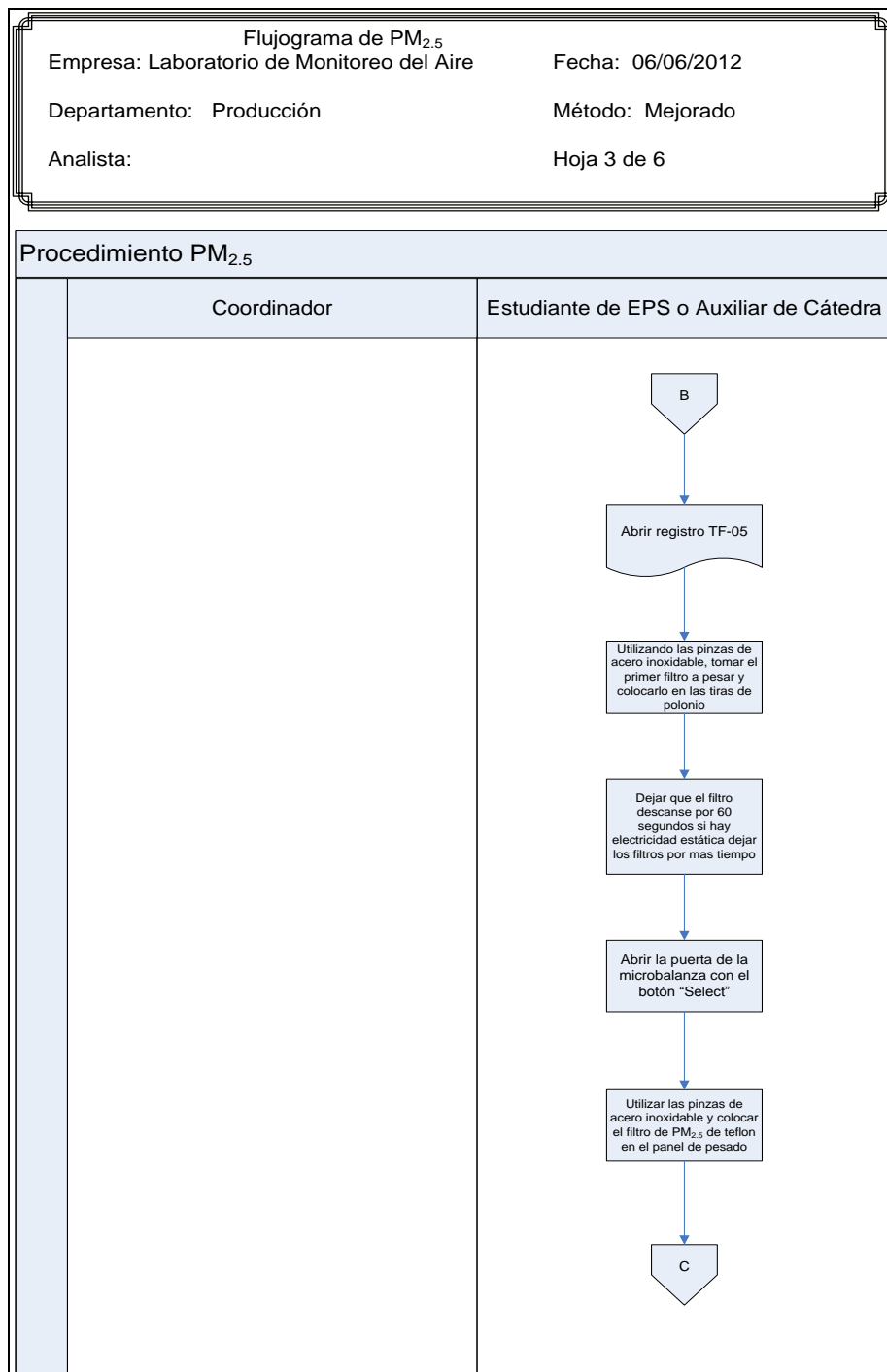


Continuación de la figura 36.

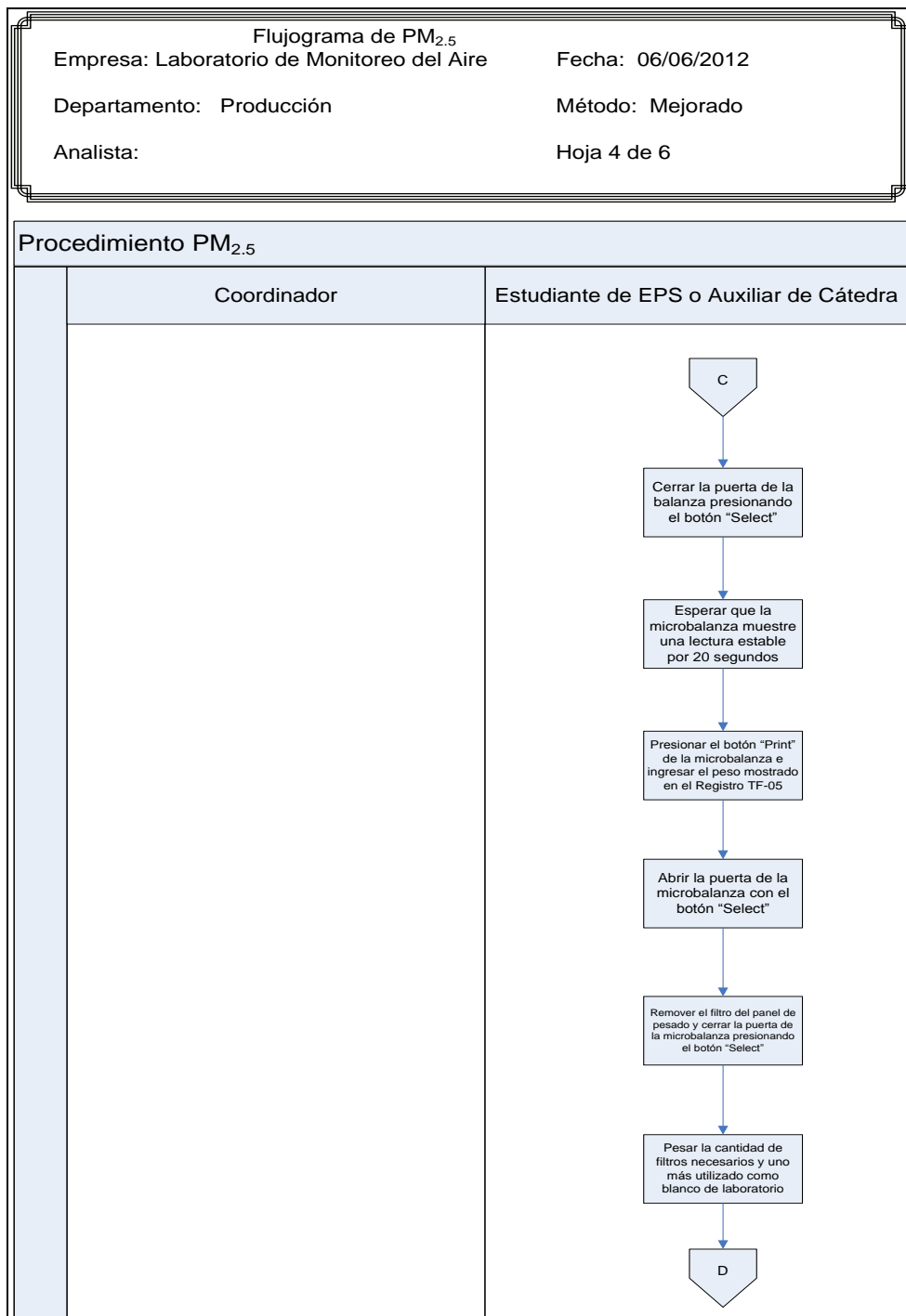




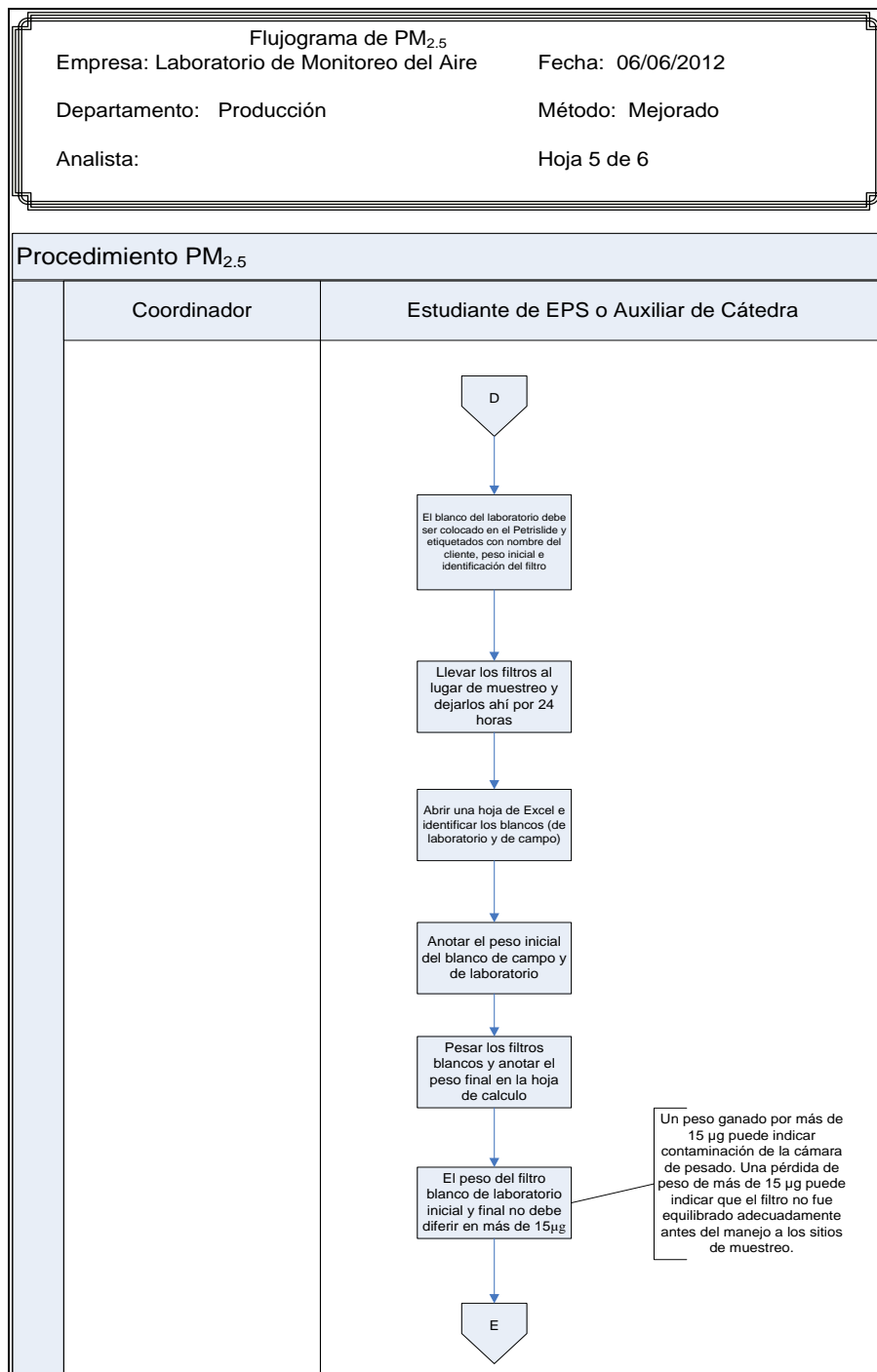
Continuación de la figura 36.



Continuación de la figura 36.



Continuación de la figura 36.







### 2.2.2.3. Documentos implementados

Los documentos que se implementaron durante el proyecto, tienen un encabezado en el cual, se tiene la identificación, que se empleará en todos los documentos, la cual debe ser inequívoca por lo que se tiene como documento base, el que presenta la nomenclatura que se utilizará.



Figura 37. Formato nomenclatura de código

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE													
Registro: GO - 05 Versión: 1 Fecha de actualización: 02/05/2012														
<b>NOMENCLATURA DEL CÓDIGO</b>														
Áreas en el Laboratorio														
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Área</th> <th>Abreviación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coordinación</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Asesoría</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Gestión de Calidad</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>Técnica</td> <td>T</td> </tr> </tbody> </table>			Área	Abreviación	Coordinación	C	Asesoría	A	Gestión de Calidad	G	Técnica	T		
Área	Abreviación													
Coordinación	C													
Asesoría	A													
Gestión de Calidad	G													
Técnica	T													
Procesos del Laboratorio														
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Proceso</th> <th>Abreviación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Control de Auditoría</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Formatos y Registros</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>Normas</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Organización</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>Procedimientos</td> <td>P</td> </tr> </tbody> </table>			Proceso	Abreviación	Control de Auditoría	C	Formatos y Registros	F	Normas	N	Organización	O	Procedimientos	P
Proceso	Abreviación													
Control de Auditoría	C													
Formatos y Registros	F													
Normas	N													
Organización	O													
Procedimientos	P													
Nombre y Firma Coordinador:	Nombre y Firma Gestor de Calidad:	Sello Laboratorio												



Fuente: elaboración propia.

Otro de los documentos implementados y que se tiene como base para el registro, es el listado de documentos, el cual sirve para llevar el control sobre la versión, código y la forma en que se puede encontrar el documento (impreso o electrónico), este listado irá cambiando, conforme se implementen nuevos documentos o se realicen cambios en los actuales y la versión se tenga que actualizar. A continuación se presenta el listado de documentos.

Figura 38. Formato listado de documentos

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE		
Forma: GO – 03 Versión: 1 Fecha de actualización: 02/05/2012			
<b>LISTADO DE DOCUMENTOS</b>			
Área: Coordinación			
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Versión</b>	<b>Documento</b>
CF-01	Minuta de reunión	1	Impreso-Electrónico
CO-02	Definición del puesto	1	Impreso-Electrónico
CO-03	Descripción del puesto	1	Impreso-Electrónico
CP-01	Cotización	1	Impreso-Electrónico
CP-02	Informes de visita de campo	1	Impreso-Electrónico
CP-03	Formato de informes técnicos	1	Impreso-Electrónico
Área: Asesoría			
Área: Gestión de Calidad			
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Versión</b>	<b>Documento</b>
GO-01	Encuesta atención al cliente	1	Impreso-Electrónico
GO-02	Instructivo de quejas	1	Impreso-Electrónico
GO-03	Listado de documentos	1	Impreso-Electrónico
GO-04	Calendario de monitoreo	1	Impreso-Electrónico
GO-05	Nomenclatura de código	1	Impreso-Electrónico
GO-06	Política de calidad	1	Impreso-Electrónico
Área Técnica:			
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Versión</b>	<b>Documento</b>
TF-01	Boleta para datos de campo	1	Impreso-Electrónico
TF-02	Certificado de calibración TPS	1	Impreso-Electrónico
TF-03	Check list	1	Impreso-Electrónico
TF-04	Determinación de gases y otros contaminantes	1	Impreso-Electrónico
TF-05	Determinación de partículas	1	Impreso-Electrónico
Nombre y Firma, Coordinador:		Nombre y Firma, Gestor de Calidad	Sello Laboratorio

Continuación de la figura 38.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE		
Forma: GO – 03 Versión: 1 Fecha de actualización: 02/05/2012			
TF-06	Parámetros meteorológicos completa	1	Impreso-Electrónico
TF-07	Parámetros meteorológicos interna	1	Impreso-Electrónico
TF-08	Formato resultado de contaminantes	1	Impreso-Electrónico
TP-01	Procedimiento TPS	1	Impreso-Electrónico
TP-02	Calibración TPS	1	Impreso-Electrónico
TP-03	Procedimiento PM <sub>10</sub>	1	Impreso-Electrónico
TP-04	Procedimiento Pb en PM <sub>10</sub>	1	Impreso-Electrónico
TP-05	Procedimiento precipitación de polvo	1	Impreso-Electrónico
TP-06	Procedimiento de NO <sub>2</sub>	1	Impreso-Electrónico
TP-07	Procedimiento de NO <sub>2</sub> (Dif. Activa)	1	Impreso-Electrónico
TP-08	Procedimiento Ozono (Dif. Activa)	1	Impreso-Electrónico
TP-09	Procedimiento Ozono Impinger	1	Impreso-Electrónico
TP-10	Procedimiento SO <sub>2</sub>	1	Impreso-Electrónico
TP-11	Procedimiento Pararosanilina	1	Impreso-Electrónico
TP-12	Procedimiento lluvia ácida	1	Impreso-Electrónico
TP-13	Procedimiento PM <sub>2.5</sub>	1	Impreso-Electrónico
TO-01	Plano Laboratorio	1	Impreso-Electrónico

Nombre y Firma, Coordinador:	Nombre y Firma, Gestor de Calidad	Sello Laboratorio
---------------------------------	--------------------------------------	-------------------

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.2.4. Control de calidad**

Como parte del control de calidad, la alta dirección del laboratorio debe efectuar cada seis meses, una revisión del sistema de gestión y de las actividades del laboratorio, para asegurarse de que se mantienen constantemente adecuados y eficaces, y para introducir los cambios o mejoras necesarios. La revisión debe tener en cuenta los elementos siguientes:



- La adecuación de las políticas y los procedimientos
- Los informes del personal directivo y de supervisión
- El resultado de las auditorías internas recientes
- Las acciones correctivas y preventivas
- Las evaluaciones por organismos externos
- Los resultados de las comparaciones interlaboratorios o de los ensayos de aptitud.
- Todo cambio en el volumen y el tipo de trabajo efectuado
- La retroalimentación de los clientes
- Las quejas
- Las recomendaciones para la mejora
- Otros factores pertinentes, tales como las actividades del control de la calidad, los recursos y la formación del personal.<sup>5</sup>

Como parte de los elementos, se tiene la retroalimentación y las quejas que puedan surgir por parte de los clientes, para lo que se crearon una encuesta de satisfacción al cliente y un formato para las quejas que se presentan a continuación.

5. Norma COGUANOR NGR/ISO/IEC 17 025, 2001, p. 18





Figura 39. Formato para la presentación de quejas

	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE Registro: GO-02 Versión: 1 Fecha de Actualización: 02/05/2012	
<h3>Presentación de Quejas</h3> <p>INSTRUCCIONES: Si tiene alguna queja sobre el servicio recibido escriba cual es la queja y el motivo por la cual surgió. Esto nos será de gran ayuda para mejorar nuestros servicios. Los datos que en ella se consignen se tratarán de forma anónima.</p>		
Fecha:		
Lugar:		
Queja:		
Nombre y firma de Coordinador:	Nombre y firma de Gestor de Calidad	Sello Laboratorio

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Formato para encuesta de satisfacción al cliente

 <p><b>USAC</b> TRICENTENARIA</p>	<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE</p> <p>Forma GO-01 Versión: 1 Fecha Actualización: 02/05/2012</p>	
--	---	---

**Encuesta de satisfacción del cliente-usuario**

**INSTRUCCIONES:** Gracias por realizar la Encuesta de satisfacción del cliente. No tardará más de cinco minutos en completarla y nos será de gran ayuda para mejorar nuestros servicios. Los datos que en ella se consignen se tratarán de forma anónima.



**PRIMERA PARTE:** Clasifique su nivel de satisfacción de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

1 = nada de acuerdo  
 2 = en desacuerdo  
 3 = indiferente  
 4 = de acuerdo  
 5 = muy de acuerdo  
 Si no tiene una opinión respecto a algún inciso deje la casilla en blanco

1. La unidad /servicio realiza la labor esperada. ( )
2. El personal se muestra dispuesto a ayudar a los usuarios. ( )
3. El trato del personal con los usuarios es considerado y amable. ( )
4. El personal da la imagen de estar totalmente cualificado para las tareas que tiene que realizar. ( )
5. Cuando acudo al Servicio sé que encontraré las mejores soluciones. ( )
6. El personal da una imagen de honestidad y confianza. ( )
7. Cuando acudo al servicio, no tengo problemas en contactar con la persona que puede responder a mis demandas. ( )
8. El servicio /unidad informa de forma clara y comprensible a los usuarios. ( )

Nombre y Firma, Coordinador:	Nombre y Firma, Gestor de Calidad	Sello Laboratorio
---------------------------------	--------------------------------------	-------------------

Continuación de la figura 40.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE  Forma GO-01 Versión: 1 Fecha Actualización: 02/05/2012	
<p>9. He tenido la oportunidad de comprobar que el personal cuenta con recursos suficientes para llevar a cabo su trabajo. ( )</p> <p>10. El Servicio da respuesta rápida a las necesidades y problemas de los usuarios. ( )</p> <p>11. He observado mejoras en el funcionamiento general del Servicio en mis distintas visitas al mismo. ( )</p> <p>12. El Servicio se adapta perfectamente a mis necesidades como usuario. ( )</p>		
<p>Sugerencias:</p> <div data-bbox="464 961 1218 1335" style="border: 1px solid black; height: 178px; width: 464px;"></div>		
Nombre y Firma, Coordinador:	Nombre y Firma, Gestor de Calidad	Sello Laboratorio

Fuente: elaboración propia.

Con estos documentos, se generarán acciones correctivas por insatisfacciones que el cliente encuentre en el servicio prestado, las cuales deberán ser solucionadas en un plazo apropiado.

#### **2.2.2.5. Validación del método**

Los procedimientos del laboratorio deben estar validados para garantizar su calidad, la cual consiste en confirmar, a través del examen y el aporte de evidencias objetivas, de que se cumplen los requisitos particulares para un uso específico previsto.

Estas validaciones las realizarán estudiantes de la carrera de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia que realicen su ejercicio profesional supervisado (EPS) en el laboratorio.



#### **2.2.2.6. Evaluación**

Evidencia factor humano



Para el factor humano la evaluación consiste en un plan de capacitaciones que se presenta en el último capítulo para mejorar la manera de realizar la inducción del personal cambiante al cual se le harán evaluaciones cortas sobre la inducción realizada para confirmar si la persona comprendió en su mayoría los temas tratados en la inducción y así pueda desempeñarse en el puesto que estaría ocupando.

Con la descripción de puestos, se evaluará a la persona aspirante al puesto, la cual, debe demostrar que cumple con los requisitos solicitados además de una breve entrevista con el coordinador del laboratorio, para definir los requisitos de un puesto, se implementó un documento para la definición del puesto como se puede observar en la imagen siguiente:

Figura 41. Formato para la descripción del puesto

	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE	
Registro: CO – 03 Versión: 1 Fecha de Actualización: 02/05/2012		
<b>DESCRIPCIÓN DEL PUESTO</b>		
Empresa:		
Nombre y apellido del titular:		
Area/Dirección:		
Puesto superior:		
Descripción General:		
Requisitos del Puesto		
Formación Básica:		
Otra formación complementaria:		
Experiencia requerida:		
Idioma:		
Responsabilidad:		
Clima de trabajo:		
Riesgo y enfermedades:		
Maquinaria y Herramientas a utilizar:		
Nombre y Firma, Coordinador:	Nombre y Firma, Gestor de Calidad	Sello Laboratorio

Continuación de la figura 41.



	<p>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE</p> <p>Registro: CO – 03 Versión: 1 Fecha de Actualización: 02/05/2012</p>			
<table border="1"><tr><td data-bbox="435 562 1216 615">Riesgo personal de accidentes:</td></tr><tr><td data-bbox="435 615 1216 688">Medidas de seguridad y equipos:</td></tr></table>			Riesgo personal de accidentes:	Medidas de seguridad y equipos:
Riesgo personal de accidentes:				
Medidas de seguridad y equipos:				
Nombre y Firma, Coordinador:	Nombre y Firma, Gestor de Calidad	Sello Laboratorio		

Fuente: elaboración propia.

## Monitoreo y giras de campo

Los monitoreos y giras de campo, deben de realizarse de acuerdo al calendario de Monitoreo de la Calidad del Aire, que se establece en convenio con el MARN, el cual, debe mantener un registro que se empleará por medio del formato indicado, que se presenta en la imagen.

Figura 42. **Formato del calendario de muestreo**

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUIMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE Registro: GO-04 Versión: 1 Fecha de Actualización: 27/06/2012	
---	---	--



CALENDARIO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE  
PRIMERO Y SEGUNDO SEMESTRES

MES	PRIMER RECORRIDO	SEGUNDO RECORRIDO
ENERO		
FEBRERO		
MARZO		
ABRIL		
MAYO		
JUNIO		
JULIO		
AGOSTO		
SEPTIEMBRE		
OCTUBRE		
NOVIEMBRE		
DICIEMBRE		

Fuente: elaboración propia.



Para realizar la evaluación del monitoreo, se debe realizar la revisión de los datos y el equipo utilizado con el fin de saber si los datos son los correctos y llevar el registro en la utilización del equipo, para lo que se emplearán diversos formatos los cuales se presentan en las siguientes imágenes.

Figura 43. Formato *check list* equipo de medición

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUIMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE		
Registro: TF-03 Versión: 1 Fecha de Actualización: 19/10/11			
<b>CHECK LIST DE EQUIPO A UTILIZAR EN MEDICIONES EXTERNAS</b>			
Fecha de Medición: <input style="width: 100%;" type="text"/>			
Tiempo de Medición (Días): <input style="width: 100%;" type="text"/>			
No de Puntos de Medición: <input style="width: 100%;" type="text"/>			
<b>PARAMETROS A MEDIR</b>			
TPS	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
CO	PH	ST	OTRO
<b>LISTA DESCRIPTIVA</b>			
No.	Material	Cantidad	Chequeo
1	Filtros de TPS		
2	Monitor de TPS		
3	Filtros de PM <sub>10</sub>		
4	Monitor o impactor de PM <sub>10</sub>		
5	Orificio Crítico de PM <sub>10</sub>		
6	Bomba de Vacío PM <sub>10</sub>		
7	Monitor o impactor de SO <sub>2</sub> (incluye impingers y conectores)		
8	Orificio Crítico de SO <sub>2</sub>		
9	Bomba de Vacío SO <sub>2</sub>		
10	Solución Absorbente TCM para SO <sub>2</sub>		
11	Tubos de Difusión preparados para NO <sub>2</sub>		
12	Soporte de Tubos de difusión (Si fuese necesario)		
13	Monitor de CO		
14	Extensiones de corriente		
15	Botellas con agua neutra preparadas para PH		
16	Embudo, tapón y manguera de botella para PH		
17	Soporte de embudo, tapón y manguera de botella para PH		
18	Recipientes con agua desmineralizada para ST		
19	Soporte de recipiente para ST		
20	Dentro de la maleta: Guantes de cuero (pares)		
21	Dentro de la maleta: Guantes de látex (pares)		
22	Dentro de la maleta: Guantes de poliestireno (pares)		
23	Dentro de la maleta: Papel para gráficos de flujo TPS		
24	Dentro de la maleta: Boletas de campo		
25	Dentro de la maleta: Boletas de parámetros de partículas		
26	Dentro de la maleta: Cinta de aislar (rollo)		
27	Dentro de la maleta: Cinta de masquin tape (rollo)		
28	Dentro de la maleta: Cinta de teflón (rollo)		
29	Dentro de la maleta: Llaves de candados		
30	Dentro de la maleta: Marcador permanente		
31	Dentro de la maleta: Lapicero		



Continuación de la figura 43.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUIMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE  Registro: TF-03 Versión: 1 Fecha de Actualización: 19/10/11	
---	---	---

No.	Material	Cantidad	Chequeo
32	Dentro de la maleta: Lápiz		
33	Dentro de la maleta: Termómetro IR		
34	Dentro de la maleta: Medidor de parámetros climáticos		
35	Dentro de la maleta: GPS		
36	Dentro de la maleta: Regletas		
37	Dentro de la maleta: Conector polarizado o trifásico		
38	Dentro de la maleta: Navaja o cuchilla		
39	Cables sujetadores dentro del carro		
40	Candados extra		
41	Cadenas de seguridad		
42	Tabla para escribir		
43	Hielera para tubos de difusión y frascos con soluciones		
44	Bolsas abre fácil (Zip-Loc)		
45	Brocha de limpieza		
46	Herramienta básica: Desatomillador plano		
47	Herramienta básica: Desatomillador de cruz		
48	Herramienta básica: Ajustable o copas pequeñas		
49	Herramienta básica: Alicata o pinzas		
50	Papel Mayordomo		
51	Piseta con agua		
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			

Responsable de Lista:	
Responsable(s) de Mediciones:	



  

2



Fuente: elaboración propia.

Para la toma de muestra de datos, se utilizan dos formatos diferentes, uno para gases y uno para partículas.

Figura 44. Formato para toma de datos de gases

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUIMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE						
Registro: TF-04 Versión: 1 Fecha de Actualización: 02/05/2012							
<b>DETERMINACIÓN DE NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y OTROS</b>							
Estación No:	Fecha:	Presión Promedio:	Temperatura:	% Humedad:			
Responsable de la medición:							
<b>PARAMETROS A MEDIR</b>							
	Pasivo (NO <sub>2</sub> )	Activo (NO <sub>2</sub> )	Activo (SO <sub>2</sub> )	Pasivo (O <sub>3</sub> )	Activo (O <sub>3</sub> )	Lluvia ácida	Otro:
No. De tubos							
mL Solución absorbente inicial							
mL Solución absorbente final							
Equipo No.							
Bomba No.							
Orificio Crítico No.							
pH inicial							
pH final							
Na: no aplica Nm: no medido Nd: no determinado							
<b>PASIVO O<sub>3</sub></b>							
VARIABLE				DATOS			
mAbs muestra							
mAbs blanco							
T muestreo							
µl totales de O por 10 ml							
Ozono (µg/m <sup>3</sup> )							
<b>IMPINGER O<sub>3</sub></b>							
VARIABLE				DATOS			
µl totales de O <sub>3</sub> por 10 ml							
Vmuestra (lts)							
Ozono (ppm)							
Ozono (µg/m <sup>3</sup> )							

Continuación de la figura 44.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUIMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE  Registro: TF-04 Versión: 1 Fecha de Actualización: 02/05/2012	
---	---	---

PASIVO NO <sub>2</sub>	
VARIABLE	DATOS
µl por 4 ml de reac. De color	
µg NO/4ml	
Nmoles NO <sub>2</sub> (en 4ml)	
Absorvancia	
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	

ACTIVO NO <sub>2</sub>	
VARIABLE	DATOS
µl totales de NO <sub>2</sub> por 10 ml	
Vmuestra (lts)	
Dióxido de nitrógeno (ppm)	
Dióxido de nitrógeno (µg/m <sup>3</sup> )	

ACTIVO SO <sub>2</sub>	
VARIABLE	DATOS
µl totales de SO <sub>2</sub> por 10 ml	
Vmuestra (lts)	
Dióxido de azufre (ppm)	
Dióxido de azufre (µg/m <sup>3</sup> )	

CONDICIONES AMBIENTALES			
CONDICIÓN	BASTANTE	POCO	NADA
SOLEADO			
LLUVIOSO			
SECO			
NIEBLA			
CONSTRUCCIÓN			
TRANSPORTE			
INCENDIO			
FUENTES NATURALES			
OTROS			


<b>OBSERVACIONES:</b>

2

Fuente: elaboración propia.

Figura 45. Formato para toma de datos de material particulado

 <p><b>USAC</b> UNIVERSIDAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA</p>	<p><b>LMA</b></p> <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA ESCUELA DE QUÍMICA LABORATORIO DE MONITOREO DEL AIRE</p> <p>Registro: TF-05 Versión: 1 Fecha de Actualización: 02/05/2012</p>								
<b>DETERMINACION DE TPS, PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub></b>									
Nombre o número de Estación:	Fecha:	Presión Promedio:	Temperatura	% de Humedad:					
Responsable de la medición:									
<b>PARAMETROS A MEDIR</b>									
VARIABLE	TPS INICIAL	TPS FINAL	DIFERENCIA	PM <sub>10</sub> INICIAL	PM <sub>10</sub> FINAL	DIFERENCIA	PM <sub>2.5</sub> INICIAL	PM <sub>2.5</sub> FINAL	DIFERENCIA
Masa Filtro Trabajo									
Masa Filtro Patrón									
Tiempo									
Hora									
Flujo									
<b>VARIABLE</b>									
Flujo Promedio	TPS				PM <sub>10</sub>				
Qa Calculada					PM <sub>2.5</sub>				
T total en minutos									
Volumen total (m <sup>3</sup> )									
Masa Filtro Trabajo (MT-MP)									
Concentración (µg/m <sup>3</sup> )									







### 2.2.2.7. Señalización de seguridad industrial

La señalización, se realizó en base a un manual sobre condiciones de seguridad, que posee la Escuela de Química, para sus laboratorios, el cual menciona, el equipo de seguridad necesario, para las actividades realizadas en los mismos. Se colocaron rótulos en el laboratorio, indicando el equipo que se debe utilizar y qué tipo de materiales se encuentran en los gabinetes.

También se colocaron, rótulos en el nivel que se encuentra el laboratorio (3er Nivel, Edificio T-10), sobre la ruta de evacuación en caso de una emergencia, ya que anteriormente se contaba con una señalización que no era la adecuada y no se encontraba en un lugar visible, para las personas que salían de un laboratorio, porque se encontraban en la misma pared, que las puertas de ingreso y salida a los diferentes laboratorios.

Figura 48. **Columna 3er nivel edificio T-10 USAC previo a la señalización**



Fuente: 3er nivel, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.



Figura 49. **Descanso escaleras 2do a 3er nivel edificio T-10 USAC  
previo a señalización**



Fuente: gradas 2do a 3er nivel, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Figura 50. **Gabinetes previo a la señalización en el Laboratorio de  
Monitoreo del Aire**



Fuente: Laboratorio de Monitoreo del aire, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Figura 51. **Equipo previo a la señalización Laboratorio de Monitoreo del Aire**



Fuente: Laboratorio de Monitoreo del aire, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Figura 52. **Entrada al Laboratorio de Monitoreo del Aire previo a la señalización**



Fuente: Laboratorio de Monitoreo del aire, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Figura 53. **Columna 3er nivel edificio T-10 USAC con la señalización**



Fuente: 3er nivel, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Figura 54. **Descanso escaleras 2do a 3er nivel edificio T-10 USAC con la señalización**



Fuente: gradas 2do a 3er nivel, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Figura 55. **Gabinets con la señalización en el Laboratorio de Monitoreo del Aire**



Fuente: Laboratorio de Monitoreo del aire, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Figura 56. **Equipo con la señalización Laboratorio de Monitoreo del Aire**



Fuente: Laboratorio de Monitoreo del aire, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Figura 57. **Entrada al Laboratorio de monitoreo del Aire con la señalización**



Fuente: Laboratorio de Monitoreo del aire, T-10, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

### **2.2.3 Propuesta de herramientas de control**

Las propuestas, son herramientas que le servirán al laboratorio en algún momento, pero que, no fueron implementadas y se hace la propuesta de algunas de ellas.

#### **2.2.3.1 Plan de calibraciones**

La propuesta para el plan de calibraciones en el laboratorio, se plantea en base a la Norma COGUANOR NGR/ ISO/IEC 17 025, donde se menciona que, se deben establecer programas de calibración, para las magnitudes o valores esenciales de los instrumentos, cuando esas propiedades afecten significativamente a los resultados.

También, antes de poner en servicio un equipo, (incluido el utilizado para el muestreo) se debe calibrar o verificar, con el fin de asegurar que

responde a las exigencias especificadas del laboratorio y cumple las especificaciones normalizadas pertinentes. El equipo debe ser verificado o calibrado antes de su uso.

#### **2.2.3.2. Auditorías internas**

Todas las auditorías internas, deberán ser coordinadas por la dirección o el gestor de calidad y el auditor encargado de realizarlas, mediante una reunión, en la cual se programará una agenda de trabajo, especificando los puntos a ser evaluados de la Norma COGUANOR NGR/ ISO/IEC 17 025, en la cual, son evaluados por ser la norma aplicada a laboratorios de ensayo y calibraciones.

En la agenda, se determinan las personas involucradas en la evaluación y los puntos de la norma que les competen, al ser aprobada, se establecen los días de la evaluación, para que posteriormente se presenten los hallazgos de la misma y el laboratorio pueda cumplir con los tiempos establecidos en el cumplimiento de las NO CONFORMIDADES. La dirección queda a cargo del registro de todas las auditorías.

Para las reuniones de la auditoría o cualquier otro tipo de reunión, se utilizará una minuta donde se establece las personas presentes, los temas que se trataron y cuáles son las acciones a tomar, el cual se presenta a continuación.









### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

Para la fase de investigación involucra dos temas, el tema de Producción más Limpia y el ahorro de energía eléctrica los cuales son temas entrelazados, por este motivo se desarrollaron facilmente completanfo la fase con una propuesta de ahorro de energetico en la institución.

#### **3.1. Diagnóstico**

La fase de investigación, se trabajó en base al tema de Producción más Limpia, la cual busca fomentar una conciencia ambiental, mediante el ahorro de insumos o la mejor utilización de los mismos, como lo son el agua, energía eléctrica, materia prima, etc. En esta oportunidad, se trabajó en base al insumo de la energía eléctrica y la forma de tener un mejor consumo de la misma.

##### **3.1.1. Consumo anual de energía eléctrica del edificio**

Para el consumo de energía eléctrica del edificio, donde se encuentra el laboratorio (edificio T-10, 3er nivel, USAC) se solicitó la información en la unidad de servicios de la universidad, la información del consumo anual inicia a partir del año 2008, como se puede observar en la tabla III.

Tabla III. **Consumo anual energía eléctrica edificio T-10 USAC**

Mes	Año 2008 (Kw)	Año 2009 (Kw)	Año 2010 (Kw)	Año 2011 (Kw)	Promedio Mensual
Enero	13.420,00	47.460,00	19.320,00	12.320,00	23.130,00
Febrero	14.140,00	57.540,00	48.300,00	48.160,00	42.035,00
Marzo	45.500,00	45.080,00	60.200,00	57.540,00	52.080,00
Abril	58.380,00	53.340,00	44.100,00	48.160,00	50.995,00
Mayo	52.640,00	44.940,00	47.180,00	49.980,00	48.685,00
Junio	50.540,00	45.220,00	50.820,00	48.580,00	48.790,00
Julio	55.860,00	54.180,00	47.040,00	46.200,00	50.820,00
Agosto	53.060,00	53.841,00	24.092,00	52.080,00	45.768,25
Septiembre	50.775,00	52.780,00	24.092,00	49.980,00	44.406,75
Octubre	51.800,00	55.160,00	69.580,00	53.200,00	57.435,00
Noviembre	35.140,00	49.980,00	51.940,00	48.580,00	46.410,00
Diciembre	29.400,00	19.320,00	59.780,00	50.120,00	39.655,00
Promedio Anual	42.554,58	48.236,75	45.537,00	47.075,00	

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2. Variación del precio por Kw/h de energía eléctrica los últimos 5 años

La variación del precio, se obtiene con base al consumo anual del edificio, dividiendolo por los Kw consumidos, que da como resultado la tabla IV.

Tabla IV. **Variación del precio energía eléctrica**

Mes	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Promedio Mensual
Enero	Q2,57	Q1,28	Q2,03	Q2,79	Q2,17
Febrero	Q3,52	Q1,21	Q1,75	Q1,49	Q2,00
Marzo	Q1,66	Q1,32	Q1,72	Q1,46	Q1,54
Abril	Q1,74	Q1,14	Q1,85	Q1,50	Q1,56
Mayo	Q1,80	Q1,18	Q1,82	Q1,70	Q1,63
Junio	Q1,81	Q1,18	Q1,78	Q1,66	Q1,61
Julio	Q1,63	Q1,29	Q1,79	Q1,68	Q1,60
Agosto	Q1,65	Q1,29	Q1,67	Q1,87	Q1,62
Septiembre	Q1,60	Q1,30	Q1,67	Q1,88	Q1,61
Octubre	Q1,55	Q1,40	Q1,74	Q1,86	Q1,64
Noviembre	Q1,69	Q1,42	Q1,52	Q1,79	Q1,60
Diciembre	Q1,85	Q2,03	Q1,48	Q1,78	Q1,78
Promedio Anual	Q1,70	Q1,62	Q1,58	Q1,81	

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3. Verificar consumidores

Los consumidores, son aquellos que utilizan la energía eléctrica, para su funcionamiento, el verificar cuales son, ayudó a determinar el consumo que tiene el laboratorio de kilowatts-hora por mes, (Kwh/mes) verificando la potencia o los watts que consume cada equipo y el tiempo que estan en funcionamiento.

### 3.1.4. Establecer indicadores

Los indicadores para los consumidores de energía eléctrica, se han establecido, que serán los Kwh/mes, los cuales sirven para determinar, el ahorro que se puede tener mensualmente, en función al consumo actual, lo cual, permitirá realizar un análisis de los equipos posteriormente para determinar si se debe realizar una reparación o cambio del mismo.

Tabla V. **Consumidores de energía eléctrica en el Laboratorio de Monitoreo del Aire**

<b>Equipo</b>	<b>KWh/mes</b>
Monitor Computadora	13,1691287
CPU Computadora	68,0404983
Bomba 4	0,02436289
Bomba 8	0,02436289
Bomba Incap	0,02436289
Bomba 5	0,12181444
Campana	3,65809131
Estufa Corning Hot Place Stirrer PC - 351	0,264
Estación Meteorológica	26,3382574
Horno Blue M	62,9376
Cafetera	11,88
Microondas	2,0592
Balanza Mettler	0,0029348
Balanza AG 245	0,00410872
Lámparas	87,7941913
Sumatoria	276,342914

Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Plan de ahorro propuesto de reducción de costos y optimización del manejo de energía eléctrica en el laboratorio

La propuesta para el ahorro, se basa en las oportunidades de mejora, que puede tener el laboratorio en el consumo eléctrico, para lo cual, se presentan tres propuestas de mejoras, con sus cálculos que evidencian el ahorro, que se tendría y se resumen en la tabla dando las conclusiones y recomendaciones para el laboratorio.

- Propuesta A, apagar las luces, mientras no sean necesarias, gracias a la iluminación natural que posee el laboratorio, no es necesario utilizar las luces todo el tiempo que son ocho horas por lo que se puede minimizar el uso a la mitad, como una propuesta.

- Actualmente:

$$\left( \frac{24\text{lámparas} * 40\text{Watts} * 180\text{horas}}{1000\text{Watts} * \text{mes}} \right) = 172.80\text{Kwh} / \text{mes}$$

Esto por el precio promedio del año 2011 da:

$$172.80\text{Kwh} / \text{mes} * Q1.81 / \text{Kwh} = Q312.77 / \text{mes}$$

$$\left( \frac{24\text{lámparas} * 40\text{Watts} * 90\text{horas}}{1000\text{Watts} * \text{mes}} \right) = 86.40\text{Kwh} / \text{mes}$$

Esto por el precio promedio del año 2011 da:

$$86.40\text{Kwh} / \text{mes} * Q1.81 / \text{Kwh} = Q156.38 / \text{mes}$$

$$\text{Ahorro mensual sería de: } Q312.77 / \text{mes} - Q156.38 / \text{mes} = Q156.39 / \text{mes}$$

- Propuesta B, actualmente se tiene un arreglo de luminarias de 4\*40W, con lámparas tipo T-12, por lo que, para tener un ahorro se propone el cambio de lámparas a un tipo T-8, con un arreglo de 2\*32, esto no

afectaría la iluminación del laboratorio, por ser de menor cantidad de watts.

- Actualmente:

$$\left( \frac{24\text{lámparas} * 40\text{Watts} * 180\text{horas}}{1000\text{Watts} * \text{mes}} \right) = 172.80\text{Kwh} / \text{mes}$$

Esto por el precio promedio del año 2011 da:

$$172.80\text{Kwh} / \text{mes} * Q1.81 / \text{Kwh} = Q312.77 / \text{mes}$$

Con la distribución de las lámparas propuestas quedaría de la siguiente forma:

$$\left( \frac{12\text{lámparas} * 32\text{Watts} * 180\text{horas}}{1000\text{Watts} * \text{mes}} \right) = 69.12\text{Kwh} / \text{mes}$$

Esto por el precio promedio del año 2011 da:

$$69.12\text{Kwh} / \text{mes} * Q1.81 / \text{Kwh} = Q125.11 / \text{mes}$$

Las 180 horas/mes, se obtienen al mantenerlas encendidas un promedio de 6 horas diarias, durante el mes.

El ahorro que se tendría con el cambio de las lámparas es:

$$\text{Ahorro mensual} = Q312.77 / \text{mes} - Q125.11 / \text{mes} = Q187.66 / \text{mes}$$

- Propuesta C, la propuesta, se basa en desconectar equipos, que no se utilizan en el laboratorio, después del horario de trabajo, para evitar lo que se conoce como consumo “vampiro”, el cual es el consumo que representa tener conectados los equipos, aunque estos no estén siendo utilizados.

Posibles equipos a desconectar:

$$\text{Microondas: } \left( \frac{3.08\text{Watts} * 510\text{horas}}{1000\text{Watts} * \text{mes}} \right) = 1.57\text{Kwh} / \text{mes}$$

$$\text{Cafetera: } \left( \frac{1.14 \text{Watts} * 510 \text{horas}}{1000 \text{Watts} * \text{mes}} \right) = 0.58 \text{Kwh} / \text{mes}$$

$$\text{Computadora de escritorio: } \left( \frac{2.84 \text{Watts} * 510 \text{horas}}{1000 \text{Watts} * \text{mes}} \right) = 1.44 \text{Kwh} / \text{mes}$$

Las horas, se tomaron de las horas que permanece el laboratorio cerrado por día, durante un mes. Para el ahorro, nuevamente se multiplicará por el precio promedio del 2011.

$$\text{Microondas: } 1.57 \text{Kwh} / \text{mes} * Q1.81 = Q2.84 / \text{mes}$$

$$\text{Cafetera : } 0.58 \text{Kwh} / \text{mes} * Q1.81 = Q1.05 / \text{mes}$$

$$\text{Computadora de escritorio : } 1.44 \text{Kwh} / \text{mes} * Q1.81 = Q2.62 / \text{mes}$$

La sumatoria de estos es de : Q6.49/mes

Tabla VI. **Plan de mejora para el ahorro de energía eléctrica**

Áreas de Mejoramiento	Objetivos	Medidas para reducción de consumo	Ahorro total estimado	Responsable(s)
Laboratorio de Monitoreo del Aire	Reducir el consumo de energía eléctrica	Apagar las luces del laboratorio cuando no sean necesarias debido a la iluminación natural.	Q 156.39/mes	Personal del laboratorio
Laboratorio de Monitoreo del Aire	Reducir el consumo de energía eléctrica	Cambio de lámparas	Q 187.66/mes	Personal del laboratorio
Laboratorio de Monitoreo del Aire	Reducir el consumo de energía eléctrica	Desconectar equipo al salir del laboratorio	Q 6.49/mes	Personal del laboratorio

Fuente: elaboración propia.

- El laboratorio, puede tener un buen ahorro, con las propuestas que se tienen y dos de ellas no requieren de una inversión o gasto por lo que son viables para efectuarlas. La que requiere de una inversión, puede ser una mejora para un futuro dependiendo de la disponibilidad de fondos que cuente el laboratorio y los gastos del mismo.
- Que se empiecen con mejoras simples, como las dos propuestas que no requieren inversión, para observar el ahorro que se tiene y de esta manera ayudar con la disminución en el consumo de combustibles y emisiones de contaminantes.
- Hacer cotizaciones, sobre precios de lámparas propuestas, para el cambio y ver lugares más económicos para su compra y poder realizar el cambio de las actuales.





## **4. FASE DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE**

Esta fase está enfocada a trasladar los conocimientos hacia el personal de la institución al igual que obtener el conocimiento necesario para la realización del proyecto, con el fin de que los involucrados entiendan las mejoras realizadas y con el conocimiento aprendido se pueda hacer de una mejor manera.

### **4.1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación**

Para que, el personal del laboratorio pueda demostrar su capacidad se debe tener la capacitación necesaria, para realizar las tareas que se requieren en el mismo y así evitar cometer errores, que se pueden prevenir al tener la información e inducción necesaria. Para lo cual, se realizó un análisis de Pareto, para encontrar cuales son los temas importantes, para el analista que estará en el laboratorio.

#### **4.1.1. Pareto**

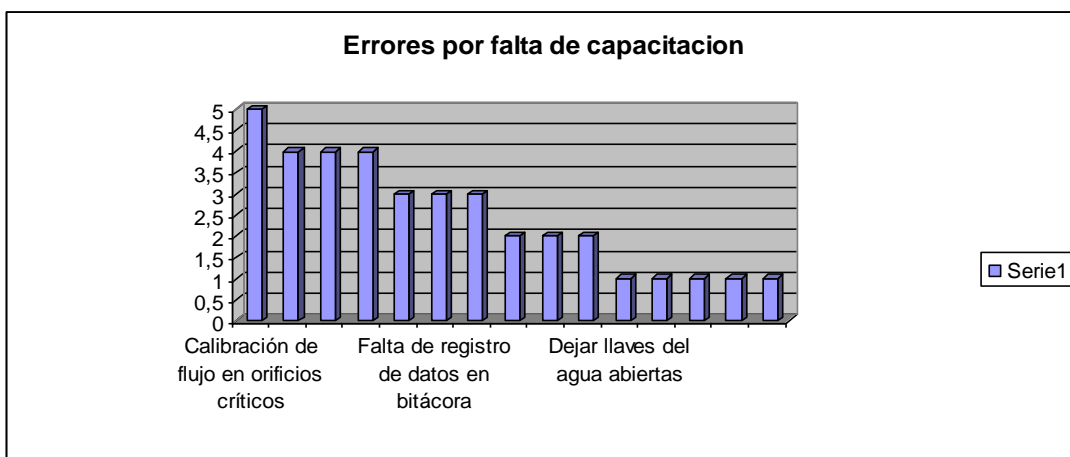
El análisis de Pareto, es una herramienta para la solución de problemas, en el cual se identifican los problemas y se cuantifican de forma ascendente y se crea una distribución acumulada, con lo que se logra determinar la mayor cantidad de problemas.

Tabla VII. Listado de errores por falta de capacitación

Error	Cantidad	%	% Acumulado	%Error / %Tema
Calibración de flujo en orificios críticos	5	13,5135135	13,51351351	13/6.67
Anotación de datos de campo	4	10,8108108	24,32432432	24/13.33
Calibración de flujo en Impactores	4	10,8108108	35,13513514	35/20
Colocación de filtros	4	10,8108108	45,94594595	46/26.67
Conexión de bombas de vacío	3	8,10810811	54,05405405	54/33.35
Falta de registro de datos en bitácora	3	8,10810811	62,16216216	62/40
Falta de registro de datos meteorológicos	3	8,10810811	70,27027027	70/46.67
Dejar luces o equipo eléctrico del laboratorio encendidos	2	5,40540541	75,67567568	
Mal manejo de balanzas	2	5,40540541	81,08108108	
Mal manejo de espectrofotómetro	2	5,40540541	86,48648649	
Dejar llaves del agua abiertas	1	2,7027027	89,18918919	
Dejar llaves del laboratorio adentro	1	2,7027027	91,89189189	
Falta de equipo de medición en el campo	1	2,7027027	94,59459459	
Mal reporte de resultados de laboratorio	1	2,7027027	97,2972973	
Preparación de disoluciones	1	2,7027027	100	
Total de Errores	37	100		

Fuente: elaboración propia.

Figura 59. Gráfica de barras errores por falta de capacitación



Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. Análisis y estrategia

El análisis y estrategia se utiliza para elaborar primeramente un estudio de la situación y evaluar las posibles soluciones, posteriormente se determina la mejor solución posible y se crea la estrategia a seguir para cumplir con la solución escogida.

- Análisis: se tiene un total de 15, errores que se pueden cometer por falta de capacitación al personal, de los cuales se tiene la cantidad de errores posibles por muestreo, que han sido ordenados de forma descendente. La sumatoria de la cantidad de errores posibles, nos permite conocer el total de errores posibles que una persona puede cometer en un muestreo, lo cual representa el 100%, con lo que se obtiene el porcentaje que representa cada uno de los errores, para que el análisis de Pareto represente la regla 80-20. Con la sumatoria, se puede ver cuáles problemas producen la mayoría de errores y cual es el porcentaje de errores que los producen.
- Para el laboratorio, se obtiene que el 70% de los errores se puede solucionar, con el 47% de los temas que serán dados en diferentes pláticas que se tienen propuestas realizar como parte de la inducción al personal.
- Estrategia: para la estrategia, se tiene un cuadro de capacitaciones, que se deben de dar al personal, como parte de su inducción, lo que se analizará con qué pláticas se pueden solucionar uno de los errores, para obtener cuales platicas nos proporcionarían el 47% de los temas, de los cuales cubren el 70% de los problemas.

## 4.2. Plan de capacitaciones según necesidades del laboratorio

El plan de capacitaciones, se basa en el análisis de Pareto, de donde se obtuvieron los temas, que pueden generar los errores en el muestreo de los contaminantes que realizan en el laboratorio, para lo que se obtuvo una tabla con los temas de inducción que se deben dar al personal cambiante, para que pueda realizar las actividades que se requieren en su puesto. A continuación se presenta la tabla con los temas de inducción.

Tabla VIII. Temas de capacitación e inducción

<b>Capacitaciones para la Inducción</b>	
Etapa de Preparación de Equipo	
Tema de Inducción	Responsable
Manejo de Formatos	EPS Saliente
Ubicación del Material	EPS Saliente
Equipo de seguridad	EPS Saliente
Instrucciones para monitoreo	EPS Saliente
Platica Introductoria	Coordinador
Pesaje previo de filtros	EPS Saliente
Introducción a producción más limpia	Coordinador
Energía Eléctrica	Coordinador
Mantenimiento y limpieza de equipo	EPS Saliente
Etapa de Monitoreo	
Tema de Inducción	Responsable
Muestréos realizados en cada punto	EPS Saliente
Colocación de filtros	EPS Saliente
Lectura del equipo	EPS Saliente
Toma de datos meteorológicos	EPS Saliente
Etapa de Análisis	
Tema de Inducción	Responsable
Material Particulado	EPS Saliente
Calculo de la información	EPS Saliente
Calibración de bombas	EPS Saliente
Limpieza de impactores de bajo volumen	EPS Saliente
Calibración de TPS, PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub>	EPS Saliente
Contaminantes gaseosos	EPS Saliente
Calibración de bombas	EPS Saliente
Preparación de tubos	EPS Saliente
Preparación y almacenaje de disoluciones	EPS Saliente
Uso de espectrofotómetro	EPS Saliente
Calculo de la información	EPS Saliente
Lluvia ácida	EPS Saliente
Preparación de botellas	EPS Saliente
Medición potenciométrica	EPS Saliente
Calculo de la información	EPS Saliente
Reporte	Coordinador

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.1. Inducción a Producción más Limpia**

El tema de Producción más Limpia, forma parte de la fase de investigación del proyecto, para enmarcar las tendencias que se tienen actualmente, sobre el manejo de los desperdicios y la concientización ambiental que deben de tener las empresas o instituciones.

Se realizó una inducción al tema de Producción más Limpia, con una platica sobre el tema para que el personal tenga conocimiento sobre lo que trata este tema y lo que se busca conseguir. Al igual que funcionaría como una introducción al tema de ahorro energético, que forma parte de las acciones o actividades de la producción más limpia.

#### **4.2.2. Energía eléctrica**

El tema de energía eléctrica, es el tema principal de la fase de investigación, el cual, como se menciona anteriormente está inmerso en el tema de producción más limpia, como una actividad que se realiza para disminuir el impacto ambiental que se tiene, por el consumo de la misma.

Para este tema, también se realizó una inducción, enfocándola al laboratorio, teniendo como base los resultados obtenidos en la fase de investigación, sobre el consumo que tiene el laboratorio en este aspecto, la variación del precio de la energía eléctrica y cuales son los consumidores que se tienen en el laboratorio.

Para concluir, con las opciones que se pueden tener para ahorrar el consumo de energía eléctrica, como se observa anteriormente se presentaron diferentes propuestas para ello. Y al momento de realizar un cambio en el personal se pueda transmitir el tema.

### **4.2.3. Manejo de formatos**

Como parte del proyecto, se implementó una estructura para los diferentes formatos que se realizaron o actualizaron, con el objetivo de facilitar el registro de las actividades y el mejor control de las mismas. Es un tema importante en la inducción, que se debe realizar al momento de hacer un cambio en el personal o para el personal que llega por un período breve (estudiantes de EDC), para que así se puedan manejar de una forma adecuada y se tenga el conocimiento de donde se encuentran los diferentes formatos a utilizar.

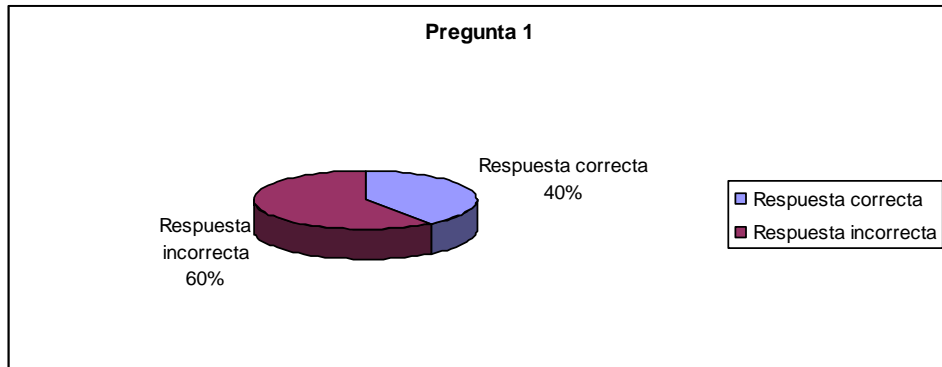
### **4.3. Evaluación de capacitación**

Las evaluaciones, son parte de la capacitación que se dió al personal del laboratorio, con los temas mencionados anteriormente, las evaluaciones no fueron extensas, porque el objetivo de ellas, no es la de examinar a profundidad el conocimiento obtenido, si no que es, para conocer si obtuvieron el conocimiento necesario del tema.

Para el tema de producción más limpia, se realizó una prueba inicialmente, abarcando sólo este tema, para los temas siguientes, se realizó una prueba combinándolos e incluyendo un poco en la evaluación, el tema de producción más limpia, debido a que, al momento de realizarla se estaba teniendo una transición en el cambio de personal, motivo por el cual se incluyó nuevamente, para que la persona que estaba ingresando tuviera el conocimiento del tema y lo pueda dar, como parte de la inducción en una futura transición de puesto.

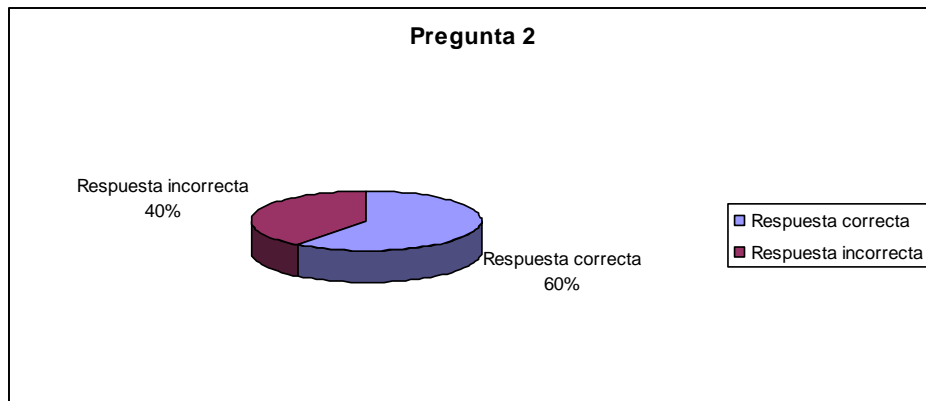
Los resultados de las evaluaciones, se muestran a continuación, de esta manera se puede observar si la capacitación fue satisfactorio o no.

Figura 60. **Resultado pregunta No. 1. primera evaluación**



Fuente: elaboración propia.

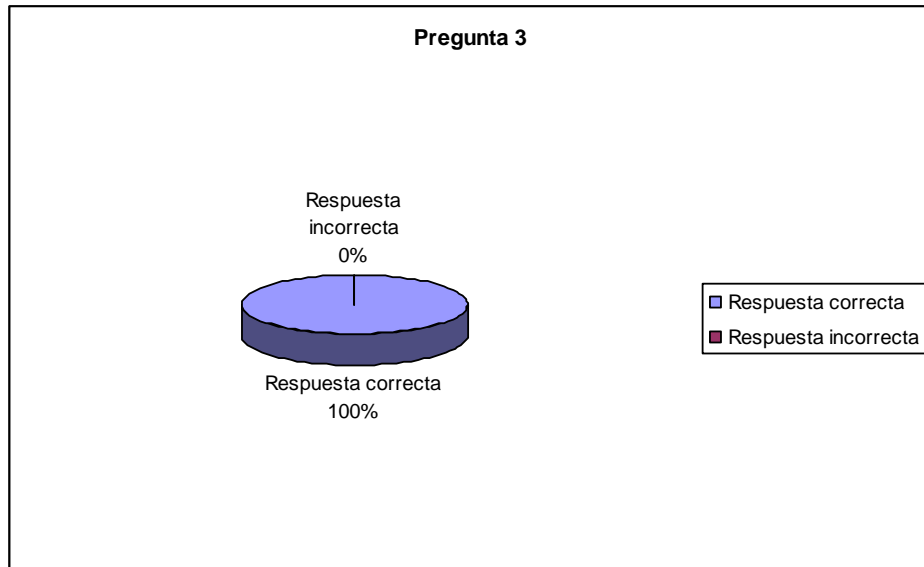
Figura 61. **Resultado pregunta No. 2. primera evaluación**



Fuente: elaboración propia.

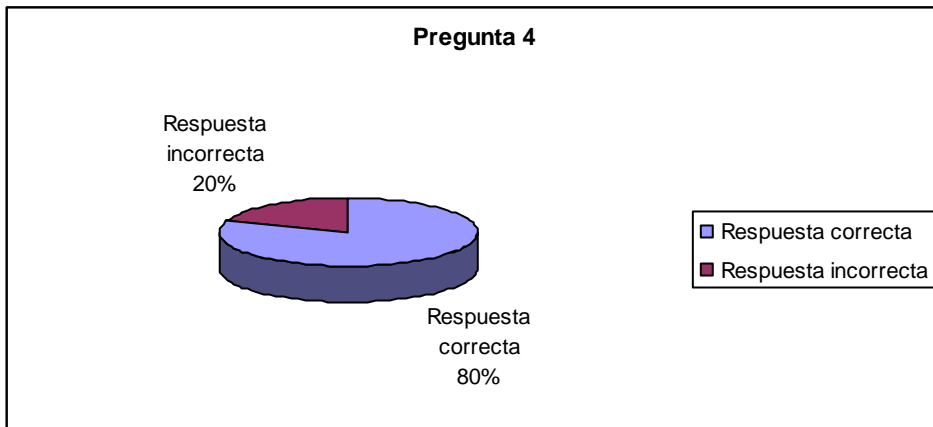


Figura 62. **Resultado pregunta No. 3. primera evaluación**



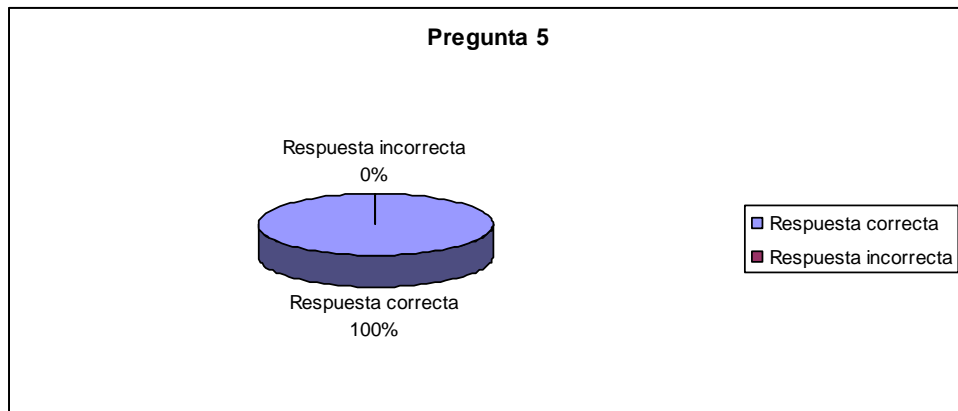
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Resultado pregunta No. 4. primera evaluación**



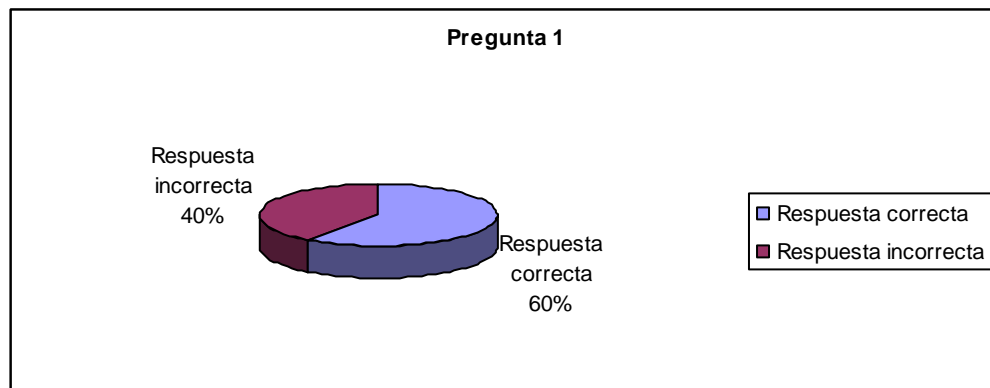
Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **Resultado pregunta No. 5. primera evaluación**



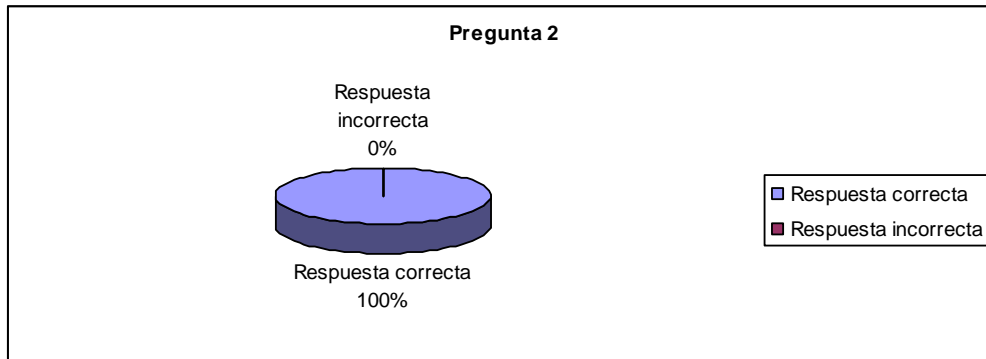
Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Resultado pregunta No. 1. segunda evaluación**



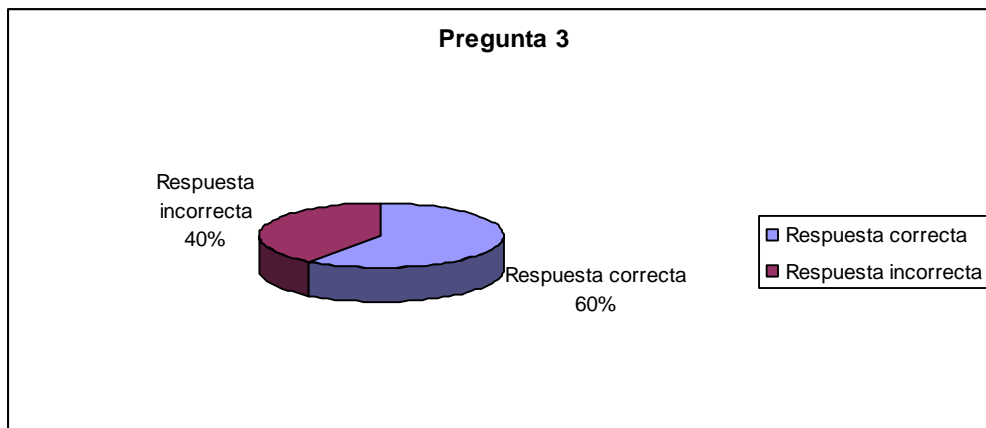
Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **Resultado pregunta No. 2. segunda evaluación**



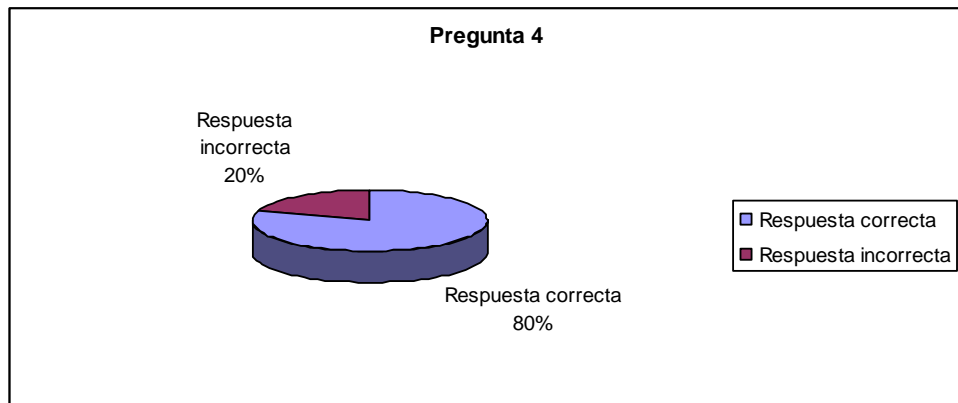
Fuente: elaboración propia.

Figura 67. **Resultado pregunta No. 3. segunda evaluación**



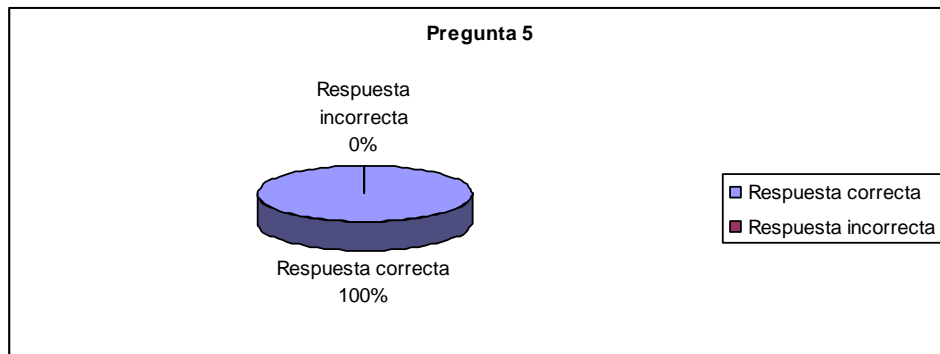
Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **Resultado pregunta No. 4. segunda evaluación**



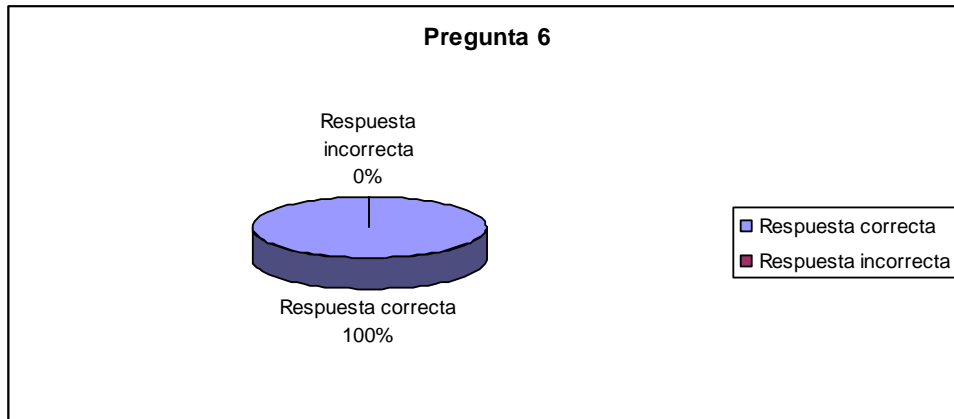
Fuente: elaboración propia.

Figura 69. **Resultado pregunta No. 5. segunda evaluación**



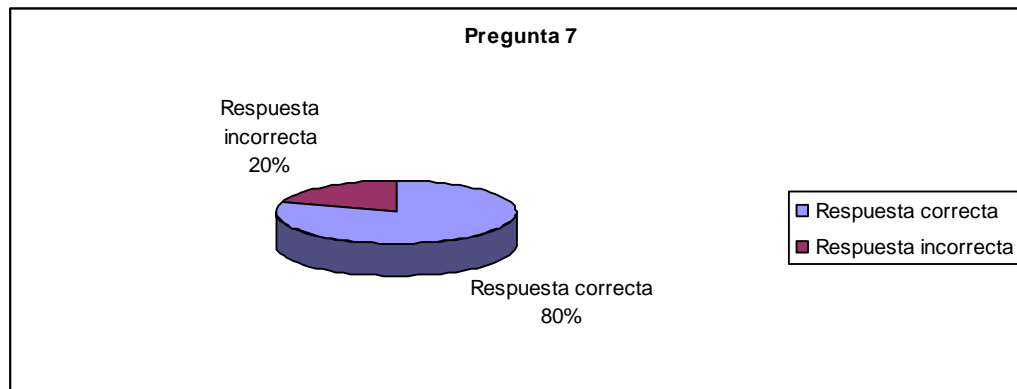
Fuente: elaboración propia.

Figura 70. **Resultado pregunta No. 6. segunda evaluación**



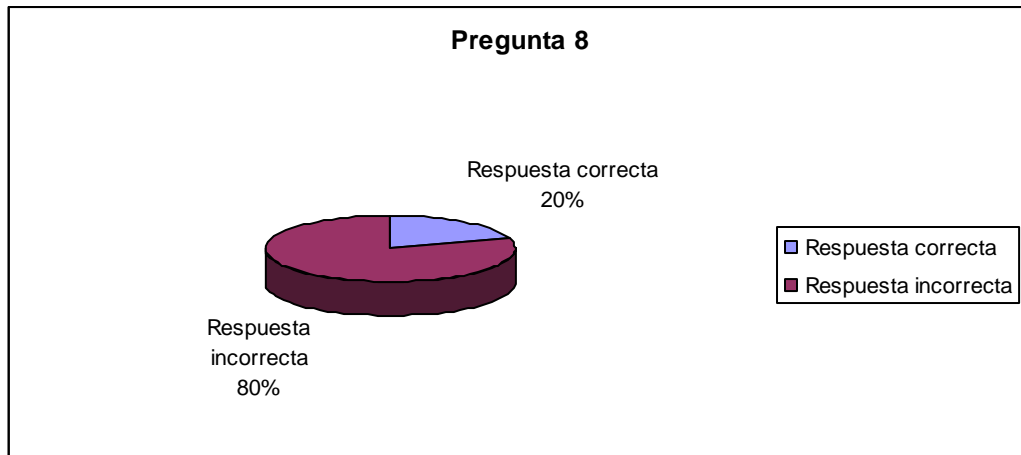
Fuente: elaboración propia.

Figura 71. **Resultado pregunta No. 7. segunda evaluación**



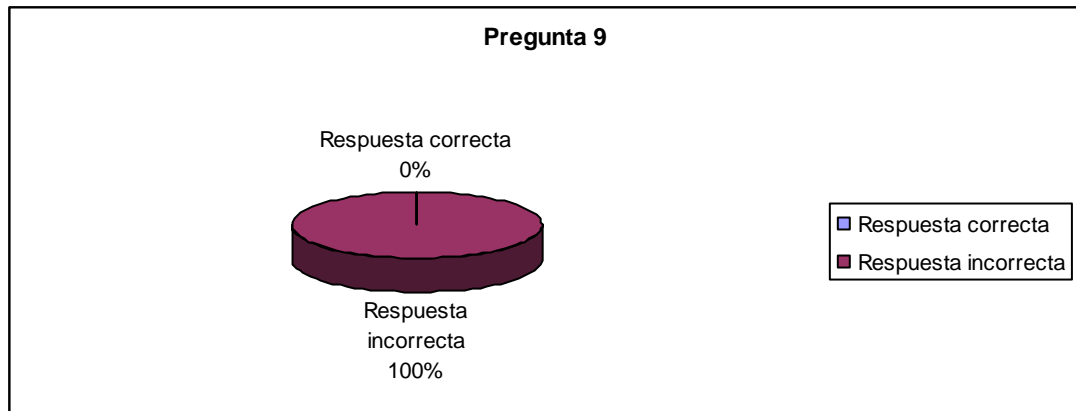
Fuente: elaboración propia.

Figura 72. **Resultado pregunta No. 8. segunda evaluación**



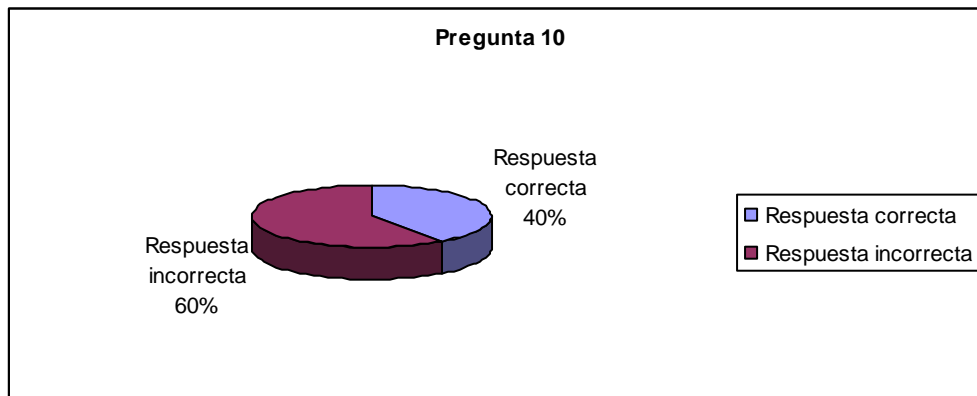
Fuente: elaboración propia.

Figura 73. **Resultado pregunta No. 9. segunda evaluación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 74. Resultado pregunta No. 10. segunda evaluación



Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Las herramientas de control, implementadas, están enfocadas en el área administrativa, para mejorar la calidad en el control de la documentación, para que de esta forma, al momento de una auditoría (interna o externa), se pueda mostrar la organización y evidencia de los documentos solicitados, como se puede ver en el listado de documentos (figura 129).
2. La creación del manual de funciones y procedimientos, en el laboratorio fue hecha a base de un manual que el laboratorio ya tenía, pero mezclaba elementos de un manual de calidad y uno de funciones y procedimientos, por lo que se dividieron los elementos para que sea uno específico. Se realizó la definición de puestos, para que el personal tenga conocimiento de las responsabilidades y obligaciones del puesto que van a desempeñar y que se incluye en el manual.
3. La estructura organizacional del laboratorio, se presenta con los puestos existentes y previamente se muestra el organigrama de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia para que se tenga el conocimiento de dónde proviene el Laboratorio de Monitoreo del Aire. La misión, visión y política de calidad, se presentaron para su aprobación, las cuales van a ser utilizadas y que, eventualmente, pueden sufrir un cambio y las funciones de puestos también se tienen para que sean empleadas en el manual de puestos y funciones.



4. Los documentos implementados, forman parte de la reforma en la organización, al tener una nomenclatura definida y como se menciona anteriormente, un listado de documentos, los cuales serán de ayuda para tener un control de la documentación existente ya que pertenecen, al mismo tiempo, los documentos facilitarán el trabajo que se realiza en el laboratorio.
5. Los consumidores, son parte del equipo del laboratorio y con la información del precio de energía eléctrica, horas de uso y potencia se estableció el gasto que se tiene de este rubro, que se puede observar en la tabla III.
6. El plan de ahorro energético se planteó con las posibilidades que cuenta el laboratorio, por lo que se sugirieron diferentes propuestas que se pueden ver en la tabla VI, que muestra el resumen de las mismas, con la cantidad que se ahorraría con cada propuesta.
7. En las pláticas realizadas, se hicieron pruebas cortas para comprobar, si el personal comprendió los temas expuestos, de lo contrario se deben reforzar los temas, para que al momento de tener cambio de personal los temas puedan ser explicados de forma conveniente.
8. El plan de capacitaciones para el personal, se realizó en base al análisis de Pareto, en el cual se descubrieron, cuáles eran los posibles errores que se podían cometer por parte del personal, al realizar sus funciones que se observa en la tabla VII.

## RECOMENDACIONES

1. Que las capacitaciones se den en los primeros días que el personal ingresa al laboratorio, para que esté preparado para los días que se realizan las tomas y recolecciones de muestras de los diferentes contaminantes que se analizan.
2. Para que las mejoras sigan y se implementen más elementos, es necesario, que se tenga a una persona específica para la gestión de calidad y que ésta no tenga una rotación continua.
3. Como parte de la seguridad en el laboratorio, se implementó la rotulación sobre el equipo de protección necesario para trabajar, pero hace falta un botiquín de emergencias, que es necesario para que sea comprado e implementado y tener el equipo necesario para cualquier contingencia.
4. Al tener un personal cambiante, se debe tener un control sobre el inventario, tanto de insumos, como de equipo, para que el analista pueda realizar los procedimientos de análisis de forma adecuada, para que al momento de que un analista cambie el puesto, el nuevo no tenga inconvenientes con el inventario.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ALLES, Martha Alicia. *Dirección estratégica de recursos humanos*. 7a ed. Argentina: Granica, 2006. 390 p.
2. *Centro Guatemalteco de Producción más Limpia*. [www.cgpl.org.gt](http://www.cgpl.org.gt). [Consulta: 10 de abril 2012.]
3. *COGUANOR NGR/ ISO/IEC 17 025: Laboratorios de ensayo y calibración*. Guatemala: OGA, 2005. 18 p.
4. DESSLER, Gary; VARELA JUÁREZ, Ricardo Alfredo. *Administración de recursos humanos: enfoque latinoamericano*. 2a ed. México: Pearson, 2005. 200 p.
5. HELLRIEGEL, Don; JACKSON, Susan E.; SLOCUM Jr, John W. *Administración: un enfoque basado en competencias*. 11a ed. México: Cengage Learning, 2009. 320 p.
6. KOONTZ, Harold; WEIHRICH, Heinz; CANNICE, Mark. *Administración: una perspectiva global y empresarial*. Ortiz Staines, Manuel (trad.).13a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 350 p.
7. NAVA CARBELLIDO, Víctor Manuel. *¿Qué es la calidad? conceptos, gurús y modelos fundamentales*. 8a ed. México: Limusa, 2006. 120 p.
8. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2005. 15 p.