



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA LA PRODUCCIÓN
LIMPIA EN EL PROCESO DE ESMALTADO EN LA SECCIÓN
ALPHA DE LA EMPRESA EDESA S.A.”**

CÉSAR DANILO ZAMBRANO VELASTEGUÍ

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

epoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICACION DE EXAMINACION DE TESISNOMBRE DE LA ESTUDIANTE: *CÉSAR DANILO ZAMBRANO VELASTEGUÍ*

TITULO DE LA TESIS:

“CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA EN EL PROCESO DE ESMALTADO EN LA SECCIÓN ALPHA DE LA EMPRESA EDESA S.A.”

Fecha de Examinación: 13 de Mayo de 2011.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

NOMBRE	APROBADO	NO APROBADO	FIRMA
ING. EDUARDO VÁSQUEZ			
ING. JORGE FREIRE M.			
ING. WASHINGTON ZABALA			

Más de un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total del trabajo.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Eduardo Vásquez.

f) Presidente del Tribunal

C E R T I F I C A C I Ó N

Ing. Jorge Freire M., Ing. Washington Zabala, en su orden Director y Asesor del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por el señor Egresado **CÉSAR DANIL O ZAMBRANO VELASTEGUI**.

C E R T I F I C A N

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Industrial, Carrera INGENIERIA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Jorge Freire M.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Washington Zabala.

ASESOR

epoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICACION DE APROBACION DE TESIS DE GRADO

CONSEJO DIRECTIVO

Mayo 13, de 2011

YO, EDUARDO VÁSQUEZ recomiendo que la Tesis de Grado presentada por:

CÉSAR DANILO ZAMBRANO VELASTEGUÍ

Titulada: "CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA EN EL PROCESO DE ESMALTADO EN LA SECCIÓN ALPHA DE LA EMPRESA EDESA S.A."

Sea aceptada como parcial completación de los requerimientos para el grado de:

INGENIERO INDUSTRIAL-----
Ing. Eduardo Vásquez

(f) DELEGADO DECANO FACULTAD MECÁNICA

Yo, coincido con esta recomendación:

Ing. Jorge Freire M.

(f) DIRECTOR DE TESIS DE GRADO

El Asesor del Comité de Examinación coincide con esta recomendación:

Ing. Washington Zabala.

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) César Danilo Zambrano Velasteguí

A G R A D E C I M I E N T O

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser un aporte importante en el desarrollo de nuestro país.

Y en especial a todos mis amigos, compañeros, profesores y personas que de una u otra manera contribuyeron para culminar con éxito una etapa muy importante de mi vida.

César Danilo Zambrano Velasteguí

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado especialmente a mis padres César y María del Rosario, ya que sin su apoyo, dedicación y dirección no habría podido concluir con éxito la escalada de esta gran montaña.

A mis hermanos, amigos y a las personas que supieron apoyarme en el instante justo para darme el impulso que hacía falta.

César Danilo Zambrano Velasteguí

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>	
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Justificación	2
1.2	Objetivos	3
1.2.1	Objetivo General	3
1.2.2	Objetivos Específicos	3
2.	MARCO TEÓRICO	4
2.1	Esmalte cerámico	4
2.1.1	Tipos de Esmaltado	5
2.1.1.1	Esmaltado por Pistola a alta presión.	5
2.1.1.1.1	Pistola eléctrica	5
2.1.1.1.2	Pistola de aire comprimido	6
2.1.1.1.3	Aspectos importantes para la aplicación del método de pulverización	6
2.1.1.2	Esmaltado por Inmersión	8
2.1.1.3	Esmaltado electrostático	9
2.1.1.4	Esmaltado al pincel	11
2.2	Enfermedades profesionales	11
2.2.1	Características de la enfermedad profesional	12
2.2.2	Factores que determinan una enfermedad profesional	12
2.2.3	Enfermedades profesionales relacionadas al trabajo con esmalte	14
2.2.3.1	Exposición a Silicio y feldespato	14
2.2.3.2	Exposición a Carbonato de Calcio	16
2.2.3.3	Exposición a talco	17
2.2.3.4	Exposición a óxido de zinc	17
2.2.3.5	Exposición a caolín	18
2.2.3.6	Exposición a metales pesados	19
2.3	Principio de Economía de movimientos	19
2.4	Producción más limpia	20
2.4.1	Descripción de una evaluación de P+L en la empresa	23
2.5	Tipos de sistemas para la reducción de emisiones	24
2.5.1	Sistema de eliminación de emisiones por filtración	24
2.5.2	Precipitador o filtro electrostático	26
2.5.3	Lavadores de Gas	27
2.5.3.1	Lavador de gas tipo venturi	27
2.5.3.2	Lavador de gas por succión	28
2.5.4	Ciclón de separación	29
2.5.4.1	Principio de funcionamiento	30
2.5.4.2	Familias de ciclones	32
3.	DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	33
3.1	Información general EDESA S.A.	33
3.2	Misión y visión	34
3.2.1	Misión	35
3.2.2	Visión	35
3.3	Estructura administrativa	35
3.4	Organigrama administrativo – funcional	37
3.4.1	Funciones de las gerencias	39
3.4.1.1	Gerencia técnica de diseño y desarrollo	39
3.4.1.2	Gerencia de la producción	39
3.4.1.3	Gerencia comercial	40
3.4.1.4	Gerencia financiera	40

3.4.1.5	Gerencia de desarrollo humano	41
3.5	Ubicación de la planta	41
3.5.1	Clase de empresa	42
3.6	Descripción del proceso de fabricación de pocetas	42
3.7	Diagnóstico del área de esmaltado en la sección Alpha	48
3.7.1	Diagnóstico del área de trabajo	48
3.7.2	Cabina para esmaltado	48
3.7.3	Banco para sifoneo convencional	49
3.7.4	Equipo utilizado	50
3.8	Diagnóstico de métodos y tiempos del proceso de esmaltado con el banco de sifoneo convencional	
52 3.9	Estadísticas de enfermedades relacionadas al trabajo en el área de esmaltado Alpha	
59 3.10	Diagnóstico del impacto ambiental relacionado al proceso de esmaltado	
64 3.11.1	Diagnóstico del impacto ambiental de elemento agua	
64 3.12.2	Diagnóstico del impacto ambiental del elemento aire	67
4.	CONSTRUCCIÓN DE CABINA DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA	71
4.1	Descripción de la cabina de doble con cortina de agua	71
4.1.1	Descripción del sistema de recolección de esmalte residual	71
4.1.2	Descripción del sistema de abastecimiento de agua	72
4.1.3	Descripción del sistema de abastecimiento de aire a alta presión	73
4.1.4	Descripción del sistema de abastecimiento de esmalte cerámico	75
4.1.5	Descripción del sistema de succión y filtrado de aire	76
4.2	Planos constructivos de la cabina de esmaltado doble con cortina de agua	78
4.2.1	Diagramas de flujo del proceso de construcción de la cabina de esmaltado con cortina de agua	78
4.3	Descripción del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas	79
4.3.1	Descripción de la estructura de soporte y giro del brazo de esmaltado y sifoneo	79
4.3.2	Descripción del sistema de giro de piezas	80
4.3.3	Descripción del sistema de sifoneo de piezas	82
4.3.4	Planos constructivos del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas	84
4.3.5	Diagramas de flujo del proceso constructivo del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas	85
4.4	Proceso de ensamble provisional y pruebas de funcionamiento del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas y la cabina doble de esmaltado con cortina de agua	85
4.5	Instalación de cabina doble de esmaltado con cortina de agua	91
5.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, MÉTODOS Y TIEMPOS DEL PROCESO DE ESMALTADO Y COSTOS DEL PROYECTO	92
5.1	Análisis de resultados de impacto ambiental producido por la instalación de cabina doble de esmaltado por cortina de agua	92
5.1.1	Análisis de resultados en el elemento aire	92
5.1.2	Análisis de resultados en el elemento agua	97
5.2	Análisis de resultados en cuanto a salud ocupacional y enfermedades profesionales	102
5.3	Análisis de resultados de métodos y tiempos del proceso con el brazo de esmaltado y sifoneo de piezas	107
5.4	Costos del proyecto	113
5.4.1	Periodo mínimo de retorno de capital (PRI)	115
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
6.1	Conclusiones	116
6.2	Recomendaciones	118

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
3.8 TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE ESMALTADO CON EL BANCO DE SIFONEO CONVENCIONAL	56
3.8.a TIEMPO TIPO DEL PROCESO DE ESMALTADO CONVENCIONAL	57
3.8.b TABLA DE RESUMEN DE ACTIVIDADES	58
3.8.c SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMAS DE PROCESO	59
3.9 DATOS HISTÓRICOS DE ENFERMEDADES EN EL PERSONAL DE ESMALTADO ALPHA	60
3.9.a CANTIDAD ANUAL DE CASOS POR TIPO DE ENFERMEDAD DEL 2009	60
3.9.b CANTIDAD ANUAL DE CASOS DE TIPO RESPIRATORIO DEL 2009	61
3.9.c CANTIDAD ANUAL DE CASOS DE TIPO DERMATOLÓGICO DEL 2009	62
3.9.d CANTIDAD ANUAL DE CASOS DE TIPO OFTALMOLÓGICO DEL 2009	63
3.10.1 MONITOREO DE ENTRADAS LÍQUIDAS NO DOMÉSTICAS PROVENIENTES DEL ÁREA DE ESMALTADO ALPHA	66
3.10.2 ANÁLISIS DE EMISIONES CABINA DE ESMALTADO CONVENCIONAL	68
3.10.2.a PARÁMETROS DE CÁLCULO	69
3.10.2.b PESO DE ESMALTE PONDERADO EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO Y SU COSTO	70
5.1.1 PESO EXPULSADO AL AIRE EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO POR LA CABINA DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA	93
5.1.1.a PARÁMETROS DE CÁLCULO	94
5.1.1.b PESO DE ESMALTE EXPULSADO AL AIRE EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO POR LA CABINA DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA Y SU COSTO	95
5.1.1.c DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA TAZA DE LA DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE ESMALTE CERÁMICO	95
5.1.1.d VALORES DE DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE ESMALTE CERÁMICO DE UN SISTEMA CON RESPECTO AL OTRO	96
5.1.2 MONITOREO DE SALIDAS LÍQUIDAS NO DOMÉSTICAS PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	98
5.1.2.a CUADRO COMPARATIVO DEL MONITOREO DE ENTRADAS Y SALIDAS LÍQUIDAS NO DOMÉSTICAS	99
5.1.2.b PESOS DE ESMALTE RESIDUAL RECUPERADO EN LA CABINA DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA	100
5.1.2.c COSTOS DE ESMALTE RESIDUAL RECUPERADO EN LA CABINA DOBLE DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA	101
5.1.2.d COSTOS DE ESMALTE RESIDUAL RECUPERADO EN LA CABINA DOBLE DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO	101
5.2 CANTIDAD ANUAL DEL 2010 DE CASOS POR TIPO DE ENFERMEDAD	102
5.2.a CANTIDAD ANUAL DE CASOS DE TIPO RESPIRATORIO EN EL 2010	103
5.2.b CANTIDAD ANUAL DE CASOS DE TIPO DERMATOLÓGICO EN EL 2010	104
5.2.c CANTIDAD ANUAL DE CASOS DE TIPO OFTALMOLÓGICO DEL 2009	105
5.2.d COMPARATIVO DE CASOS ANUALES DE LOS AÑOS 2009-2010	106
5.3 TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE ESMALTADO CON EL BRAZO DE ESMALTADO Y SIFONEO DE PIEZAS	109
5.3.a TIEMPO MEDIO DEL PROCESO DE ESMALTADO CON EL BRAZO DE ESMALTADO Y SIFONEO DE PIEZAS	110
5.3.b TABLA DE RESUMEN DE ACTIVIDADES	110
5.3.c TABLA COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS DE ESMALTADO	112
5.4 COSTOS DEL PROYECTO	114

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2	Esmalte cerámico y pieza terminada	4
3	Posición de pistola de atomización	7
4	Recomendaciones para la atomización	7
5	Ejemplo de esmaltado por inmersión	9
6	Campo magnético	10
7	Esmaltado electrostático	10
8	Esmaltado Artístico	11
9	Producción más limpia	21
10	Estrategias para la (P+L)	22
11	Filtros de manga	25
12	Instalación típica de un conjunto de filtros de manga con campo electro magnético	26
13	Sistema de remoción de partículas con el sistema venturi	28
14	Sistema de remoción de partículas por lavado de aire por succión	29
15	Mecanismos de colección de partículas en un ciclón	30
16	Vórtices en el ciclón	31
17	Vórtices en el ciclón.	31
18	Diagrama organizacional de EDESA S.A.	38
19	Ubicación geográfica del complejo industrial EDESA S.A.	42
20	Cabina de esmaltado convencional	49
21	Banco de Sifoneo convencional en reposo	50
22	Banco de Sifoneo convencional inclinado	50
23	Ubicación de pieza en el banco de Sifoneo antiguo	50
24	Pistola de aspersión de esmalte Marca BINKS modelo 2001	51
25	Tina de presión de esmalte cerámico	51
26	Equipo de protección personal	51
27	Ejecución del Sifoneo convencional	53
28	Diagrama de proceso del esmaltado con el banco de sifoneo convencional	54
29	Diagrama de recorrido del proceso con banco de sifoneo convencional	58
30	Incidencia anual de enfermedades según su tipo en el área de Esmaltado Alpha del año 2009	61
31	Incidencia anual de enfermedades de tipo respiratorio en el área de Esmaltado Alpha del año 2009	62
32	Incidencia anual de enfermedades de tipo dermatológico en el área de Esmaltado Alpha en el 2009	62
33	Incidencia anual de enfermedades de tipo oftalmológico en el área de Esmaltado Alpha en el 2009	63
34	Esmalte derramado en el canal por la cabina de esmaltado convencional	65
35	Esmalte derramado en el pasillo de circulación adyacente a la cabina de esmaltado convencional	65
36	Dimensiones de tela filtro para toma de muestras	67
37	Ubicación de tela filtro para toma de muestras	68
38	Elementos del sistema de recolección de esmalte residual	72
39	Sistema de abastecimiento de agua	73
40	Sistema de abastecimiento de aire de alta presión	74
41	Sistema de abastecimiento de esmalte cerámico	76
42	Motor trifásico de 15hp Modelo 1LA 7 134-4YA 7	77
43	Sistema de succión y filtrado de aire	78
44	Rango de giro del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas	79
45	Ubicación de brazos de esmaltado con respecto a cubículos de trabajo	80
46	Sistema de giro de piezas cerámicas en el brazo de esmaltado	81
47	Catalinas del Sistema de giro de piezas cerámicas en el brazo de esmaltado	81
48	Esmaltado de piezas en el brazo de esmaltado	82
49	Espaldar de brazo de esmaltado nuevo	83
50	Sistema de sifoneo de piezas cerámicas en el brazo de esmaltado	84

51	Proceso de sifoneo con el brazo de esmaltado	84
----	--	----

FIGURA**PÁGINA**

52	Parte posterior de cabina de esmaltado con cortina de agua armada provisionalmente	85
53	Vista lateral de cabina de esmaltado con cortina de agua armada provisionalmente	86
54	Chimenea provisional de cabina de esmaltado con cortina	86
55	Instalación provisional de los brazos de esmaltado	87
56	Cortina de agua formada durante las pruebas de funcionamiento	88
57	Ubicación de pieza cerámica sobre el brazo de esmaltado	88
58	Colocación de espaldar en la pieza cerámica sobre el brazo de esmaltado	89
59	Colocación de esmalte en la pieza previo al sifoneo	89
60	Realización del sifoneo de la pieza cerámica	90
61	Esmaltado de pieza cerámica durante las pruebas de funcionamiento	90
62	Incidencia anual de enfermedades según su tipo en el área de Esmaltado Alpha en el año 2010	102
63	Incidencia anual de enfermedades de tipo respiratorio en el área de Esmaltado Alpha del año 2010	104
64	Incidencia anual de enfermedades de tipo dermatológico en el área de Esmaltado Alpha en el 2010	104
65	Incidencia anual de enfermedades de tipo oftalmológico en el área de Esmaltado Alpha en el 2010	105
66	Índices de disminución de enfermedades por tipo en el área de Esmaltado Alpha	106
67	Diagrama de proceso del esmaltado con el brazo de esmaltado y sifoneo de piezas	107
68	Diagrama de recorrido del proceso con brazo de esmaltado y sifoneo de piezas	111

LISTA DE ABREVIACIONES

S.A.	Sociedad Anónima.
C.A.	Compañía Anónima.
ISO 9001	Norma Internacional de calidad.
IAPMO	International Association of plumbing & Mechanical officials.
CSA	Canadian Standard Association.
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización.
Al ₂ O ₃	Óxido de aluminio.
SiO ₂	Óxido de Silicio.
H ₂ O	Agua.
° C	Grados Celsius.
Cm	Centímetro.
%	Porcentaje.
W.C.	Inodoro.
U.R.	Urinario.
PSI	Medida de presión. Pies por Pulgada Cuadrada.
ml.	Mililitro.
Hp	Medida de potencia. Horse power.
cfm	Medida de flujo. Pies cúbicos por minuto.
COPD	Cronical obstruction pulmonary disease.
Be	Berilio.

C d	Cadmio.
C r	Cromo.
P b	Plomo.
m m	milímetro.
m in.	minuto.
g	gramo.
m	metro.
m ²	metro cuadrado.
kg	kilogramo.
U P N	Perfil Normalizado con sección transversal en forma de "U"
Z	Número de dientes de Catalina.
U S D	Dólar americano.
B D O	Demanda Bioquímica de Oxígeno.
B Q O	Demanda Química de Oxígeno.
m g/l	miligramos por litro.
l/s	litros por segundo.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Glosario de términos cerámicos.
- ANEXO 2:** Pistola de pulverización a presión marca Binks 2001 Spray Gun.
- ANEXO 3:** Catálogo de motor trifásico de 15hp Modelo 1LA7 134-4YA7
- ANEXO 4:** Planos constructivos de la Cabina de Esmaltado doble con Cortina de Agua.
- ANEXO 5:** Diagrama de flujo del proceso de construcción de la cabina de esmaltado con cortina de agua.
- ANEXO 6:** Planos de constructivos del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.
- ANEXO 7:** Diagramas de flujo del proceso constructivo del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.
- ANEXO 8:** Esquemas de ensamble de cabina y brazo de esmaltado.
- ANEXO 9:** Cronograma de instalación de cabina y brazo de esmaltado.

RESUMEN

Se construyó un sistema para la producción más limpia en el proceso de esmaltado en la sección ALPHA de la empresa EDESA S.A., con la finalidad de reducir las emisiones de esmalte al medio ambiente, precautelar la salud de los operarios y minimizar los residuos en el área.

Se realizó mediciones de emisiones de las chimeneas de las cabinas convencionales de esmaltado y se determinó el impacto generado por esta hacia la comunidad circundante; también se realizó la investigación sobre enfermedades profesionales relacionadas a los componentes del esmalte y un estudio del proceso de sifoneo de piezas para disminuir la carga física de trabajo del operario.

Con estos antecedentes se realizó la construcción de una cabina doble de esmaltado con cortina de agua con una eficiencia mayor al 88%, brazos de esmaltado con sifoneo (esmaltado del sifón de pocetas) incluido, recolección de esmalte residual, equipo de protección personal, hojas de seguridad en el manejo de ingredientes del esmalte cerámico y tratamiento del agua de limpieza del área.

Con la implementación de lo antes mencionado se logró la disminución de emisiones de esmalte en más de 3500 kg/año netos; se disminuyó la carga física y el número de movimientos del operario al realizar el sifoneo de piezas; además se logró controlar la contaminación del agua usada para limpieza en el área cuya descarga hacia la alcantarilla va con valores muy por debajo de lo exigido por la ordenanza municipal ambiental vigente en Quito.

Además se recomienda la recuperación del esmalte recolectado por la cabina instalada para su reproceso.

BIBLIOGRAFÍA

- MONDELO, Pedro R. Diseño de Puestos de Trabajo. 2da.ed. España: UPC, 1998.
- MONDELO, Pedro R. Ergonomía 1 Fundamentos. 3ra.ed. España: UPC, 1994.
- LARBURU, Nicolás. Máquinas Prontuario. 13va.ed. España: Thomson Paraninfo, 2003.
- FRUTOS, Carlos. Salud Laboral. 3ra.ed. España: MASSON, 2007.

LINKOGRAFÍA

Información EDESA

www.edesa.com.ec

18-08-2010.

Enfermedad Profesional + definición

www.es.wikipedia.org/enfermedades_profesionales.htm.

25-08-2010.

www.jcoopsa.com.mx/tabla_de_enfermedades.html

05-10-2010.

www.monografias.com/enfermedades_profesionales.html

29-09-2010.

www.es.wikipedia.org/silicosis.htm.

05-10-2010.

www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000134.htm.

08-10-2010.

<http://www.ontis.gov/aluminio.html>

05-10-2010.

www.lenntech.es/contacto/feedback-esp.htm?ref_title=Zirconio

08-10-2010.

http://www.lenntech.es/contacto/feedback-esp.htm?ref_title=Zinc

08-10-2010.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Wollastonita>

08-10-2010.

<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0>

10-10-2010.

www.vmitjans.pangea.org/pvc/metalespesados.html

08-10-2010.

Antropometría

<http://es.wikipedia.org/wiki/Antropometr%C3%ADa>

08-10-2010.

Ergonomía

<http://www.monografias.com/ergo.html>

30-05-2010.

Producción más limpia Ecuador

www.cepl.org.ec

20-10-2010.

Pistola de Esmaltado BINKS 2001

www.bink.com/catalog/94078.html

20-08-2010.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La actualidad mundial, junto con el avance tecnológico, social, cultural y el impacto que provocan en la sociedad y su medio ambiente, exigen que el hombre tenga plena conciencia de estos cambios e innove herramientas de conservación. En este contexto, el cuidado del medio

ambiente y la salud de la población en general son importantes, si se considera que los procesos de producción hasta la actualidad son los principales agentes contaminantes; entonces, la aplicación de la premisa de producción más limpia y amigable con el ecosistema mediante la investigación, desarrollo y aplicación de tecnología nueva y rediseño de procesos, se hace imprescindible.

Una de las empresas del país, ubicada en la ciudad de Quito, que entiende este concepto es EDESA S.A. que dentro de su actividad industrial procura mantener los niveles de contaminación por debajo de lo que indican las normas municipales vigentes para el Distrito Metropolitano de Quito.

Dentro de los procesos dentro de la manufactura de cerámica sanitaria está el esmaltado de piezas, en donde se han podido identificar dos problemas:

1. La generación de residuos de esmalte y su dispersión hacia el medio ambiente a través de las chimeneas de las cabinas convencionales de esmaltado.
2. La exposición prolongada de los operarios y la población en general a las sustancias y materiales que componen el esmalte cerámico.

Consecuentes con los objetivos de mejora continua en los procesos, la empresa, a través de sus directivos han propuesto implementar el proyecto de construcción de un sistema para la producción más limpia en el área de esmaltado ALPHA del complejo industrial, como un programa piloto, en un plazo de seis meses; esto permitirá conocer las fortalezas y debilidades del plan.

1.1 Justificación.

El proyecto piloto, será ejecutado con el fin de solucionar una problemática medio ambiental y de salud en general, ofreciendo a futuro a la comunidad un ecosistema más limpio y una mejor calidad de vida.

La ubicación de la empresa EDESA S.A. es preocupante, porque está rodeada por varias instituciones educativas, médicas y gubernamentales, centros comerciales, terminales de transporte, fábricas y conjuntos habitacionales, los cuales se ven afectados por la emisión permanente de partículas contaminantes de esmalte cerámico generadas en el proceso, que de igual forma son recibidos por las personas que laboran dentro de la fábrica.

Entonces, la construcción e implementación del sistema para la producción más limpia en el área de esmaltado ALPHA, permitirá eliminar gran cantidad del contaminante, mejorando las condiciones medio ambientales, la salud de la población y las relaciones sociales con su entorno.

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivo General

“Realizar la construcción de un Sistema para la producción limpia en el proceso de esmaltado en la sección ALPHA de la empresa EDESA S.A.”

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la empresa en el área de esmaltado ALPHA tanto en lo relacionado a las enfermedades profesionales, puestos de trabajo e impacto ambiental.
- Realizar la construcción e instalación de cabina de esmaltado doble con cortina de agua.
- Hacer un análisis de resultados en lo concerniente a impacto ambiental, salud ocupacional, método de trabajo e impacto económico que genera la construcción del sistema.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Esmalte cerámico.

Los esmaltes cerámicos son suspensiones en agua, constituidos por la mezcla de diferentes materiales minerales como: Feldespato, Sílice, Frita, Caolín y Colorantes; homogenizados mediante un proceso de molienda en vía húmeda y que luego con su cocción, permiten la fusión de la capa de polvo aplicada a cada pieza en un revestimiento vitrificado, logrando así que a la pieza de pasta o bizcocho sea impermeable, más inerte químicamente y más agradable al tacto y a la vista.



Figura 2: Esmalte cerámico y pieza terminada.

2.1.1 Tipos de esmaltado

2.1.1.1 Esmaltado por Pistola a alta presión.

El esmaltado con pistola consiste en pulverizar una capa regular de esmalte sobre superficies u objetos con formas complejas o irregulares (radiadores, persianas, rejas, cerámica). Esta pulverización se efectúa, bien mediante un sistema de bomba aspirante - expulsante de alta presión, o bien por aspersión por medio de aire comprimido: cuanto mayor sea la presión mayor será el número de gotas pequeñas que componen la nube de pintura con lo que el resultado final será mejor, obteniendo una aplicación uniforme y un mejor acabado.

Según como sea el trabajo a realizar es recomendable usar los siguientes tipos de pistola:

2.1.1.1.1 Pistola eléctrica

Es un aparato autónomo, manejable y ligero. Su presión varía en función de la potencia del aparato:

- Potencia: 40 kW a 120 kW .
- Presión: 100 ó 180 bar.
- Caudal: 270 ó 350 gramos/min.

Su aplicación se limita básicamente a la pintura de fachadas, paredes, suelos de garajes, techos, etc.

Las pistolas más complejas vienen provistas de diferentes boquillas pulverizadoras que se utilizan en función de la densidad del esmalte, y están equipadas con un sistema electrónico de regulación del chorro.

Se les pueden adaptar diferentes accesorios como por ejemplo, alargador flexible para suelo o techo, medidor de densidad, viscosímetro de inmersión, etc.

2.2.1.1.2 Pistola de aire comprimido

Método comúnmente utilizado, se lo hace a través de una pistola de pulverización que se adapta a un compresor de aire o una línea a alta presión. El aire comprimido llega a la pistola por medio de una manguera y el agente esmaltador llega también lo hace usando otra manguera; y al mezclarse se da la atomización para la aplicación en varias condiciones y superficies. Este sistema de esmaltado ofrece la posibilidad de cambiar las boquillas de pulverización para hacer que el agente esmaltador se aplique de distintas maneras, formas, proporciones. Este sistema no requiere una fuerte presión (de 0 a 10 bares), así que, dependiendo del proceso, densidad del esmalte, calidad de la aplicación, se darán variaciones.

Se lo utiliza en grandes superficies, y en trabajos que requieran un acabado de gran calidad (carrocerías de coches, cerámica industrial, etc.).

2.2.1.1.3 Aspectos importantes para la aplicación del método de pulverización

- Limpiar la superficie a pintar. Es esencial que esté perfectamente limpia, seca y liza para que el agente esmaltador se pegue de manera correcta y evitar imperfecciones posteriores.
- Comprobar el buen funcionamiento de la pistola y verificar que no esté obstruida.
- Seleccionar la boquilla pulverizadora que correspondan al tipo de pintura a utilizar.
- Proceder a la regulación del chorro en función de la pintura a utilizar y el resultado que se quiere obtener.
- De ser el caso, se debe diluir la pintura con un solvente para pintura sintética o al poliuretano, con agua para pintura acrílica o esmaltes cerámicos a base de la misma.
- Controlar la densidad o viscosidad de la pintura, directamente con la pistola pulverizando un poco sobre una superficie vertical (la pintura no debe chorrear ni formar grumos), o con la ayuda de un viscosímetro de inmersión, para dejarlo en condiciones de ser aplicada en función del tipo de pintura.

- Se debe sujetar la pistola verticalmente y colocarla a unos 25 cm de la superficie a pintar.



Figura 3: Posición de pistola de atomización.

- La pistola irá paralelamente a la superficie, de una manera lenta y regular, sin movimientos bruscos de muñeca. Se cubre la superficie con al menos dos capas de pintura, efectuando cuadros. En la primera capa, se dibujan "s" horizontales y en la segunda "s" verticales, haciendo que se monten unas sobre otras. Hacer que cada tira de pintura monte aproximadamente un tercio de su ancho sobre la anterior franja aplicada.

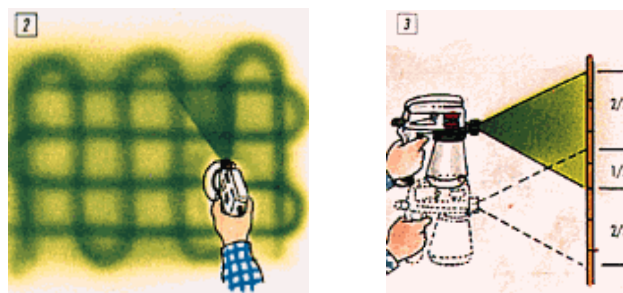


Figura 4: Recomendaciones para la atomización.

- Para pintar una gran superficie se debe aplicar la pintura sobre al menos un metro cuadrado de área sin interrupción.
- Aplicar la pintura desplazando siempre la pistola, ya que de lo contrario la capa quedará demasiado espesa y la pintura chorreará, logrando una aplicación no uniforme y un resultado no deseado.
- Se debe soltar el gatillo de la pistola cada vez que se quiera interrumpir el movimiento.
- La limpieza de la pistola es una parte fundamental para su buen funcionamiento y vida útil, debe limpiarse íntegramente, tan pronto como se termine de pintar, para ello se debe vaciar el depósito de pintura o la alimentación de la misma si se trata de alimentación continua y en volúmenes grandes. Llenar la alimentación con disolvente,

pulverizar por unos 30 segundos con el fin de limpiar tanto la alimentación como los tubos de la pistola y el interior de la boquilla pulverizadora.

- Desarmar periódicamente la pistola a fin de darle mantenimiento preventivo y detectar posibles fallas en sus elementos.
- Durante el proceso de pintado es necesario ventilar adecuadamente el lugar y protegerse con una mascarilla

2.2.1.2 Esmaltado por Inmersión.

El esmaltado por inmersión es una técnica que consiste en sumergir la pieza por completo en un recipiente lleno de esmalte. Este tipo de esmaltado se utiliza a nivel industrial principalmente para el esmaltado de piezas cerámicas de tamaño pequeño como tazas, platos, baldosas y terminales eléctricos, etc.

Una de las principales ventajas que presenta este tipo de esmaltado es la posibilidad de esmaltar una gran cantidad de piezas por vez, aumenta la productividad y baja costos de producción; pero la calidad del esmaltado no es tan buena, así como tampoco la uniformidad de la capa aplicada, es decir este método en productos que no exijan un terminado excelso. Otra de las desventajas que tiene este método es el hecho que se debe tener una gran cantidad de esmalte listo para su uso, además que requiere de una preparación previa de las piezas para ser aplicado, para que el esmalte no se pegue en la zona que asienta al momento de meterlo al horno porque se pegaría al fundirse el mismo.

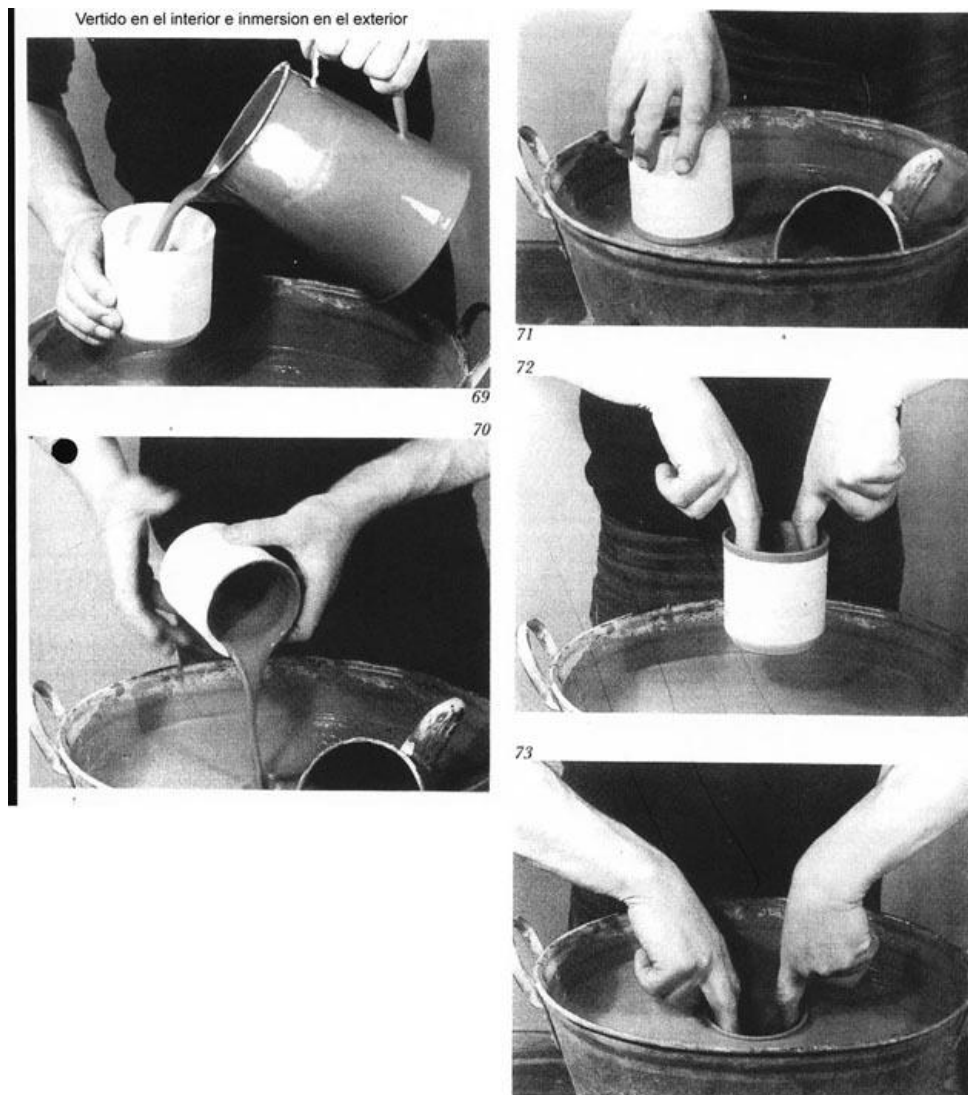


Figura 5: Ejemplo de esmaltado por inmersión.

2.2.1.3 Esmaltado Electrostático.

Las cargas eléctricas no precisan de ningún medio material para influir entre ellas y son consideradas fuerzas de acción a distancia. Por ello se recurre al concepto de campo electrostático para facilitar la descripción del esmaltado electrostático en términos físicos y de la influencia que una o más cargas ejercen sobre el espacio que rodea una pieza en este tipo de proceso.

Para realizar el esmaltado electrostático, se utiliza el concepto básico del campo electromagnético, en el cual, si se coloca un punto cargado, ya sea positiva o negativamente, este va a ser atraído o repelido según sea el caso a alguno de los dos polos.

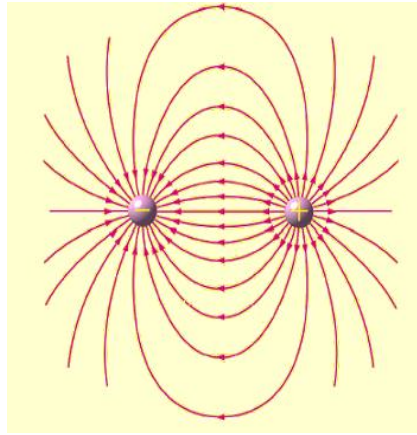


Figura 6: Campo magnético.

En este proceso se genera un campo magnético entre las pistolas de pulverizado de esmalte las cuales se convierten en el polo positivo, y la pieza a ser esmaltada se transforma en la masa o polo negativo. El esmalte al pasar por un condensador cargado con 110000V y dirigirse a las pistolas se carga positivamente, por la acción del campo electromagnético son atraídas hacia la pieza a ser esmaltada, logrando una aplicación de alta calidad y un recubrimiento uniforme gracias a la firme cohesión que se logra entre el esmalte y la pieza.

Para aplicar este tipo de esmaltado se debe realizar una inversión inicial significativa porque la maquinaria y equipos que se requieren son sofisticados, pero se compensaría con un incremento de la productividad, alta eficiencia de esmaltado, poco desperdicio de materia prima, y bajo índice de fallas; por tanto este es uno de los más idóneos para una línea de esmaltado automatizado y en serie.



Figura 7: Esmaltado electrostático.

2.2.1.4 Esmaltado al pincel.

Tipo de esmaltado usado a nivel artesanal, ya que necesita de gran paciencia, creatividad, precisión y trabajo a mano; este esmaltado se caracteriza por obtener piezas muy bellas, coloridas y únicas en su diseño, aunque de tiempos de producción muy prolongados, lo que hace que los costos finales se eleven a precios poco accesibles. Su aplicación industrial no es posible, porque la producción en serie y volúmenes grandes no lo hacen rentable.

Se requiere amplia experiencia y habilidad para utilizar este método y evitar varios defectos que se pueden presentar como esmaltado irregular, zonas sin cubrir, aire encapsulado, espesor de esmalte insuficiente, chorreo, etc.

Las herramientas que se utilizan son crisoles, pinceles de variedad de tamaños, paletas de mezclado, soportes para la inmersión (varía la forma dependiendo de la pieza a ser sumergida), esponja de burbuja fina para la limpieza.



Figura 8: Esmaltado Artístico.

2.3 Enfermedades profesionales.

Los estados patológicos contraídos con ocasión del trabajo o exposición al medio en el que trabajador se encuentra obligado a laborar; y aquellos estados patológicos imputables a la acción de agentes externos que pueden ser físicos, meteorológicos, químicos, biológicos, factores psicológicos y sociales o condiciones ergonómicas que se manifiestan por una lesión

orgánica, trastornos enzimáticos, bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes contraídos en el medio ambiente de trabajo, es lo que se le conoce como enfermedad profesional.

Algunos ambientes de trabajo, se ven expuestos a una serie de riesgos que pueden propagar, al pasar el tiempo presentarán alguna enfermedad profesional, es por esta razón que se deben tomar las precauciones necesarias para evitarlas en su mayoría y dar a conocer de fondo las posibles enfermedades que se pueden originar a raíz de estos agentes y a su vez los factores específicos que originan cada una de ellas.

Algunos ejemplos de esta circunstancia son la *silicosis*, enfermedad pulmonar que afecta a los mineros, trabajadores de la industria y alfareros por la exposición al polvo de sílice; *el cáncer de escroto* en los deshollinadores, en relación con el hollín; *alteraciones neurológicas* en los alfareros por el uso de productos con base de plomo o alteraciones óseas en los trabajadores de la industria de cerillas por la exposición al fósforo.

2.3.1 Características de la enfermedad profesional.

- Inicio lento.
- No violenta, oculta, retardada.
- Previsible. Se conoce por indicios lo que va a ocurrir.
- Progresiva va hacia delante.
- Oposición individual muy considerable.

2.3.2 Factores que determinan enfermedad profesional.

- Tiempo de exposición.
- Concentración del agente contaminante en el ambiente de trabajo.
- Características personales del trabajador

- Presencia de varios contaminantes al mismo tiempo.
- La relatividad de la salud.
- Condiciones de seguridad.
- Factores de riesgo en la utilización de máquinas y herramientas.
- Diseño del área de trabajo.
- Almacenamiento, manipulación y transporte.
- Sistemas de protección contra contactos indirectos.

Para atribuir el carácter del profesional a una enfermedad, es necesario tomar en cuenta algunos elementos básicos que permiten diferenciarlas de las enfermedades comunes:

- **Agente:** debe existir un agente en el ambiente de trabajo que por sus propiedades puede producir un daño a la salud; la noción del agente se extiende a la existencia de condiciones de trabajo que implican una sobrecarga al organismo en su conjunto o a parte del mismo.
- **Exposición:** debe existir la demostración que el contacto entre el trabajador afectado y el agente o condiciones de trabajo nocivas sea capaz de provocar un daño a la salud.
- **Enfermedad:** debe haber una enfermedad claramente definida en todos sus elementos clínicos anatómico - patológico y terapéutico, o un daño al organismo de los trabajadores expuestos a los agentes o condiciones señalados antes.
- **Relación de causalidad:** deben existir pruebas de orden clínico, patológico, experimental o epidemiológico, consideradas aislada o concurrentemente, que permitan establecer una sensación de causa efecto, entre la patología definida y la presencia en el trabajo.

De esta forma se puede definir y detectar una enfermedad y catalogarla como profesional.

2.3.3 Enfermedades profesionales relacionadas al trabajo con esmalte.

Para pasar a realizar una descripción de las posibles enfermedades profesionales que se pueden llegar a desarrollar por el uso de materia prima para la fabricación de esmalte y la aplicación del mismo, se debe tomar en cuenta que en su manipulación se genera polvo que se adhiere a la ropa y piel, se volatiliza y mantiene en suspensión en el aire volviendo a estas partículas susceptibles de ser inhaladas.

Entonces se describen las posibles enfermedades profesionales que pudieran generarse, tomando como base la materia prima que se usa para fabricar el esmalte, que principalmente son:

- Sílice. (Óxido de Sílice).
- Feldespato. (Óxido de Sílice).
- Carbonato de Calcio. (Óxido de Calcio).
- Talco. (Óxido de Magnesio).
- Óxido de Zinc.
- Wollastonita. (Calcio y Magnesio).
- Caolín. (Óxido de aluminio/Alúmina)

2.3.3.1 Exposición a Silicio y Feldespato.

Principalmente, por la exposición al silicio se puede llegar a desarrollar *silicosis*; la aspiración de polvo de cuarzo, arena y granito los cuales tienen sílice como principal componente son los responsables. Un depósito de partículas de Sílice, en el pulmón ocasiona la destrucción del mismo y formación de fibrosis (cicatrización) de los tejidos pulmonares

incluidos los vasos sanguíneos y vasos linfáticos. Los síntomas aparecen tras más de 10-20 años de exposición, y el más frecuente es la dificultad respiratoria.

En el peor de los casos, comienza con una silicosis simple y progresa hacia una condición conocida como silicosis conglomerada, en la que nódulos de fibras individuales se unen y forman grandes masas de tejido cicatrizante. Este tipo de silicosis impide al pulmón tomar la cantidad de oxígeno necesaria para el organismo. Con el tiempo, esto causa complicaciones severas, como el enfisema, dolencia en la que los alvéolos pulmonares pierden su elasticidad y funcionalidad. La tuberculosis pulmonar también es una complicación frecuente.

Existen tres tipos de silicosis. Son clasificados según la concentración en el aire de sílice cristalina a la que un trabajador estuvo expuesto:

- Silicosis Crónica, ocurre normalmente después de 10 años o más de sobre exposición.
- Silicosis acelerada, resulta de la exposición a altas concentraciones de sílice cristalina y se desarrolla de 5 a 10 años después de la exposición inicial.
- Silicosis aguda, ocurre donde las exposiciones son las más altas y puede causar el desarrollo de síntomas entre algunas semanas y 5 años.

La causa directa es la inhalación de sílice que queda en el aire cuando se extraen minerales de rocas que contiene cuarzo. Están expuestos al polvo de sílice quienes trabajan en limpieza con chorro de arena, fabricación y esmaltado cerámico o porcelana, extracción de granito, pulimento de piedras y ciertos tipos de fundición.

Dentro del proceso de esmaltado, y específicamente dentro del esmalte cerámico se encuentran compuestos como el óxido de Sílice, este representa un peligro para la gente que lo produce y manipula durante largos periodos de exposición.

También se presentan casos de muertes o de desorden inmunológico y enfermedades autoinmunes en trabajadores expuestos al silicio. Estas enfermedades y trastornos incluyen escleroderma, artritis reumatoide, eritematosis sistémica y sarcoidosis.

La exposición ocupacional al silicio cristalino respirable está asociada con bronquitis, enfermedad crónica de obstrucción pulmonar y enfisema. Algunos estudios epidemiológicos sugieren que estos efectos sobre la salud pueden ser menos frecuentes o ausentes en los no fumadores, además está asociada a una condición conocida como asma ocupacional que es un tipo de asma causado por la exposición a irritantes inhalado en el lugar de trabajo.

El asma ocupacional es a menudo una enfermedad reversible, lo que significa que los síntomas pueden desaparecer cuando se evitan los irritantes que causaron el asma. Sin embargo, puede producirse un daño permanente si la persona experimenta una exposición prolongada.

Además el silicio cristalino irrita la piel y los ojos por contacto. La irritación de los ojos provoca lagrimeo y enrojecimiento. La inflamación de la piel, produce enrojecimiento, formación de costras y picazón.

2.3.3.2 Exposición a Carbonato de calcio (Óxido de Calcio).

El óxido de calcio es un sólido inodoro de blanco a gris que se emplea en materiales de fabricación de cerámica, y los posibles riesgos para la salud van determinados por la duración de la exposición, la concentración de la sustancia y otros factores pueden afectar su sensibilidad a cualquiera de los posibles efectos que se describen a continuación.

- El óxido de calcio puede afectar al inhalarlo produciendo irritación de las vías respiratorias inicialmente, y enfermedades como.
- Es una SUSTANCIA QUÍMICA CORROSIVA así que el contacto puede producir graves irritaciones en la piel y quemaduras en la cornea de los ojos.
- Respirar óxido de calcio puede irritar los pulmones y causar tos y falta de aire. A niveles mayores la exposición puede causar una acumulación de líquido en los pulmones (edema pulmonar), una emergencia médica, con una intensa falta de aire. Bronquitis y flema excesiva, enfisema pulmonar y cáncer pulmonar.
- La exposición a largo plazo puede irritar la nariz y causar una perforación en el hueso (tabique nasal) que divide la nariz interna, uñas quebradizas y piel gruesa y agrietada.

2.3.3.3 Exposición a Talco (Óxido de Magnesio).

El óxido de magnesio es un silicato de magnesio hidratado; éste se extrae de minas subterráneas o en canteras. Después de un vasto molido inicial, el talco industrial se muele finamente; se usa con fines cosméticos y en fabricación de pinturas y esmaltes cerámicos.

La exposición a grandes cantidades de polvo ambiental de talco, y por inhalación causa un tipo de neumoconiosis sintomática llamada por lo general Talcosis. También hay un aumento de la incidencia de cáncer respiratorio por exposición al polvo (NEUMOCONIOSIS)

2.3.3.4 Exposición a Óxido de Zinc.

El Zinc es un elemento muy común que existe naturalmente y que puede mezclarse con otros para formar sus compuestos. Muchos alimentos contienen ciertas concentraciones de Zinc. El agua potable también contiene cierta cantidad de Zinc, la cual puede ser mayor cuando es almacenada en tanques de metal. Las fuentes industriales o los emplazamientos para residuos tóxicos pueden ser la causa del Zinc en el medio ambiente llegando a niveles que causan peligrosos para la salud.

Cuando las personas absorben demasiada cantidad de Zinc pueden experimentar una pérdida del apetito, úlcera de estómago, vómitos, náuseas, anemia, disminución de la sensibilidad del gusto y el olfato, daños en el páncreas, perturbación de metabolismo de las proteínas y causar arterioesclerosis.

También pueden provocar irritación de la piel, pequeñas llagas, y erupciones cutáneas. La acumulación del Zinc puede incluso producir defectos de nacimiento en los niños que no han nacido y recién nacidos, cuando sus madres han absorbido grandes concentraciones de Zinc y son expuestos a éste a través de la sangre o la leche de sus madres.

En el ambiente de trabajo el contacto con Zinc puede causar desordenes respiratorios como la gripe conocida como la fiebre del metal. Esta pasará después de dos días y es causada por una sobre sensibilidad de la nariz y las amígdalas.

2.3.3.5 Exposición a Caolín. (Óxido de Aluminio/Alúmina)

Los trabajadores que respiran cantidades altas de polvo de aluminio pueden desarrollar problemas respiratorios tales como tos o alteraciones que se detectan en radiografías de tórax y bajo desempeño en pruebas que miden las funciones del sistema nervioso además de causar debilidad y fallas de coordinación en los movimientos. El uso de máscaras para respirar y el control de los niveles de polvo en fábricas han eliminado este problema en gran parte.

La ingestión de aluminio generalmente no produce daño pero en cantidades altas de aluminio puede causar enfermedad de Alzheimer, deterioro de la función neurológica del cuerpo, enfermedades de los huesos como osteoporosis y artritis.

2.3.3.6 Exposición a Metales pesados.

El esmalte cerámico además contiene varios metales pesados en su composición para darle color, consistencia, manejabilidad y reducir defectos en el mismo. Estos están presentes en cantidades pequeñas pero que es necesario mencionarlos.

- Berilio (Be): Irritación de las membranas mucosas y de la piel; cáncer de pulmón.
- Cadmio (Cd): Bronquitis, enfisema; nefrotoxicidad; infertilidad; cáncer de próstata; alteraciones neurológicas; hipertensión; enfermedades vasculares.
- Cromo (Cr): Nefrotoxicidad; hepatotoxicidad; cáncer de pulmón.
- Plomo (Pb): Alteraciones neurológicas (disminución del coeficiente intelectual infantil); nefrotoxicidad; anemia; cáncer de riñón y pulmones.

2.4 Principio de economía de movimientos.

Se trata de reglas o principios con los cuales se puede obtener la eficiencia al ejecutar una tarea con los movimientos mínimos requeridos, reduciendo la fatiga del obrero y aumentando la productividad. Estos principios se exponen bajo las tres siguientes divisiones:

- Principio de Economía de movimientos relacionados con el cuerpo humano.
- Principio de Economía de movimientos relacionados con la disposición del puesto de trabajo.
- Principio de Economía de movimientos relacionados con el diseño de herramientas y equipo.

2.5 Producción más limpia.

La Producción Más Limpia (P+L)¹ es una estrategia empresarial que permite al sector productivo ser más rentable y competitivo a través de los ahorros generados por uso eficiente de materias primas y recursos naturales, reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios, evitando así sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales y los réditos de ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias

UNEP (United Nations Environment Programme), define a la *producción más limpia* como la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente.

En el caso de los procesos productivos, éste se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y de los desechos.

Para los productos, se refiere a la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. En los servicios se enmarca en la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la presentación de los mismos.

¹ (P+L): Abreviación comúnmente usada para referirse a producción más limpia. Tomado de la página web del Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia.

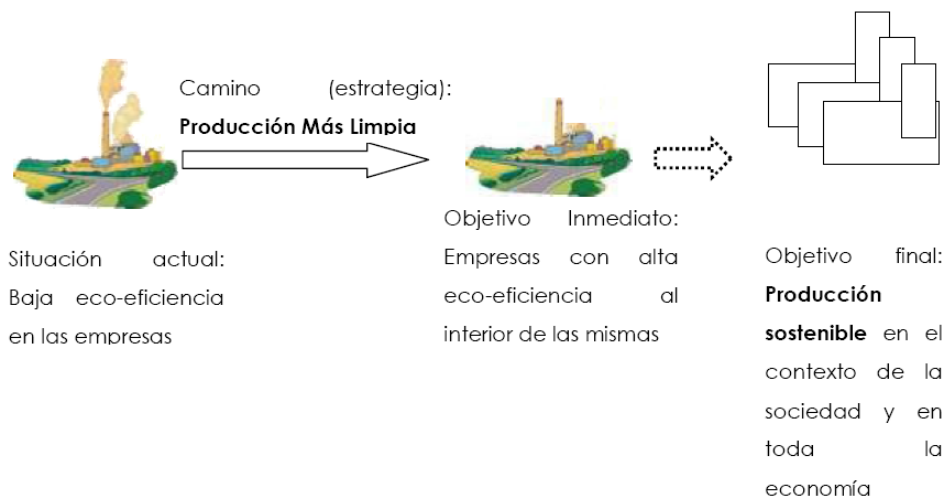


Figura 9: Producción más limpia.

La *producción más limpia* puede ser aplicada a procesos usados en cualquier industria, a los productos y los servicios²:

- En los procesos de producción la (P+L) incluye la conservación de la materia prima y la energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción en cantidad y toxicidad de las emisiones y desperdicios antes de su salida del proceso.
- Para los productos, la estrategia se enfoca en la reducción de los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final de los productos.
- En el caso de los servicios, la (P+L) reduce el impacto ambiental del servicio durante todo el ciclo de vida, desde el diseño y uso de sistemas, hasta el consumo total de los recursos requeridos para la prestación del servicio.

En general, los beneficios derivados de la (P+L) incluyen, entre otros:

- Optimización del proceso y ahorro de costos mediante la reducción y el uso eficiente de materias primas e insumos en general.
- Mejoramiento de la eficiencia operativa de la planta.

² Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA). <http://www.unep.org/>

- Mejoramiento de la calidad de los productos y consistencia porque la operación de la planta es controlada y por ende más predecible.
- La recuperación de algunos materiales de los subproductos.
- Reducción de residuos y, por ende, reducción de costos asociados a su correcta disposición.
- Menores primas de seguros.
- Mejoramiento de la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, entidades financieras, etc.

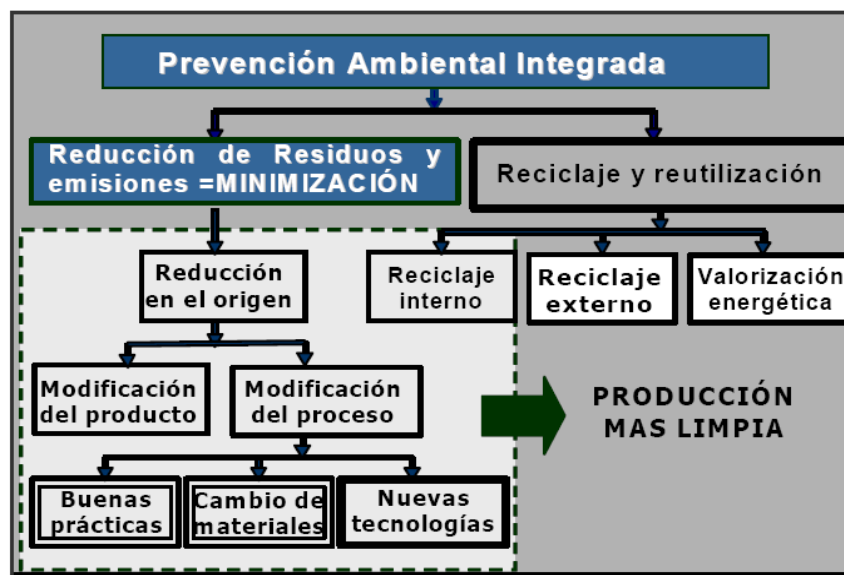


Figura 10: Estrategias para la (P+L).

La figura anterior que muestra un recuento general de las estrategias que se deben aplicar cuando se implementa un proceso de producción más limpia dentro de la empresa; es decir, la P+L además de pensar en “qué hacer con los residuos”, piensa en “qué hacer para no generarlos”.

Es importante anotar que la producción más limpia no siempre requiere la aplicación de nuevas tecnologías y equipos, generalmente su punto de apoyo comienza simplemente con buenas prácticas de operación.

Las técnicas más comúnmente utilizadas dentro del marco de la producción más limpia son:

- Buenos procedimientos de operación
- Sustitución de materiales
- Cambios tecnológicos
- Reciclaje interno
- Rediseño de productos
-

2.5.1 Descripción de una evaluación de P+L en la empresa

En general, un proyecto de *producción más limpia* puede resumirse en varias fases, desde que se toma la decisión de implementación hasta que se llega al punto de monitorear y evaluar las implementaciones de mejoras. Las fases típicas se citan a continuación:

- **Fase I: Fase Inicial:**

En esta primera fase se dan los primeros acercamientos a la P+L, es muy importante asegurar el compromiso de la gerencia de tal forma que el programa tenga un soporte a todo nivel al interior de la organización.

- **Fase II: Estudio de Metodologías y Análisis de Pre factibilidad:**

Es importante crear un equipo para el desarrollo de proyectos de esta clase. El equipo ha obtenido conocimientos suficientes sobre la metodología de P+L para de esta forma, realizar una revisión rápida de estimación del potencial de P+L de la empresa (análisis cualitativo).

- **Fase III: Evaluación:**

Se elabora un análisis detallado (cuantitativo) del proceso de reducción. En base al resultado obtenido, se identifican las opciones de optimización y se evalúan de acuerdo a factores económicos, ecológicos, técnicos y organizacionales.

- **Fase IV: Implementación:**

Se implementan las opciones seleccionadas y se calculan los ahorros resultantes (comparación actual vs. Estado objetivo). El proceso de establecimiento de Producción Más Limpia no es un procedimiento único y/o individual. Una vez que se han llevado a cabo las cuatro fases de establecimiento, y se han monitoreado y evaluado los resultados, debe mantenerse una retroalimentación para mejorar las innovaciones introducidas y sugerir nuevas áreas para aplicación de los conceptos de P+L.; obviamente, los detalles deben adaptarse siempre a la situación actual y tamaño de la empresa.

2.6 Tipos de sistemas para la reducción de emisiones.

Los sistemas de filtración se componen de filtros responsables por la remoción de material particulado en diferentes tipos de procesos y materiales. Existen varios tipos de sistemas y técnicas para la consecución del hecho, estos se detallan a continuación:

2.6.1 Sistema de eliminación de emisiones por filtración.

Este tipo de sistema se aplica para una gran variedad de procesos, u se caracteriza por el uso de filtros de diferentes materiales y espesores dependiendo el material a remover del aire.

Usualmente se lo conoce como filtro de mangas, y está conformado de tela especial de densidad alta, su porosidad tiene un amplio rango de tamaño que puede ir de 2 μm hasta 1mm de diámetro, para el manejo de una amplia gama de materiales y grosores de partícula. El

proceso de mantenimiento de este tipo de filtrado depende directamente de la carga de trabajo y el material que se maneja.

El proceso de filtrado se da una vez que el aire cargado de contaminante pasa por medio de las mangas de tela y estas se impregnan del mismo, dejando pasar el aire limpio a través de ellas. El polvo que queda retenido del lado sucio de las mangas se deposita en el fondo de las mismas o en tolvas especialmente dispuestas para el hecho.



Figura 11: Filtros de manga.

La limpieza de este tipo de filtro se puede hacer de diferentes maneras, como:

- **Chorro pulsante:** En este tipo de filtro el aire cargado de polvo entra por la parte inferior (tolvas) por medio de un distribuidor de flujo, alcanzando los módulos de filtrado donde se localizan las mangas. El aire pasa hacia el lado interno de las mangas donde se filtra y sigue hacia la parte superior del filtro pleno. El proceso de limpieza se da mediante chorros de aire comprimido disparados por un sistema soplador (compuesto de tubos, válvulas solenoides y diafragmas). Este proceso de limpieza puede ser off-line, mediante el aislamiento de un compartimiento para realización de la limpieza, u on-line, cuando el proceso de limpieza no requiera el aislamiento del compartimiento.
- **Aire invertido:** En este tipo de filtro el aire cargado de polvo entra por la parte inferior (tolvas), por medio de un distribuidor de flujo alcanzando los módulos de filtrado donde se encuentran las mangas. El aire pasa por el lado externo de las mangas donde se filtra. El proceso de limpieza se da por aislamiento de la cámara y a través de flujo de aire invertido.

- **Limpieza mecánica:** En este tipo de limpieza, el polvo puede ser filtrado tanto por el lado interno como el externo, dejando impregnada toda la superficie del filtro con el contaminante. Es entonces que se realiza la limpieza de los filtros por medio de golpes periódicos propinados por brazos accionados por motores. Este tipo de limpieza se puede realizar de manera continua durante la operación del equipo o en periodos de inactividad del mismo.

2.6.2 Precipitador o filtro electrostático.

Este tipo de sistema es similar al de filtro de mangas, pero añade un sistema para crear un campo electrostático que utiliza el concepto básico del campo electro magnético, en el cual, si se coloca un punto cargado, ya sea positiva o negativamente, este va a ser atraído o repelido según sea el caso a alguno de los dos polos.

Específicamente en este proceso lo que se realiza es generar un campo magnético entre el elemento contaminante y las mangas filtrantes, cargándolas positiva y negativamente respectivamente. Entonces así se logra una gran eficiencia de remoción de contaminantes del aire. Este tipo de sistemas se los utiliza para procesos que manejen grandes cantidades de flujo de aire y de polvo contaminante.

Los métodos de limpieza que se utilizan en este tipo de sistema, son similares a los del sistema de filtro de mangas.



Figura 12: Instalación típica de un conjunto de filtros de manga con campo electro magnético.

2.6.3 Lavadores de gas.

2.6.3.1 Lavador de gas tipo Venturi.

El depurador de venturi recoge eficientemente muy bien las macropartículas y las nieblas de una gran gama de contaminantes y flujos de aire. El líquido de limpieza se atomiza en las gotitas finas que encierran partículas. Las gargantas ajustables para la optimización del funcionamiento son estándar. Capacidades a 100.000+ CFM .

El depurador mojado del venturi utiliza el diferencial entre los gases de la alta velocidad y el agua de flujo libre para crear las gotitas que encierran los contaminantes, los sostienen en la suspensión y los entregan como mezcla alto concentrada. El depurador venturi ofrece más ventajas en la separación y la recuperación de las nieblas líquidas y de la macropartícula ultra fina que otros métodos de la depuración de gases.

El depurador venturi sirve a la industria de varias maneras; retira los agentes contaminadores presentes en corrientes de proceso de aire. Esto incluye la eliminación del polvo, los humos y las nieblas que el aire recoge en los proceso.

El aire de proceso fluye para quitar el polvo y la cualquier otra macropartícula que el proceso genere, creando la oportunidad de reciclar el aire y hacerlo nuevamente apto para su uso en cualquier tipo de proceso como combustión, movilización de materias primas, etc. Finalmente, el depurador venturi permite recolectar los materiales valiosos que pueden dar lugar a ahorros de proceso significativos.

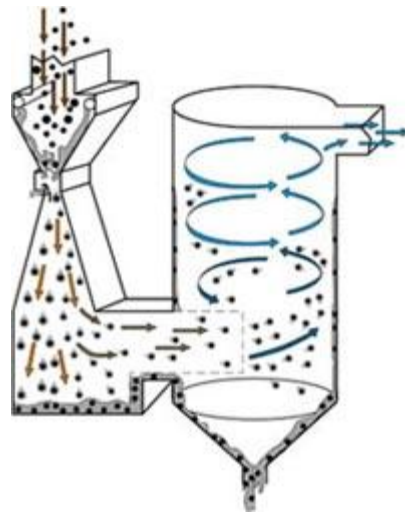


Figura 13: Sistema de remoción de partículas con el sistema Venturi.

2.6.3.2 Lavador de gas por succión.

Las cabinas de limpieza de aire por medio del lavado del mismo, presentan un innovador sistema de extracción y limpieza de aire. Este sistema genera la extracción del aire mezclado con agua y la hace recircular para efectuar el lavado del contaminante y separarlo del aire. Todo este proceso es ejecutado por un ventilador principal sin necesidad de la utilización de una bomba para la recirculación del agua.

Las ventajas que ofrece este tipo de sistema, son las siguientes:

- Velo de agua de elevada consistencia y lavado con agua.
- Menores periodos de mantenimiento.
- No existe contacto entre el agua de lavado del esmalte y partes mecánicas.
- Flujo de aire uniforme y mínima turbulencia.
- Elevada eficiencia de lavado y eliminación de partículas sólidas.
- No necesita de ayuda de boquillas de pulverización para el lavado del aire.



Figura 14: Sistema de remoción de partículas por lavado de aire por succión.

2.6.4 Ciclón de separación.

El equipo de recolección de polvo que se usa con mayor frecuencia es el ciclón. Los ciclones remueven el material particulado de la corriente gaseosa, basándose en el principio de impactación inercial, generado por la fuerza centrífuga.

La figura 15 muestra el movimiento de las partículas mayores hacia las paredes del ciclón debido a la fuerza centrífuga.

El ciclón es esencialmente una cámara de sedimentación en que la aceleración gravitacional se sustituye con la aceleración centrífuga. Estos constituyen uno de los medios menos costosos de recolección de polvo, tanto desde el punto de vista de operación como de la inversión.

Son básicamente construcciones simples que no cuentan con partes móviles, lo cual facilita las operaciones de mantenimiento; pueden ser hechos de una amplia gama de materiales y pueden ser diseñados para altas temperaturas (que ascienden incluso a 1,000 °C) y presiones de operación.

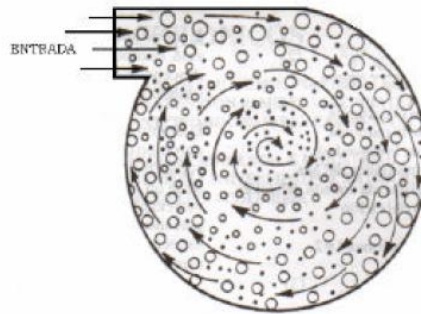


Figura 15: Mecanismos de colección de partículas en un ciclón.

Los ciclones son adecuados para separar partículas con diámetros mayores de $5\ \mu\text{m}$; aunque partículas muchos más pequeñas, en ciertos casos, pueden ser separadas. Los ciclones presentan eficiencias mayores que la cámara de sedimentación gravitacional y eficiencias menores que los filtros de mangas, lavadores y precipitadores electrostáticos.

La fuerza centrífuga generada por los giros del gas dentro del ciclón puede ser mucho mayor que la fuerza gravitacional, ya que la fuerza centrífuga varía en magnitud dependiendo de la velocidad de giro del gas y del radio de giro.

Teóricamente el aumento de la velocidad de entrada al ciclón implicaría un aumento de la fuerza centrífuga y por lo tanto un aumento de la eficiencia, sin embargo velocidades de entrada muy altas generan la re-suspensión de material particulado de las paredes internas del ciclón, lo cual disminuye la eficiencia del ciclón; adicionalmente aumentar la velocidad de entrada implica mayor consumo de energía.

2.6.4.1 Principio de funcionamiento

En un ciclón, la trayectoria del gas comprende un doble vórtice, en donde el gas dibuja una espiral descendente en el lado externo y ascendente en el lado interno. Las figuras 16 y 17 ilustran dichos vórtices.

Además, el gas entra en la cámara superior tangencialmente y desciende en espirales hasta el ápice de la sección cónica; luego asciende en un segundo espiral, con diámetro más pequeño, y sale por la parte superior a través de un ducto vertical centrado. Los sólidos se mueven radialmente hacia las paredes, se deslizan por las paredes, y son recogidos en la parte inferior.

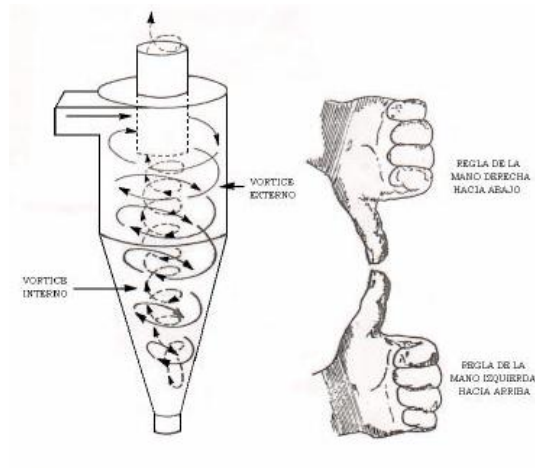


Figura 16: Vórtices en el ciclón.

El diseño apropiado de la sección cónica del ciclón obliga al cambio de dirección del vórtice descendente, el vórtice ascendente tiene un radio menor, lo que aumenta las velocidades tangenciales; en el cono se presenta la mayor colección de partículas, especialmente de las partículas pequeñas al reducirse el radio de giro.

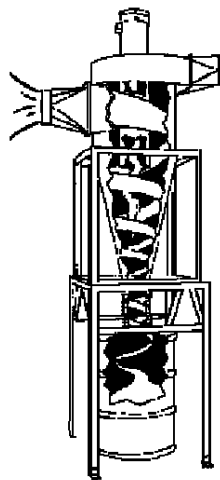


Figura 17: Vórtices en el ciclón.

2.6.4.2 Familias de ciclones.

Los ciclones son un dispositivo de control de material particulado bastante estudiado, el diseño de un ciclón se basa normalmente en familias de ciclones que tienen proporciones definidas.

Las principales familias de ciclones de entrada tangencial son:

- Ciclones de alta eficiencia.
- Ciclones convencionales.
- Ciclones de alta capacidad.

Los márgenes de la eficiencia de remoción para los ciclones, están con frecuencia basados en las tres familias de ciclones, es decir, convencional, alta eficiencia y alta capacidad. *Los ciclones de alta eficiencia* están diseñados para alcanzar mayor remoción de las partículas pequeñas que los ciclones convencionales. *Los ciclones de alta eficiencia* pueden remover partículas de 5 μm con eficiencias hasta del 90%, pudiendo alcanzar mayores eficiencias con partículas más grandes. Los ciclones de alta eficiencia tienen mayores caídas de presión, lo cual requiere de mayores costos de energía para mover el gas sucio a través del ciclón; por lo general, el diseño del ciclón está determinado por una limitación especificada de caída de presión, en lugar de cumplir con alguna eficiencia de control especificada.

Los ciclones de alta capacidad están garantizados solamente para remover partículas mayores de 20 μm , aunque en cierto grado ocurra la colección de partículas más pequeñas. Se ha reportado que los multi ciclones han alcanzado eficiencias de recolección de 80 a 95 % para partículas de 5 μm .

También se puede tener ciclones hidráulicos, mayormente conocidos como hidro ciclones, que tienen eficiencias cercanas al 95% de remoción de contaminantes.

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 Información general EDESA S.A.³

EDESA S.A. se fundó en 1974 con la participación de inversionistas ecuatorianos y la Compañía Venezolana de Cerámica C.A. "VENCERAMICA", inician su producción a mediados de 1978, con una capacidad inicial de producción de 200.000 piezas al año y una muy limitada variedad de modelos y colores.

A partir de 1982, se incorporan a la producción nuevos modelos y colores para satisfacer la demanda del mercado nacional. En 1985 se incorporó a la producción un segundo horno túnel, con lo cual se aumentó la capacidad de producción a 500.000 piezas al año.

En el año de 1986, EDESA incursionó en el mercado de internacional, exportando principalmente a los Estados Unidos de Norteamérica y progresivamente el Grupo Andino y Centroamérica; con esto la empresa tiene la necesidad de crecer, y en 1988 realiza la adquisición de un horno intermitente que permitió la fabricación de productos más sofisticados y de lujo, además de aumentar su capacidad de producción en un 30%.

Después de unos años, desde 1994 la empresa pasa a formar parte del Grupo CISA, importante corporación transnacional con base en Chile, que su vez pertenece a la Intercontinental Cementera BIO - BIO, la segunda corporación productora de materiales de construcción en el mundo. Se continúa con el proyecto de ampliación de la capacidad de producción lográndose para 1996, 1.000.000 de piezas al año, con la proyección de llegar a 1.050.000 piezas en 1997.

³ Información tomada de los archivos de EDESA S.A.

Su crecimiento vertiginoso y su mejora continua siguen, es así que en 1998, EDESA se constituye en la única empresa productora de sanitarios en América del Sur que certifica bajo la Norma ISO 9001, después de haber recibido en años previos los certificados IAPMO, CSA e INEN.

En ese mismo año, la compañía BRIGGS de Norteamérica, pasa a formar parte de la corporación CISA; este hecho marca un importante hito al adquirir una compañía que se encuentra ubicada dentro de las 5 primeras empresas del área de sanitarios de Estados Unidos. Con esta adquisición, CISA no sólo pasa a ser una de las mayores productoras de sanitarios del continente americano, sino que también se consigue una amplia red de distribución y una reconocida marca en el mercado norteamericano, lo que permite crear canales futuros de distribución para sus plantas latinoamericanas.

Con el antecedente de la alianza estratégica con la compañía BRIGGS y el constante crecimiento de la demanda tanto nacional como internacional, en 1999 se emprende el proyecto denominado FENIX, con el cual se alcanza ampliar la capacidad de producción en la planta, implementando dos hornos más: un horno intermitente y un horno túnel, lo que permitió incrementar sustancialmente el número de piezas fabricadas.

Actualmente EDESA S.A. cuenta con un total de 850 empleados en todo el Ecuador, amparados bajo todos los beneficios de ley, y procura extender sus beneficios a cada uno de ellos, con el objetivo de tener a su personal satisfecho, productivo y bien remunerado, de esta forma logra ser una de las empresas líderes y más competitiva a nivel local e internacional en su rama de acción.

3.2 Misión y Visión.

En la empresa EDESA S.A. la filosofía de servicio a la colectividad, y su comprometimiento con lo relacionado a la producción, medio ambiente, salud ocupacional e industrial; se rigen bajo los siguientes criterios:

- C ó d i g o d e é t i c a
- H o n e s t i d a d
- R e s p e t o
- R e s p o n s a b i l i d a d
- S o l i d a r i d a d
- L e a l t a d
- J u s t i c i a

A d e m á s , l a e m p r e s a t i e n e l a s i g u i e n t e M i s i ó n y V i s i ó n :

3.2.1 M i s i ó n .

” F a b r i c a r y c o m e r c i a l i z a r p r o d u c t o s d e ó p t i m a c a l i d a d p a r a a m b i e n t e s d e b a ñ o , e n a r m o n í a c o n l a c o m u n i d a d y e l m e d i o a m b i e n t e , c u m p l i e n d o l a s e x p e c t a t i v a s d e n u e s t r o s c l i e n t e s y a c c i o n i s t a s , l o g r a n d o e l c r e c i m i e n t o p r o f e s i o n a l y h u m a n o d e n u e s t r o p e r s o n a l . “

3.2.2 V i s i ó n .

“ E D E S A s e r á u n a e m p r e s a d i n á m i c a , i n n o v a d o r a y c o m p e t i t i v a , c o n l a m e j o r o f e r t a d e a m b i e n t e s p a r a e l b a ñ o e n l o s m e r c a d o s l o c a l e i n t e r n a c i o n a l . “

3.3 E s t r u c t u r a a d m i n i s t r a t i v a .

L a s e s t r u c t u r a s s u e l e n s e r p i r a m i d a l e s y t e r m i n a n e n u n v é r t i c e o p i c o . E s t e p i c o r e p r e s e n t a a e s e m á x i m o r e s p o n s a b l e q u e , e n m u c h a s o c a s i o n e s y e n e m p r e s a s m e d i a n a s y g r a n d e s , p u e d e t e n e r u n a o m á s p e r s o n a s i n t e r p u e s t a s e n t r e é l y e l C o n s e j o o e l E m p r e s a r i o / D u e ñ o d e l a e m p r e s a o n e g o c i o . E l m á x i m o r e s p o n s a b l e s u e l e d e n o m i n a r s e h a b i t u a l m e n t e :

- G e r e n t e
- D i r e c t o r G e r e n t e
- D i r e c t o r G e n e r a l

Éstas serían figuras sinónimas con funciones idénticas en la cumbre de la estructura; pero a partir de ello y descendiendo un peldaño en ese organigrama, se encuentran otras áreas o departamentos, salvando las posibles diferencias entre unas y otras empresas y la mayor o menor agregación de las mismas:

- Ingeniería
- Proyectos
- Dirección Técnica
- Planificación
- Contabilidad
- Compras
- Almacenes
- Control de Calidad

En consideración a lo expuesto, la estructura administrativa de la empresa EDESA S.A se compone principalmente por un comité Administrativo presidido por el Licenciado Diego Fernández Salvador, como Gerente General y conformado por los representantes de las distintas gerencias en la planta, como son:

- **Gerencia Financiera:** Licenciado Enrique Egas.
- **Gerencia de Producción:** Ingeniero Jaime Almendáriz.
- **Gerencia Técnica:** Ingeniero Marco Carrillo.
- **Gerencia Comercial:** Ingeniera Lorena Tamayo.
- **Gerencia de Desarrollo Humano:** Ingeniero Marco Robayo.

Además está conformada por las distintas jefaturas que son:

- **Jefatura de planificación:** Ingeniero Demetrio Ullrich.
- **Jefatura de Ingeniería y Mantenimiento:** Ingeniero Luís M. Maldonado.
- **Jefatura de Aseguramiento de la Calidad:** Ingeniero Diego Cevallos.
- **Jefatura de Sistemas:** Ingeniero Patricio Baca.

- **Jefatura de Recursos Humanos:** Ingeniera Janneth Arguello.
- **Jefatura de Servicio al Cliente:** Ingeniero Guillermo Larco.

3.4 Organigrama administrativo – funcional.

El organigrama administrativo funcional esta gráficamente detallado de la siguiente manera:

3.4.1 Funciones de las diferentes gerencias.⁴

3.4.1.1 Gerencia técnica de diseño y desarrollo.

Las funciones para las cuales fue creada la gerencia técnica de diseño y desarrollo son las siguientes:

- Realizar la investigación y diseño de nuevos modelos.
- Investigar y desarrollar fórmulas para la fabricación de pasta cerámica, esmalte cerámico, moldes de yeso y afines.
- Asegurar la provisión diaria de pasta cerámica, esmalte cerámico, moldes de yeso y afines.
- Administrar las concesiones mineras a fin de precautelar la provisión de materia prima.
- Controlar y evaluar diariamente los estándares de calidad de la materia prima usada en la producción.
- Control y evaluación permanente de los estándares de calidad de la pasta cerámica y esmalte fabricados en la planta industrial.
- Controlar la gestión de residuos por medio del reciclaje y reproceso.
- Dar tratamiento a las aguas residuales y de consumo.

3.4.1.2 Gerencia de la producción

Las funciones para las cuales fue creada la gerencia de la producción son:

- Ejecutar todas las actividades necesarias para la producción de las piezas cerámicas.
- Controlar cada uno de los procesos a fin de garantizar la calidad del producto terminado.
- Realizar todos los controles de calidad, pruebas y ensayos al producto para conseguir la mejora continua de los mismos.

⁴ Información proporcionada por el departamento de Recursos Humanos de EDESA S.A.

- Planificar la producción en función de la demanda del mercado, y ordenar la forma y cantidad en la que se producirán los diferentes modelos controlando en cada uno la incidencia de defectos y producto desechado.
- Ejecutar y controlar la producción de los accesorios plásticos.
- Revisar y mantener en buen estado los equipos usados para la producción, tales como secadores, máquinas de vaciado, hornos, etc.
- Dar mantenimiento correctivo y preventivo de toda la maquinaria de la planta industrial.
- Precautelar la disponibilidad de equipos.

3.4.1.3 Gerencia comercial

Las funciones para las cuales fue creada la gerencia comercial son:

- Asegurar la distribución tanto nacional como internacional de los productos.
- Investigar y evaluar el mercado para crear estrategias de comercialización y distribución.
- Mantener la satisfacción del cliente en estándares altos por medio un servicio profesional, rápido y personalizado.
- Coordinar la importación y comercialización de productos alternos como grifería, pisos y cerámica plana.
- Impulsar campañas de marketing para mantener o incrementar la participación de mercado por medio de medios de comunicación hablados o impresos.

3.4.1.4 Gerencia financiera

Las funciones para las cuales fue creada la gerencia financiera son las siguientes:

- Llevar la contabilidad en general de la planta, estados financieros y balances en general.
- Realizar los presupuestos generales de la empresa y controlar que estos se cumplan.
- Velar por los valores por cobrar y pagar resultado de las actividades de la empresa.
- Mantener los contactos tanto nacionales como internacionales para la compra de insumos, maquinaria, materiales y herramientas requeridos por las otras áreas.

- Realizar el control financiero de la empresa y mantenerlo en orden a base de constantes auditorias tanto internas como externas.

3.4.1.5 Gerencia de desarrollo humano

Las funciones que ejecuta la gerencia de desarrollo humano son:

- Realizar el control de la nómina, verificando horarios de trabajo, ingreso y salida de personal, pago de honorarios, etc.
- Velar por el bienestar del personal proporcionándole servicios de salud, beneficios laborales y actos de esparcimiento tales como eventos deportivos y agasajos.
- Cuida la seguridad y salud ocupacional de los empleados asegurando proveer los accesorios y condiciones para el hecho.
- Se encarga de la seguridad física del personal, instalaciones y propiedad en general de la delincuencia común u organizada.

3.5 Ubicación de la planta.

La empresa EDESA S.A. se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, en la ciudad de Quito.

Dentro de la ciudad, el complejo industrial se encuentra ubicado en el barrio QUITUMBE, entre la Avenida Teniente Hugo Ortiz y Avenida Quitumbe Ñan.

La fábrica colinda al Norte con la Avenida Teniente Hugo Ortiz y condominios residenciales; al occidente con la Unidad Educativa Quitumbe; al sur con el parque metropolitano de “Las Cuadras” y al oriente, con la estación del Sistema Integrado de Trolebús “Morán Valverde”.

Desde el satélite la ubicación se ve de la siguiente manera:



Figura 19: Ubicación geográfica del complejo industrial EDESA S.A. ⁵

3.5.1 Clase de empresa.

La empresa EDESA S.A. se encuentra enmarcada dentro de la manufactura Industrial de Piezas Sanitarias, Grifería, Complementos y Servicios.

3.6 Descripción del proceso de fabricación de pocetas.

La fabricación de la cerámica comienza con la obtención de arcillas, caolines, feldspatos y demás componentes de alta calidad ya que de sus cualidades físicas y químicas depende todo el proceso. La materia prima localizada, probada y transportada a la planta, es clasificada y enviada a cada una de las áreas para cada uno de sus procesos. (Ver glosario de términos cerámicos en Anexo 1)

⁵ Fotografía satelital tomada del servicio geográfico de Google earth.

Para la producción de la pasta cerámica, se procesan los materiales plásticos como el Feldespato y Sílice, que son cuidadosamente pesados y pulverizados en molinos de tambor giratorio por vía húmeda en períodos de hasta 12 horas, igualmente los materiales plásticos como son las Arcillas y Caolines, son pesados y cargados en mezcladoras para su disgregación y homogeneización.

Obtenidos los productos de molienda de materiales plásticos y no plásticos, cada uno cumpliendo estrictas condiciones de peso específico, viscosidad, granulometría, se almacenan por separado en cisternas con agitadores para evitar su sedimentación; siguiendo el proceso, mediante bombas neumáticas de diafragma se transportan estos productos hasta depositarlos en mezcladores donde se adicionan productos químicos diversos, que en conjunto consiguen la consistencia adecuada para la producción, permanentemente monitoreado por el personal del laboratorio. Después de los mezcladores la pasta es tamizada y almacenada en cisternas con agitadores, desde las cuales es conducida por bombeo hasta las máquinas de vaciado y sus respectivos moldes de yeso.

Los moldes de yeso que se utilizan en las máquinas de vaciado para dar forma a la pasta cerámica se fabrican por colado de yeso en matrices de fibra de vidrio que también son diseñadas y construidas en la misma planta. Cuando el yeso ha fraguado en un tiempo de aproximadamente 5 minutos, se retira de las matrices y se somete a un proceso de secado por un tiempo cercano a 65 horas hasta cuando se ha evacuado cerca del 85% de su humedad y entonces se encuentra apto para absorber de manera efectiva el exceso de agua presente en la pasta cerámica y de esta forma provocar compactación y endurecimiento en las piezas que se fabrican. El promedio actual en el número de colajes por molde es de 90 piezas por molde. A partir de este número de llenadas, el tiempo de formación se incrementa y la eficiencia del proceso disminuye.

En las máquinas de vaciado, se introduce la pasta en los moldes de yeso que están montados sobre ella en filas de hasta 50 moldes por máquina; cuando los moldes se encuentran llenos de pasta se suspende la alimentación y se da inicio al “tiempo de formación”, que no es más que el tiempo necesario para que la pasta se solidifique al punto de que la pieza sea estructuralmente firme, este tiempo de formación es de aproximadamente una hora. Transcurrida este tiempo de formación se comienza con el desmoldado de las piezas, este

proceso exige del trabajador extremo cuidado, ya que cualquier manipulación brusca en este estado provocará grietas que pueden ir de muy pequeñas hasta invisibles, pero que a medida que la pieza avanza en el proceso se hacen evidentes, especialmente después de que han pasado por el horno. Es entonces cuando las grietas invisibles se transforman en aberturas de grandes dimensiones que son causa para desechar el producto cuando la materia prima ya no es reutilizable.

En el proceso de desmoldado los vaciadores son los encargados de abrir los orificios que no son diseñados para formarse en el molde, especialmente para los anclajes, además se encargan de pulir la pieza que no es más que retirarle rebabas presentes luego del desmoldado y corregir pequeñas imperfecciones con la ayuda de esponjas húmedas. Una vez terminado este trabajo se deja la pieza en reposo por períodos que pueden ir desde pocas horas hasta un día completo dependiendo de la complejidad del modelo fabricado, este tiempo de reposo es necesario para que la pieza seque hasta un punto en que pueda ser manipulada sin riesgo a deformaciones, concluido este período de inmovilidad las piezas se introducen en secadores, en los que pasan un promedio de 10 horas a temperaturas que llegan hasta los 100 °C en un proceso que exige un estricto control de las variables de temperatura y humedad en función del tiempo con la finalidad de evitar la formación de grietas en los bordes de las piezas por condiciones bruscas de secado.

El siguiente paso es una inspección y pulido en crudo, en esta parte del proceso general, un inspector revisa el estado físico de la pieza, se ayuda en la detección de grietas con la aplicación de una emulsión penetrante sobre los sectores de mayor incidencia, este actúa al absorberse en la pieza como tinta penetrante en un ensayo no destructivo, revelando la presencia de grietas o fisuras en la pasta cerámica. Si ha pasado esta prueba, entonces el siguiente paso es pulir la pieza con esponjas duras hasta dejarla visiblemente sin rebabas o imperfecciones superficiales, pues el proceso siguiente será la aplicación del esmalte.

Antes de describir el proceso de esmaltado, se debe explicar la forma de obtener el esmalte cerámico. Este proceso parte de igual manera que la pasta, se obtienen los materiales adecuados: feldespato, sílice y caolín como materias primas en estado natural y componentes previamente preparados como son colorantes, talco, fritas, etc. y agua; entonces todos estos

materiales son pesados, molidos, mezclados, tamizados, ferro filtrados y estabilizados hasta llegar a las condiciones físicas y químicas adecuadas para su aplicación.

Una vez realizadas las inspecciones previas a la pieza, se procede a ejecutar el proceso de esmaltado, que se realiza con pistolas de atomización hasta que el esmalte depositado alcance un espesor de aproximadamente 30 micras, la aplicación del esmalte en cada pieza no lleva más de 45 segundos y el tiempo de secado es inmediato, de manera que terminada la aplicación de esmalte la pieza puede ser manipulada para su traslado en coches hasta los sitios de cuarentena de esmaltado en donde reposan durante por lo menos 1 hora antes de ingresar al horno, con la finalidad de que pueda evaporarse el exceso de líquido que ha sido depositado con el esmalte. Posteriormente, cuando ha pasado el tiempo necesario en las zonas destinadas a cuarentena, la pieza se carga en vagonetas que son los carros de acero y material refractario encargados de llevar las piezas por su recorrido en el interior de los hornos.

Los hornos son de tipo túnel con flujo de carga y descarga constante, en los que ingresan las vagonetas cargadas de piezas cada 20 minutos aproximadamente que pasan a lo largo de la longitud de los hornos que es de sesenta metros, donde se produce el vitrificado del esmalte cerámico y el endurecimiento del bizcocho de pasta. Esto se logra gracias a que se controla el tiempo y la temperatura a la que serán sometidas las piezas durante todo su recorrido. El tiempo necesario desde que una vagoneta entra al horno hasta cuando sale por el otro extremo es de aproximadamente 12 horas, en este último paso y a temperaturas en la zona de quem a de hasta 1200 °C han sucedido todas las transformaciones químicas y mecánicas en la pasta cerámica, y también se han hecho evidentes las grietas que no hayan sido detectadas en los controles anteriores.

Cuando el producto ha salido de los hornos pasa a las líneas de inspección final, en las que un grupo de personal especializado es capaz de detectar fisuras internas en los productos por medio del sonido producido por las piezas al ser golpeadas con esferas de alúmina, se inspeccionan fallas en el esmalte, diferencias de tono, porosidades superficiales, fisuras no apreciables a simple vista con tintas penetrantes, las mismas que se han producido por

enfriamientos bruscos a la salida del horno⁶. A todos los defectos anteriormente mencionados podemos adicionar muchos más, hasta formar una lista de 98 defectos que pueden ser detectados por el personal y son reportados mediante capturadores electrónicos para alimentar una base de datos automática en la que se capta información detallada de cada uno de los procesos⁷.

El siguiente paso, es colocar los accesorios necesarios en los diferentes productos (depende del tipo de producto) y embalarlos para su almacenamiento en las bodegas de despachos. De este último tránsito en la fábrica, los productos serán distribuidos al mercado nacional o a cualquiera de los países que la planta exporta.

En la Figura 1, se representa el diagrama de flujo de proceso de producción a continuación:

⁶ Al hablar de enfriamientos bruscos, se refiere a sutiles desviaciones de la curva de temperatura en función del tiempo, que deben seguir los productos dentro del horno.

⁷ La información ingresada en los teclados capturadores entre otros datos contiene los códigos de obrero y fecha de manipulación en: vaciado, inspección cruda, esmaltado. Posición de carga en las vagonetas, número de horno, modelo, color, etc.

DIAGRAMA DE PROCESOS TIPO MATERIAL PARA PRODUCTOS CERÁMICOS

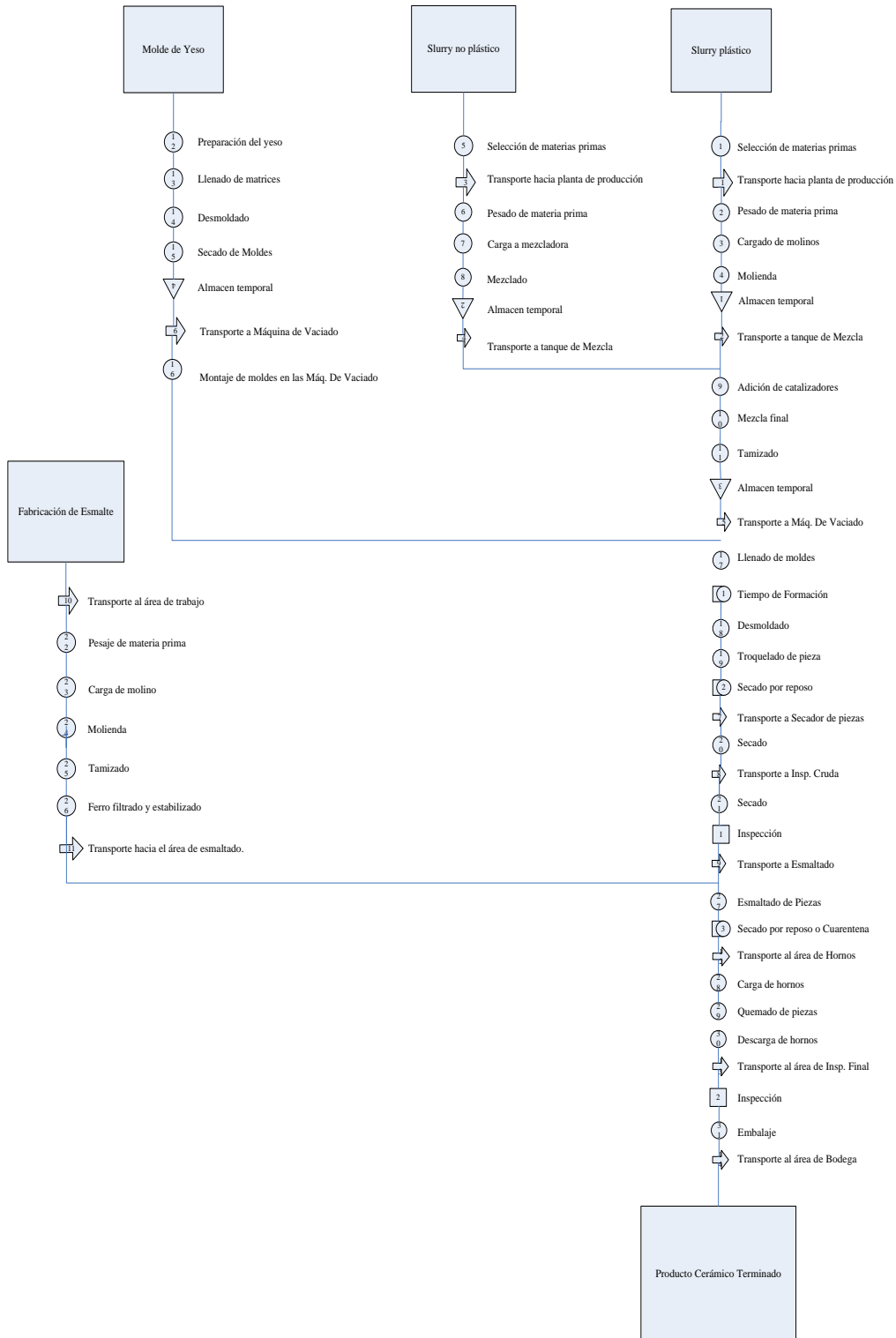


Figura 1: Diagrama de flujo de proceso de producción.

3.7 Diagnóstico del área de esmaltado en la sección Alpha.

3.7.1 Diagnóstico del área de trabajo.

Actualmente para realizar el trabajo, se emplean dos máquinas.

- Cabina para esmaltado.
- Banco para sifoneo.

3.7.2 Cabina para esmaltado.

La cabina de esmaltado empleada actualmente consta de un cono de acero inoxidable que sirve para alojar la pieza, dentro de este se ubica un torno circular en donde se realiza el esmaltado; este cono se encuentra conectado a una caja también construida en acero inoxidable que hace la función de acumulador de residuos de esmalte.

En la parte superior de la cabina de recolección de residuos de esmalte se encuentra el ducto por el cual se realiza la succión de aire para evacuar el esmalte suspendido mientras se realiza el trabajo. El ventilador utilizado para dicho propósito es de tipo Axial, con un motor de 5 Hp de potencia y un flujo promedio de 10000 cfm.

El principio de funcionamiento de la cabina es muy simple, se coloca la pieza a esmaltar en el torno de la cabina, y se procede a iniciar la pulverización del esmalte sobre ella mientras el operario va girándola; el ventilador al estar funcionando, evacúa las partículas más livianas hacia el exterior al medio ambiente, para evitar en lo posible que entren en contacto con la piel, ojos y vías aéreas del operario.

Las partículas más pesadas, por la fuerza del aire comprimido que las expulsa, son lanzadas a la parte posterior de la cabina, a la caja recolectora de residuos en donde se depositan y se acumulan hasta que sean evacuadas por los operarios.

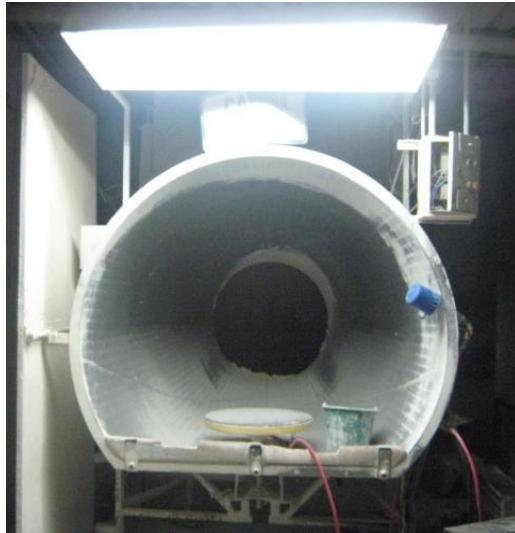


Figura 20: Cabina de esmaltado convencional.

3.7.3 Banco para Sifoneo convencional.

El mecanismo usado para realizar el esmaltado del sifón de cada una de las piezas del modelo Kingsley consiste en una estructura que hace la función de soporte para la base forrada de corosil en la que se asienta la poceta para ejecutar el sifoneo como se aprecia en las figuras 21 y 22.



Figura 21: Banco de Sifoneo convencional en reposo.



Figura 22: Banco de Sifoneo convencional inclinado.

La poceta se coloca como se observa en las figura 23.



Figura 23: Ubicación de pieza en el banco de Sifoneo antiguo.

3.7.4 Equipo utilizado.

Dentro del área y el proceso en cuestión se utilizan distintos equipos tanto para la persona como para el proceso.

- Pistola de pulverización por aire de alta presión marca Binks 2001 Spray Gun. (Ver Catálogo en Anexo 2)



Figura 24: Pistola de aspersión de esmalte Marca BINKS modelo 2001.

- Tina de Presión para esmalte.



Figura 25: Tina de presión de esmalte cerámico.

- Equipo de protección personal como: Mascara respiratoria, protección auditiva, guantes para las manos, delantal.



Figura 26: Equipo de protección personal.

3.8 Diagnostico de métodos y tiempos del proceso de esmaltado con el banco de sifoneo convencional.

El área de trabajo sobre la cual se va a realizar el diagnóstico es denominada Esmaltado Alpha. En el área se elaboran los productos de élite que la empresa manufactura exclusivamente para la exportación principalmente al mercado norteamericano bajo la marca BRIGGS. A qui se producen varios modelos como:

- W C . One Piece Kingsley .
- W C . One Piece Oasis .
- W C . One Piece Stratos .
- W C . Vacuity .
- W C . Carlton .
- W C . Sultán .
- U R . Lawton .
- U R . Colby .

Para estos modelos el proceso de esmaltado es el mismo y se usa el esmalte producido en la empresa. El proceso de esmaltado se lo realiza una vez que la pieza ha pasado por todos los procesos previos como son la conformación de la pieza, el quemado a bizcocho de la pasta y el pulido e inspección de la misma para lograr asegurar la calidad del producto. Se aplica el esmalte en medio húmedo por medio de pistolas atomizadoras a presión constante de 120 Psi, hasta conseguir un espesor de la capa de esmalte sobre la pieza de aproximadamente 30 micras, este proceso tarda aproximadamente de 140 a 150 segundos por pieza, luego de lo cual la humedad se seca casi inmediatamente.

Previo al esmaltado exterior de las pocetas, se realiza un proceso llamado Sifoneo, el que consiste en esmaltar el sifón de la pieza para conseguir un mejor arrastre en cada descarga de agua, como se puede observar en la figura 27. Este se realiza de la siguiente manera:

- La pieza es levantada por el operario esmaltador y su ayudante y colocada en una estructura que la sostiene y que tiene un movimiento de péndulo para hacer recorrer esmalte por el sifón.

- Colocada la pieza, se procede a derramar sobre el pozo de la pieza alrededor de 400 ml. de esmalte.
- Se acciona el movimiento de péndulo de la estructura para forzar a circular al esmalte depositado en el pozo por el sifón y así lograr esmaltar el mismo.
- Realizado esto, el operario esmaltador, asistido por el ayudante, levantan la pieza y proceden a colocarla en el torno de la cabina de esmaltado para continuar con el esmaltado exterior.

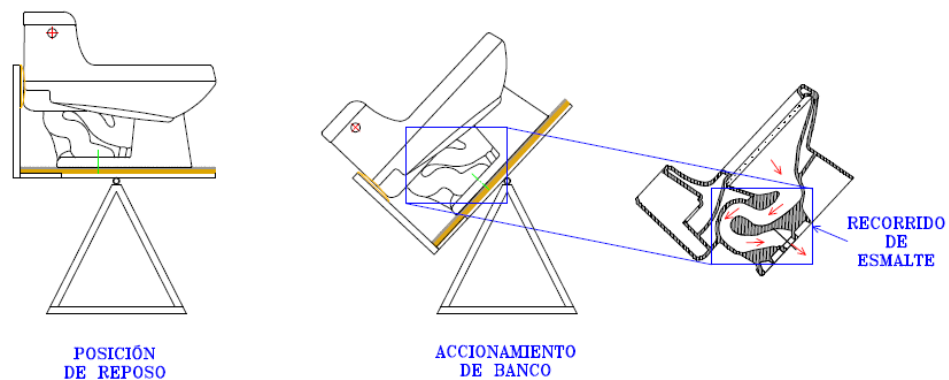


Figura 27: Ejecución del Sifoneo convencional.

A fin de detectar posibles mejoras en el método de trabajo y disminución de los tiempos de ejecución del proceso, se realizará un análisis de tiempos y movimientos⁸ del proceso de esmaltado.

El diagrama de proceso del esmaltado de pocetas lo muestra la figura 28:

⁸ Estudio ejecutado a fin de conseguir mejoras productivas en base al método de trabajo y el tiempo empleado para un proceso.

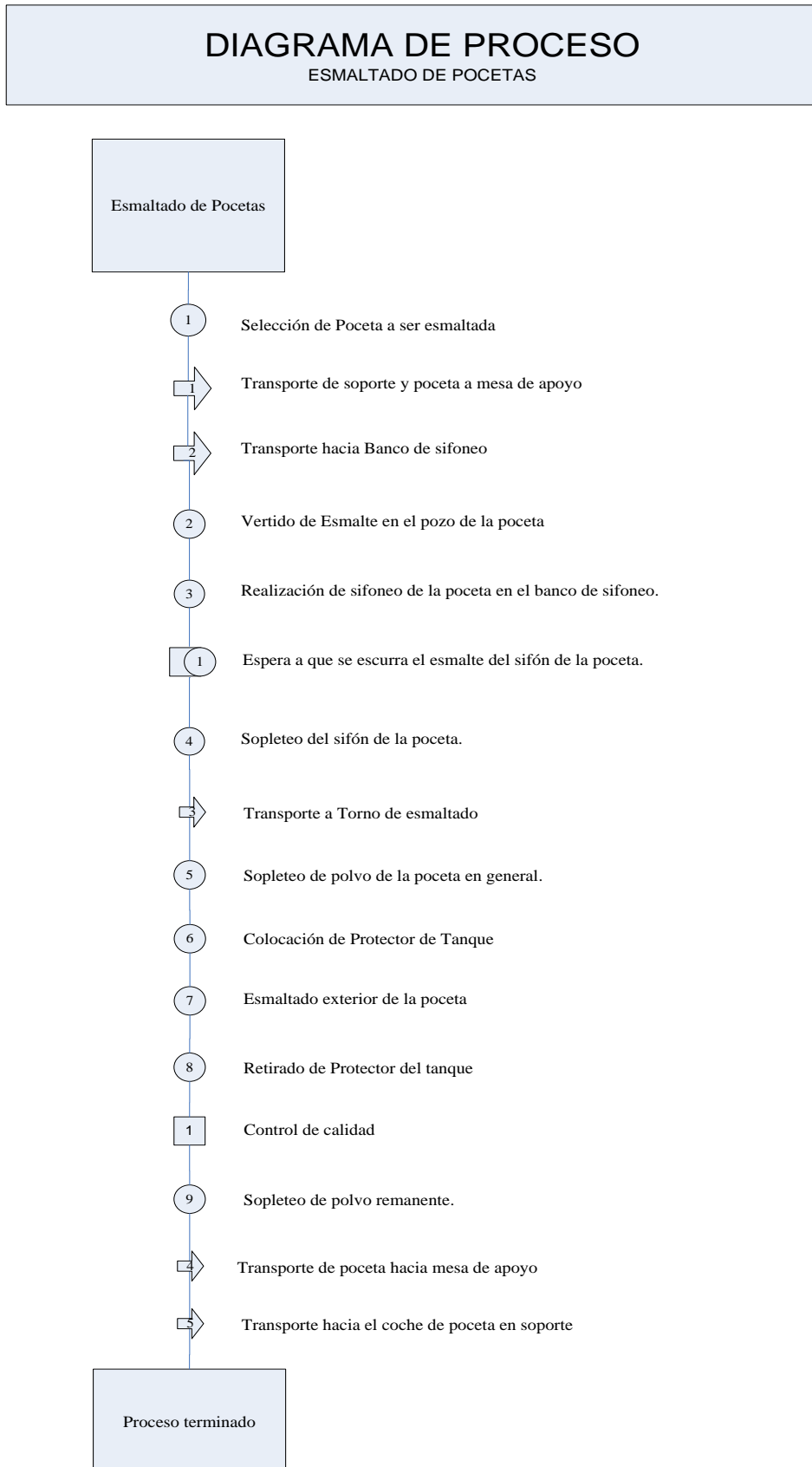


Figura 28: Diagrama de proceso del esmaltado con el banco de sifoneo convencional.

Se toman los tiempos de cada una de las actividades, para hacer un promedio de las mismas y hallar al final el tiempo tipo de la operación total.

Los tiempos del proceso son los indicados en la Tabla 3.8 a continuación:

TABLA 38 Toma de tiempos del proceso de esmaltado con el banco de sifoneo convencional.

HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS																
OPERACIÓN: ESMALTADO DE POCETAS								MAQUINA: Banco de sifoneo convencional								
ANALISTA: DANILLO ZAMBRANO								METODO DE TRABAJO: CON BANCO DE SIFONEO								
Nº	TAREA	Tipo de Actividad	Distancia (m)	Unidad	TOMA DE TIEMPOS										Tiempo Elegido	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Selección de poceta a ser esmaltada	○			s	3.61	4.05	4.58	3.68	4.58	4.12	3.51	3.75	3.86	4.03	3.98
2	Transporte de poceta y soporte a mesa de apoyo	○ →	1.5		s	9.05	10.51	11.65	12.86	9.68	10.39	10.49	11.98	12.36	11.92	11.09
3	Transporte de poceta a banco de sifoneo	○ →	3.35		s	12.45	12.11	13.55	11.98	13.84	13.40	14.10	12.26	13.12	12.95	12.98
4	Colocación de esmalte en el pozo de la poceta	○			s	24.15	25.14	23.78	24.17	26.01	25.89	26.78	24.82	25.75	24.14	25.06
5	Realización del sifoneo de la pieza	○			s	26.15	28.59	25.84	26.68	25.79	28.01	27.52	27.02	25.75	26.06	26.74
6	Espera a que se escurra el esmalte del sifón de la poceta.			D	s	10.84	10.89	10.96	10.96	10.52	11.63	10.36	11.86	11.80	13.12	11.29
7	Sopleteo de Sifón.	○			s	21.89	22.45	19.23	18.60	20.86	20.74	22.80	23.96	21.83	22.23	21.46
8	Transporte de poceta al tomo de esmaltado	○ →	2.7		s	15.85	16.89	18.05	18.52	19.01	18.26	17.52	18.96	17.25	19.05	17.94
9	Sopleteo de pieza en general	○			s	25.85	26.56	24.81	26.59	26.45	24.65	24.95	25.59	26.95	28.45	26.09
10	Colocación de Protector de Tanque	○			s	6.88	7.92	7.60	7.52	6.85	7.45	7.59	8.51	8.60	7.98	7.69
11	Esmaltado de la poceta	○			s	139.15	138.92	141.82	136.89	141.32	139.52	141.96	143.58	138.52	139.36	140.10
12	Retirado de Protector del tanque	○			s	4.86	5.03	4.62	4.66	4.25	4.23	4.02	4.36	5.26	5.16	4.65
13	Control de calidad			□	s	12.09	8.62	10.95	7.95	6.98	10.80	11.50	8.95	9.95	10.85	9.86
14	Sopleteo del polvo de esmalte remanente	○			s	20.03	21.65	20.55	22.65	21.65	20.36	20.69	21.59	22.88	23.84	21.59
15	Transporte de poceta al soporte en la mesa de apoyo	○ →	2.5		s	9.36	10.59	12.84	11.55	12.55	10.95	11.72	12.93	11.45	11.66	11.56
16	Transporte de pieza y soporte al coche de almacenamiento	○ →	2.12		s	10.63	8.93	8.56	9.03	10.09	9.32	9.88	11.56	10.78	11.93	10.07
17	Almacenamiento temporal			▽		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Autor

De los datos de la tabla anterior se puede determinar el tiempo tipo, que es el tiempo promedio normal para realizar una actividad o proceso específico. Para hallar el tiempo tipo, se toma en cuenta una valoración de 1, ya que se trata de un trabajo a velocidad normal. Para la realización del cálculo del tiempo tipo se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo tipo} = \text{Tiempo medio} \times \text{valoración} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

- **Tiempo tipo:** tiempo normal para ejecutar una tarea o proceso.
- **Tiempo medio:** es el tiempo promedio de la toma de tiempos del proceso.
- **Valoración:** Es el factor que determina la velocidad a la que se realiza el trabajo. Se usa 1 para trabajo a velocidad normal, valores menores a 1 si el trabajo es lento, y superior a 1 si está acelerado.

Entonces, se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 3.8.a: Tiempo tipo del proceso de esmaltado convencional.

Tiempo medio	362.14
Valoración	100%
Tiempo tipo (seg)	362.14
Tiempo Tipo (min)	6.04

Fuente: Autor

Y, resumiendo el proceso, se puede determinar que para la ejecución del mismo se efectúan las siguientes actividades y el movimiento que experimenta en la tabla 3.8.b que se detalla a continuación:

TABLA 3.8.b: Tabla de resumen de actividades.

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación	9	277.35	
Transporte	5	63.63	12.17
Demora	1	11.29	
Inspección	1	9.86	
Almacenaje	1	0	
TOTAL	20	362.14	12.17

Fuente: Autor

El diagrama de recorrido de las pocetas durante la ejecución del proceso es el indicado en la figura 29, detallada a continuación:

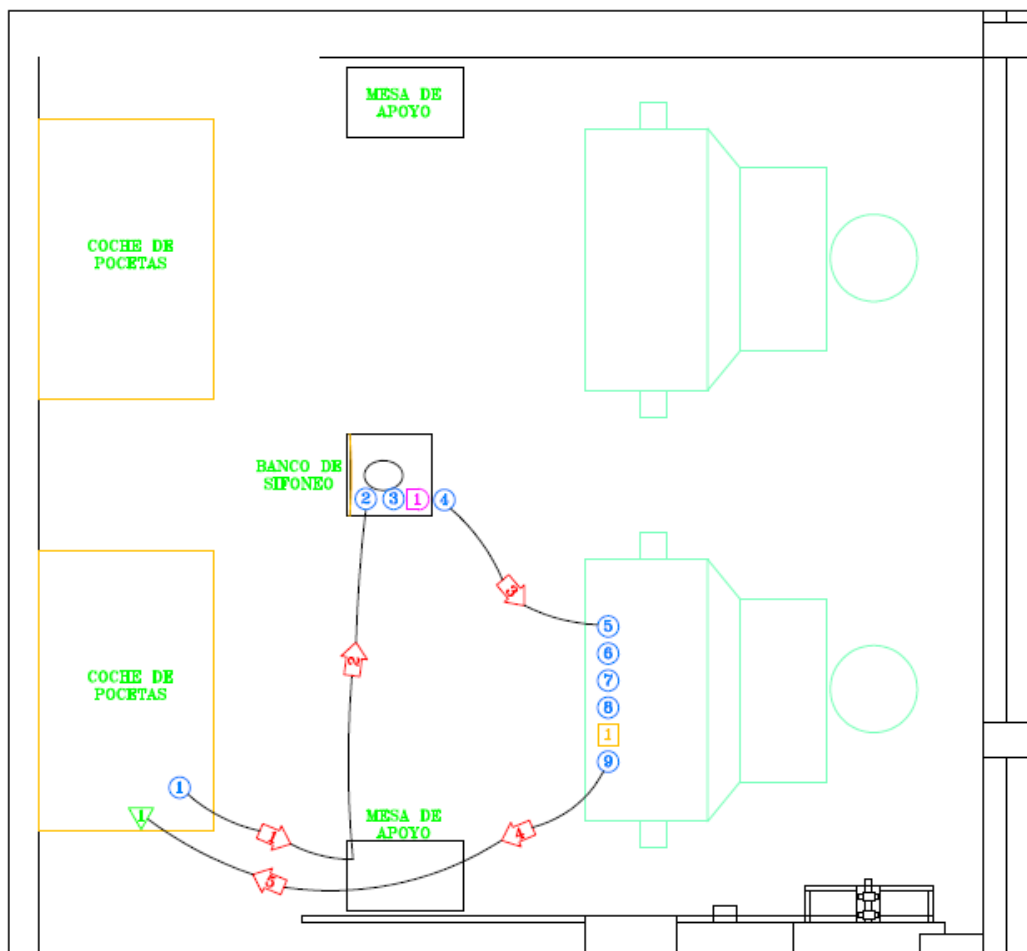







Figura 29: Diagrama de recorrido del proceso con banco de sifoneo convencional.

Los símbolos usados dentro del estudio del proceso son los siguientes:

TABLA 3.8.c: Simbología del diagrama de procesos.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Operación	
Transporte	
Inspección	
Demora	
Almacenaje	

Fuente: Autor

Se concluye que el proceso en total para cada una de las pocetas ocupa un tiempo de 362.14 segundos o lo que es equivalente a aproximadamente 6 minutos, y recorre una distancia de 12 metros. Con estos datos se puede determinar que al día cada operario ejecuta el proceso de esmaltado en aproximadamente 80 pocetas y recorre una distancia aproximada de 974 metros.

3.9 Estadística de enfermedades relacionadas al trabajo en el área de esmaltado

Alpha.

Actualmente el área de trabajo tiene una incidencia de enfermedades respiratorias, oftalmológicas y dermatológicas comunes⁹, como se puede apreciar en el registro histórico que se presenta en la Tabla 3.9, tomando en cuenta que permanentemente se tienen laborando 12 obreros en el área.

⁹ Datos históricos de casos de enfermedades en el área de esmaltado ALPHA tomados del archivo de EDESA S.A.

T A B L A 3.9: Datos históricos de enfermedades en el personal de esmaltado ALPHA

Tipo	Enfermedad	Cantidades mensuales promedio de los años 2008-2009												Total	Total por tipo de enfermedad	Porcentaje de Incidencia anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic			
Respiratoria	Gripe Común	3	2	5	4	6	4	3	4	6	5	7	8	57	119	53%
	Faringitis	4	2	2	1	2	1	1	0	3	1	2	3	22		
	Laringitis	0	3	1	0	2	1	3	1	2	1	2	2	18		
	Amigdalitis	2	0	1	0	0	1	0	0	3	0	1	0	8		
	Bronquitis	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2		
	Sinusitis	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3		
	Asma Ocupacional	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	4		
	Otitis	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2		
	Rinitis	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3		
Dermatológica	Dermatitis por Contacto	3	5	5	3	2	4	2	2	3	5	5	5	44	62	27%
	Granuloma Cutáneo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2		
	Hongos Cutáneos	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4		
	Alergia dermatológica	2	1	2	1	2	0	1	1	0	0	1	1	12		
Oftalmológica	Alergia Ocular	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	12	5%
	Síndrome del Ojo Seco	2	2	1	3	2	1	1	3	3	4	6	1	29		
	Catarata	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
	Conjuntivitis	2	3	1	0	0	0	2	3	1	0	0	0	12		

TOTAL ANUAL DE CASOS	226
-----------------------------	------------

Fuente: Autor

Del cuadro anterior se puede obtener que, la incidencia de los diferentes tipos de enfermedades en el área en cuestión se dividen de la siguiente manera:

T A B L A 3.9.a: Cantidad anual de casos por tipo de enfermedad del 2009.

Tipo de Enfermedad	Total anual de casos	Porcentaje
Respiratoria	119	60%
Dermatológica	62	32%
Oftalmológica	12	9%
Total	193	100%

Fuente: Autor

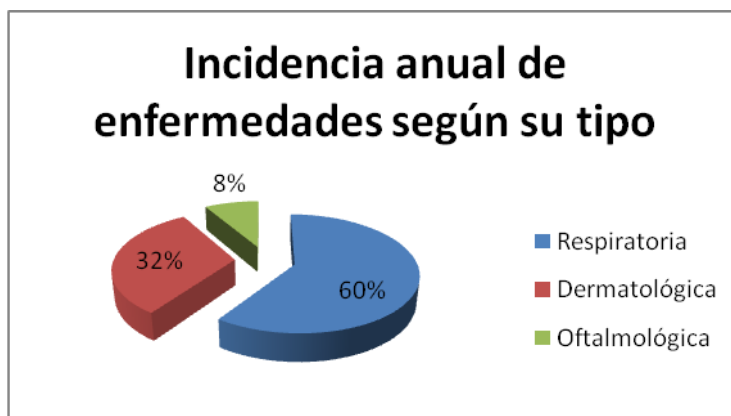


Figura 30: Incidencia anual de enfermedades según su tipo en el área de Esmaltado Alpha del año 2009.

En el caso de las enfermedades del tipo respiratorias, se puede ver que son las de mayor incidencia, y estas se dividen así, especificando tanto la cantidad total, promedio anual y el porcentaje que representa:

TABLA 3.9.b: Cantidad anual de casos de tipo respiratorio del 2009.

Enfermedad	Total anual de casos	Porcentaje
Gripe Común	57	48%
Faringitis	22	18%
Laringitis	18	15%
Amigdalitis	8	7%
Bronquitis	2	2%
Sinusitis	3	3%
Asma Ocupacional	4	3%
Otitis	2	2%
Rinitis	3	3%
Total	119	100%

Fuente: Autor

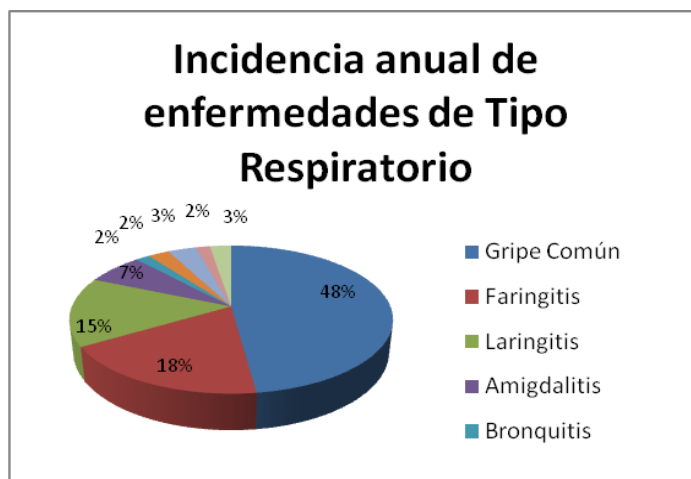


Figura 31: Incidencia anual de enfermedades de tipo respiratorio en el área de Esmaltado Alpha del año 2009.

Además se tiene la presencia de desordenes de tipo dermatológico, que representan el segundo grupo más importante de enfermedades presentadas en los operarios del área. Estas se dividen de así:

TABLA 3.9.e: Cantidad anual de casos de tipo dermatológico del 2009.

Enfermedad	Total anual de casos	Porcentaje
Dermatitis por Contacto	44	71%
Granuloma Cutáneo	2	3%
Hongos Cutáneos	4	6%
Alergia dermatológica	12	19%
Total	62	100%

Fuente: Autor

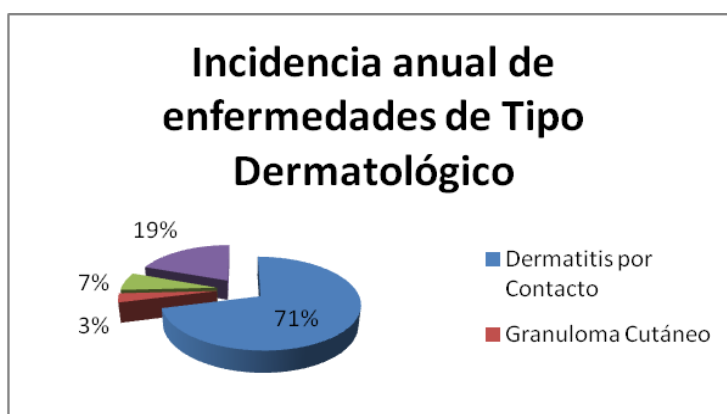


Figura 32: Incidencia anual de enfermedades de tipo dermatológico en el área de Esmaltado Alpha en el 2009.

Finalmente existe un pequeño número de casos de enfermedades de tipo oftalmológico que se han presentado en el área de trabajo :

TABLA 3.9.d: Cantidad anual de casos de tipo oftalmológico del 2009.

Enfermedad	Total	Porcentaje
Alergia Ocular	3	6.67 %
Síndrome del Ojo Seco	29	64.44 %
Catarata	1	2.22 %
Conjuntivitis	12	26.67 %
Total	45	100.00 %

Fuente: Autor

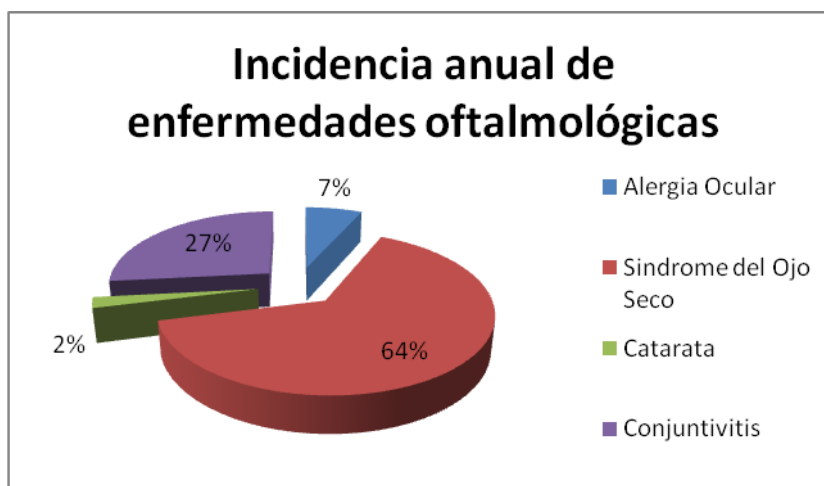


Figura 33: Incidencia anual de enfermedades de tipo oftalmológico en el área de Esmaltado Alpha en el 2009.

Se presenta un 64 % de casos de síndrome de ojo seco, un 27 % de conjuntivitis, un 7 % de alergia ocular y un caso aislado de catarata que representa un 2 % del total de los casos.

En resumen, actualmente no se encuentran registradas enfermedades catalogadas como profesionales; pero si se puede observar una tendencia alta de enfermedades causadas o agravadas por contacto con el esmalte cerámico, teniendo en primer lugar las de tipo respiratorio, entre ellas principalmente la gripe común con un 48 % , la faringitis con un 18 % y laringitis con un 15 % , las cuales son fuertes irritaciones de la garganta alta y baja producidas por la inhalación directa de polvo de esmalte debido a la falta de uso de la máscara de protección.

En segundo lugar se tiene una fuerte tendencia por la dermatitis, debido al contacto que se tiene con estos elementos; representa un 71% de los casos de este tipo; esta se puede producir por la manipulación de agentes químicos del esmalte cerámico directamente con la piel provocando irritación y resequedad.

Además, en menor grado se producen afecciones de tipo ocular, principalmente el síndrome del ojo seco con un 64% de los casos, ésta se caracteriza por irritación y resequedad en general provocando molestias y enrojecimiento de los ojos. Esta afección se produce por la exposición directa al polvo generado en la pulverización de esmalte cerámico combinado con la falta de uso de protección visual por parte del operario.

Adicionalmente, se dan en menor incidencia enfermedades más graves, pero que con tratamiento y descanso se pueden curar. En todos los casos se sabe que inicialmente el paciente tuvo una enfermedad común, que por varios factores se agravó hasta llevar a cuadros médicos más complicados y de mayor cuidado como bronquitis, pulmonía, amigdalitis, sinusitis, alergias, etc.

3.10 Diagnóstico del impacto ambiental relacionado al proceso de esmaltado.

El proceso de esmaltado incide directamente en los elementos agua y aire, ya que en el primer caso se usa agua para realizar la limpieza de la cabina de esmaltado y sus alrededores, y en el segundo caso, por la pulverización del esmalte y su posterior emisión por las chimeneas de las cabinas de esmaltado convencionales.

La cuantificación del nivel de impacto en cada uno de los elementos involucrados se realiza de la siguiente manera.

3.10.1 Diagnóstico del impacto ambiental del elemento agua.

El agua dentro del proceso se ve afectada principalmente al momento de realizar la limpieza de las cabinas de esmaltado existentes, puesto que estas no pueden recuperar el esmalte residual entonces todo se va en el agua utilizada. Esto se da debido a que la cabina de

esmaltado convencional deposita todo el esmalte residual en los canales de agua de limpieza y lo derrama a su alrededor además convirtiendo el área en una zona contaminada y peligrosa para el personal por el riesgo de lesiones por resbalones y caídas. En las figuras indicadas a continuación se puede observar el impacto que esta situación genera:



Figura 34: Esmalte derramado en el canal por la cabina de esmaltado convencional



Figura 35: Esmalte derramado en el pasillo de circulación adyacente a la cabina de esmaltado convencional.

Entonces el agua utilizada para la limpieza de todos estos lugares, es conducida hacia la planta de tratamiento de agua, y al realizarle un monitoreo se obtienen los datos detallados en la tabla 3.10.1.

TABLA 3.10.1: Monitoreo de entradas líquidas no domésticas provenientes del área de esmaltado ALPHA

PARÁMETROS DE ENTRADA	UNID.	VALOR NORMA ¹⁰ (alcantarillado)	DICIEMBRE 2009 - NOVIEMBRE 2010				
			Resultados del período				Promedio
			23/02/2010	27/04/2010	06/07/2010	16/09/2010	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (D B O) ₅	mg/l	120	150.0	3150.0	150.0	150.0	900.0
Demanda Química de Oxígeno (D Q O)	mg/l	240	3750.0	10500.0	3750.0	3750.0	5437.5
Sólidos Suspendidos	mg/l	95	3750.0	6450.0	15.0	3750.0	3491.3
Caudal de carga	l/s	4,5	262.5	238.5	336.0	187.5	256.1
Aceites y grasas		100	330.0	960.0	120.0	120.0	382.5
Cadmio	mg/l	0,02	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Cobre	mg/l	1	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Cromo hexavalente	mg/l	0,5	1.5	1.5	9.0	1.5	3.4
Compuestos fenólicos	mg/l	0,2	3.6	1.7	2.3	7.7	3.8
Materiales flotantes		ausencia	ausencia	ausencia	Ausencia	ausencia	
Níquel	mg/l	2	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
Plomo	mg/l	0,5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
Potencial de hidrogeno		5 _ 9	1090.5	1077.0	1186.5	1048.5	1100.6
Sólidos sedimentables	ml/l	10	15.0	15.0	15.0	60.0	26.3
Temperatura	°c	< 40	2925.0	2760.0	2640.0	2715.0	2760.0
Tenso activos	mg/l	0,5	46.5	2.0	8.6	33.0	22.5
Zinc	mg/l	2	107.6	103.1	28.5	167.3	101.6

Según los datos presentados en la TABLA 3.10.1, el agua utilizada en la limpieza de las cabinas, presenta altos niveles de contaminación con varios agentes nocivos tales como cadmio, plomo, níquel, zinc, radicales libres, etc.; los niveles de contaminación evidentemente

¹⁰ Valores referenciales para descargas no domesticas de agua, dictadas por la normativa ambiental del municipio del distrito metropolitano de Quito.

sobrepasan los rangos permitidos por la ordenanza municipal vigente para el distrito metropolitano de Quito¹¹ y no son aptos para su retorno al ecosistema.

3.10.2 Diagnóstico de impacto ambiental del elemento Aire.

El elemento aire se ve afectado, porque directamente se está esparciendo el contaminante por medio de las chimeneas de las cabinas de esmaltado convencionales, al aire y además porque éste los lleva hasta los condominios, escuela, colegio, terminal de transporte, centro comercial y parque recreacional que se encuentran apostados a los alrededores de la planta industrial de EDESA S.A.

Para determinar la cantidad de esmalte que se esparce por los lugares antes mencionados, se realiza una toma de datos, para la cual se utiliza secciones de tela filtro de 2 μm de porosidad, que tienen 150 mm de altura por 150 mm de ancho como se indica en la figura 36. Su peso inicial es determinado para iniciar con la prueba, para luego de finalizada la misma, realizar una diferencia de pesos y saber la cantidad de esmalte obtenida en la prueba.

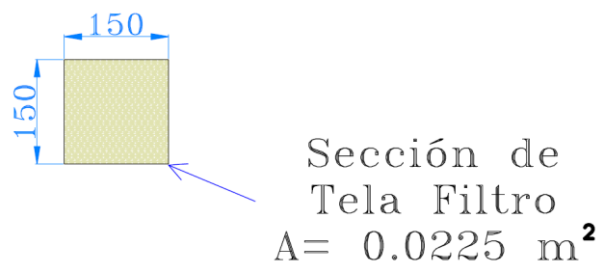


Figura 36: Dimensiones de tela filtro para toma de muestras.

La prueba se realizará colocando la sección de tela filtro en la descarga de la cabina convencional de esmaltado; después se procede a trabajar de forma normal el esmaltado en el área de trabajo.

¹¹ Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito (Ordenanza Sustitutiva del Título V “Del Medio Ambiente”, Libro Segundo del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito) Capítulo VII.- Para la Protección de las Cuencas Hidrográficas que abastecen al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

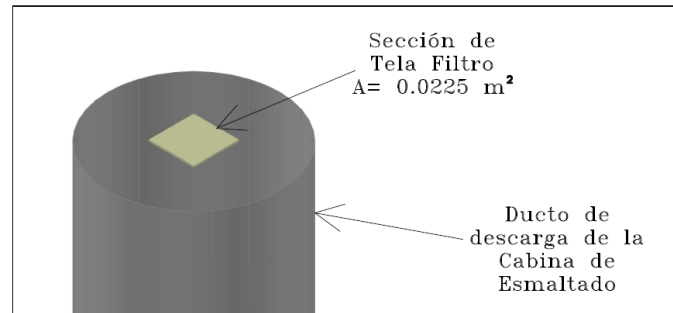


Figura 37: Ubicación de tela filtro para toma de muestras.

La exposición de cada muestra es de 15 minutos, tomando en cuenta diferentes posiciones en la chimenea para obtener resultados más homogéneos. Una vez que se han tomado todas las muestras, se realiza el pesaje de cada una de ellas para determinar un peso promedio de esmalte adherido a la tela filtro con lo cual se da una extrapolación al área del ducto de descarga de la cabina; de esta forma se obtiene un valor promedio de esmalte residual emitido en un tiempo determinado, estos datos determinan un valor aproximado del que se ha emanado al medio ambiente circundante a la planta industrial.

TABLA 3.10.2: Análisis de emisiones cabina de esmaltado convencional.

Muestras de Esmalte en Tela Filtro (Tiempo de prueba/muestra: 15 min.)			
CABINA ANTIGUA			
Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Diferencial de peso (gr)
1	11.70	16.10	4.40
2	12.00	17.30	5.30
3	12.20	16.00	3.80
4	12.50	14.10	1.60
5	12.20	14.90	2.70
6	12.30	14.80	2.50
7	12.50	15.60	3.10
8	12.00	15.50	3.50
9	12.40	14.40	2.00
10	12.20	16.00	3.80
11	12.30	15.50	3.20
12	12.10	15.90	3.80
13	12.00	15.10	3.10
14	11.90	15.50	3.60
15	12.20	15.00	2.80
Peso promedio de esmalte captado			3.28

Una vez encontrado el promedio estimado de esmalte expulsado por el ducto de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, se puede ponderar la cantidad de contaminante que se dispersa de esta chimenea en un tiempo específico, para lo cual se aplica la ecuación:

$$P_{t1} = \frac{(A_m \times P_{pm})}{A_d} \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

$P_{t1}(g)$: Peso total promedio captado en el ducto en el tiempo de prueba.

$A_m(m^2)$: Área de la muestra.

$P_{pm}(g)$: Peso promedio captado por la muestra.

$A_d(m^2)$: Área del ducto.

Se utilizan los siguientes datos para realizar el cálculo:

TABLA 3.10.2.a: Parámetros de cálculo

Diámetro de ducto (m)	0.56	Dimensiones de Tela para muestra (m)	0.15 x 0.15
$A_d(m^2)$	0.2463	$A_m(m^2)$	0.0225
$P_{pm}(g)$	3.3		

Fuente: Autor

$$P_{t1} = \frac{(A_d \times P_{pm})}{A_m}$$

$$P_{t1} = \frac{(0.2463 \text{ m}^2 \times 3.28 \text{ g})}{0.0225 \text{ m}^2}$$

$$P_{t1} = 35.90 \text{ g}$$

Una vez realizado el cálculo con los datos disponibles, se estima que en 15 minutos, la chimenea expulsa la cantidad de 35.90 g de polvo de esmalte cerámico.

De esta forma se puede ponderar la cantidad de esmalte que es expulsado por una cabina de esmaltado convencional; y, si se toma en cuenta que el costo por kilogramo de esmalte cerámico es de \$0.45¹², entonces se puede estimar el costo total que representa, como se indica en la siguiente tabla:

TABLA 3.10.2.b: Peso de esmalte ponderado en diferentes periodos de tiempo y su costo

Periodo de tiempo	Peso Extrapolado	Costo Total Extrapolado (Costo/Kg = \$0.45)
1 Hora	0.14 Kg	\$0.06
1 Turno (8 Horas)	1.15 Kg	\$0.52
1 Día (2 Turnos)	2.30 Kg	\$1.03
1 Semana (6 Días)	13.79 Kg	\$6.20
1 Mes (24 Días)	330.90 Kg	\$148.91
1 Año (12 Meses)	3970.84 Kg	\$1,786.88

Fuente: Autor

Se puede determinar que una sola cabina de esmaltado convencional puede llegar a expulsar aproximadamente 3900 kilogramos de contaminante en un año y una pérdida de \$1,786.88 USD., al año aproximadamente.

¹² Dato tomado de la base de datos de costos de EDESA S.A.

CAPÍTULO IV

4. CONSTRUCCIÓN DE CABINA DE ESMALTADO DOBLE CON CORTINA DE AGUA.

4.1 Descripción de la cabina de esmaltado doble con cortina de agua.

4.1.1 Descripción del sistema de recolección de esmalte residual.

El sistema de recolección de esmalte residual está conformado por los siguientes elementos:

- 4 conjuntos de buffles retenedores de esmalte.
- 2 mesas recolectoras de esmalte.
- 2 tinas para el esmalte recuperado.

La función de los conjuntos de buffles, es impedir el paso excesivo de esmalte cerámico hacia la parte posterior de la cabina durante el proceso de *pulverizado de esmalte* sobre la pieza cerámica. El esmalte se va acumulando sobre los buffles conforme avanza el trabajo, hasta que se escurre hacia la tina de recolección, logrando recuperar este material.

Las mesas recolectoras de esmalte se encuentran ubicadas debajo de donde se posiciona la pieza a ser esmaltada y su función es recolectar el esmalte residual del proceso de sifoneo y recoger parte del esmalte pulverizado que se manda por las pistolas a presión, y conducirlo hacia las tinas de recuperación de esmalte residual.

Finalmente, las tinas para el esmalte recuperado de $0,21 \text{ m}^3$ de capacidad, sirven como estanques en los que se recolecta todo el esmalte captado por las mesas recolectoras y los buffles retenedores de esmalte. Para facilitar la evacuación del mismo, las tinas están dotadas de ruedas que permiten movilizarlas e intercambiarlas dependiendo la situación.

Con este sistema, se estima recuperar un 25% del esmalte consumido durante el proceso de esmaltado. Los tres elementos van ubicados de la siguiente manera:

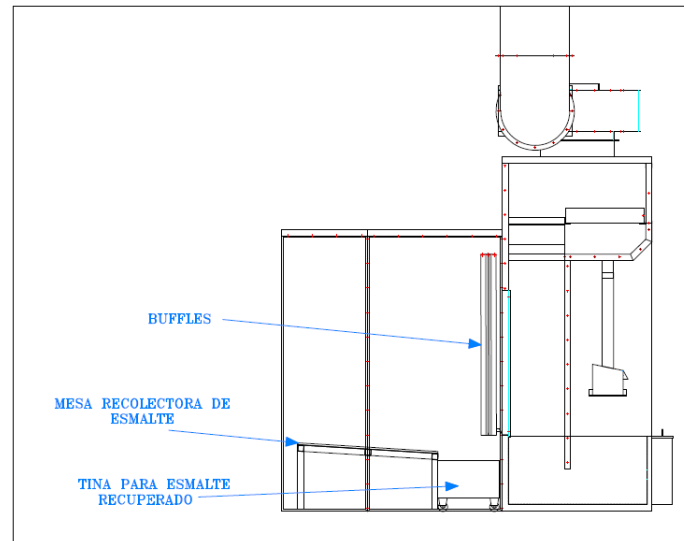


Figura 38: Elementos del sistema de recolección de esmalte residual.

4.1.2 Descripción del sistema de abastecimiento de agua.

El sistema de abastecimiento de agua de la cabina de esmaltado con cortina de agua está conformado por siguientes elementos:

- Tina principal de agua.
- Reservorio de agua.
- Válvula de boya.
- Línea de alimentación de agua.

El grupo de control del nivel automático de agua está formado por una boya de cobre que está conectada a la alimentación externa de agua para garantizar las condiciones de nivel necesarias para el correcto funcionamiento de la cabina: una distancia de 25 mm desde la superficie del agua hasta el ingreso de los ductos de succión o una altura de 418 mm desde el fondo hasta la superficie del agua que tiene 1,94 m³ de capacidad. La tina está interconectada

manguera de sopleteo; estas líneas de distribución están hechas de tubería galvanizada de $\frac{1}{2}$ " de diámetro.

Las unidades de mantenimiento instaladas en cada una de las tomas de aire, cumplen las funciones de filtrar, regular y lubricar el aire que se va a consumir; aquí se retira la humedad residual que pudiere contener el aire, se regula la presión de salida hasta estabilizarla en la presión de trabajo de las pistolas, que para el caso es de 115 psi. ; finalmente ayuda en la lubricación del aire para facilitar el funcionamiento de los elementos mecánicos de las pistolas. Para este caso se utiliza la unidad de mantenimiento marca FESTO modelo FU-344 con un diámetro de ingreso y salida de $\frac{1}{2}$ ".

Las válvulas de tienen como principal función realizar el control de flujo de aire. Pueden cerrar a través de circuitos todo el sistema de distribución para poder realizar mantenimiento de los elementos que componen el sistema, estas son válvulas de media vuelta de $\frac{1}{2}$ " de diámetro.

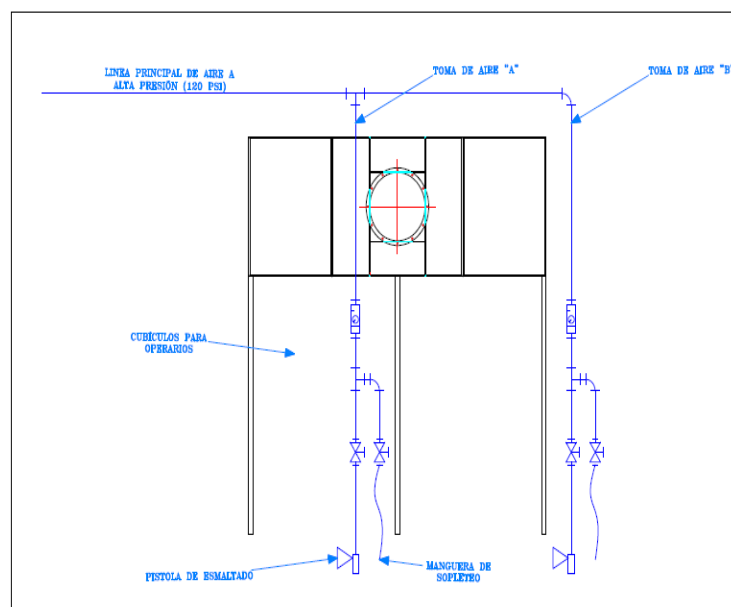


Figura 40: Sistema de abastecimiento de aire de alta presión.

4.1.4 Descripción del sistema de abastecimiento de esmalte cerámico.

El sistema de abastecimiento de esmalte cerámico está conformado por los siguientes elementos:

- Línea de abastecimiento de aire de alta presión.
- Bomba neumática BLAGDON PUMP modelo 445AD332A675.
- Fuente de esmalte.
- Línea de abastecimiento de esmalte.
- Pistolas de pulverización de esmalte marca Binks 2001 Spray Gun.

Para este sistema se requiere de una línea de almacenamiento de aire de alta presión para la bomba neumática que se utiliza para el bombeo del esmalte. Esta línea está conformada por tubería galvanizada de $\frac{1}{2}$ ", su respectiva válvula de control que es una válvula de media vuelta de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y una unidad de mantenimiento para el acondicionamiento del aire.

La bomba neumática que se utiliza en este sistema asegura un flujo constante de esmalte hacia las pistolas por medio de la línea de alimentación conformada por tubería de 2" de diámetro de acero inoxidable. La bomba neumática está compuesta por dos diafragmas y cuatro cámaras, dos de las cuales sirven para la succión y bombeo de esmalte y las dos restantes para la acción del aire de alta presión que ingresa y sale por medio del movimiento del pistón interno. La bomba, por ser del tipo de desplazamiento positivo, asegura un caudal constante y homogéneo de esmalte para evitar la inclusión de burbujas en el mismo y eliminar defectos de explosión de esmalte en la superficie de la pieza. La bomba neumática que se usa en el sistema es de la marca BLAGDON PUMP modelo 445AD332A675, cuyos diámetros de ingreso y salida son de 2", y la alimentación de aire de $\frac{1}{2}$ ".

El sistema puede estar alimentado de esmalte por medio de tubería que llega hasta la estación de bombeo, o puede ser por medio de tinas de capacidades que varían entre 1000 a 2000 litros de las cuales se succiona directamente. En este caso se utilizan tinas de 1000 litros de capacidad, de las cuales la bomba envía hacia las pistolas de pulverizado.

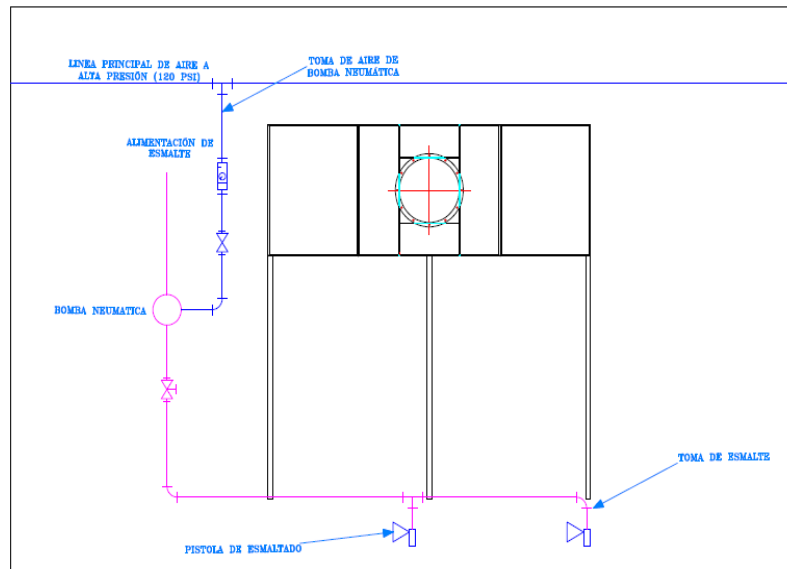


Figura 41: Sistema de abastecimiento de esmalte cerámico.

4.1.5 Descripción del sistema de succión y filtrado de aire.

El sistema de succión y filtrado de aire de la cabina se esmalta con cortina de agua, está conformado por los siguientes elementos:

- 3 Ductos de succión.
- 3 Direccionadores de aire.
- 4 Filtros separadores de aire y agua.
- 1 Extractor centrífugo de 15 Hp.
- 1 Chimenea.
- 1 Recolector del agua de retorno.
- 3 tubos de descarga de agua de retorno.
- 1 Tina secundaria de agua.

El principio de funcionamiento de la cabina de esmalteado con cortina de agua, se basa principalmente en el funcionamiento del ventilador centrífugo de alta presión de vacío. La función del ventilador es asegurar que el aire sea aspirado de manera uniforme a través de la parte frontal de la cabina, sitio donde los operarios y pieza cerámica se encuentran. El ventilador centrífugo está conformado por un disco de aspas circulares que va acoplado al motor por medio de una manzana. El motor del ventilador es de 15 hp de potencia, 1800 rpm y 60 Hz de

frecuencia. El modelo del motor es de la marca SIEMENS código 25000001126 y tipo 1LA7 134-4YA70 y con un frame de IEC 132S/M. Adicional a esto el motor tiene un acople directo modelo IM B5 / IM B35 a la carcasa del ventilador. Para mayor información consultar el catálogo en el Anexo 3.



Figura 42: Motor trifásico de 15hp Modelo 1LA7 134-4YA7.

La corriente de aire y desechos de esmalte son conducidos al nivel inferior sobre la faz del agua contenida en la tina principal y entra en una serie de canales de succión distribuidos a lo largo de la cabina, que sirven para transportarlos a la parte superior donde se da la separación del esmalte y agua del aire.

En la entrada de los ductos de succión el aire alcanza una velocidad de aproximadamente 28 m/s (Medido con anemómetro FLUKE 605 y tubo *pitot* estándar de 1m $\text{Ø} 8 \text{ mm}^{13}$); a esta velocidad, el agua es englobada en la corriente de aire y se mezcla con el aire contaminado por esmalte pulverizado en el proceso.

Esta mezcla es elevada verticalmente por los conductos hasta la cámara superior, donde agua contaminada y aire son direccionados hacia el grupo de filtros separadores, para que con el choque de la corriente contra los paneles de los filtros separe el aire del agua contaminada; de esta forma se conseguirá la eliminación del agua y limpio de residuos y se conducirá hacia la

¹³ Datos proporcionados por el personal de ingeniería y proyectos de EDESA S.A.

chimenea y el retorno a la tina principal del agua contaminada con esmalte por medio de las bandejas recolectoras de retorno, los tubos de descarga y la tina secundaria.

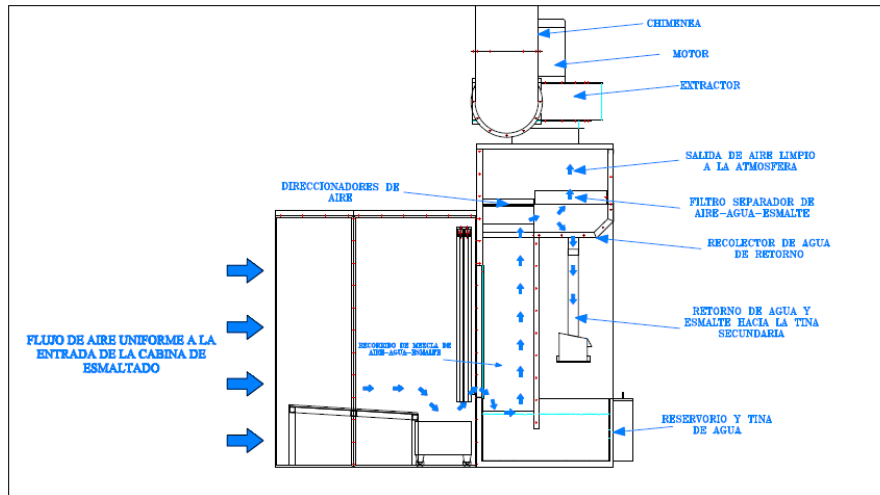


Figura 43: Sistema de succión y filtrado de aire.

Adicional a todo esto, la cabina posee dos compuertas en la parte posterior que sirven para realizar la inspección y mantenimiento del grupo de filtros separadores y la bandeja superior, así como también la inspección general de la estructura, el grupo de direccionadores de aire y el ducto de succión del extractor.

4.2 Planos constructivos de la Cabina de Esmaltado doble con Cortina de Agua.

Ver planos en Anexo 4.

4.2.1 Diagrama de flujo del proceso de construcción de la cabina de esmaltado con cortina de agua.

Dentro de los diagramas de proceso de la construcción de la cabina de esmaltado con cortina de agua, se puede observar el proceso productivo de cada uno de los elementos que conforman el conjunto en total, así como los diagramas de proceso del ensamble de cada uno de los conjuntos y cabina en total. Estos diagramas se los puede observar adjuntos en Anexo 5.

4.3 Descripción del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.

El brazo de esmaltado y sifoneo de piezas está conformado de los siguientes elementos y sistemas:

4.3.1 Descripción de la estructura de soporte y giro del brazo de esmaltado y sifoneo.

La estructura de soporte del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas es un banco sobre el que está montado el brazo propiamente dicho, está construido en acero laminado. El banco está anclado al piso por medio de 8 tacos HILTI tipo HKB de $\text{Ø } \frac{1}{2}$ ".

Sobre el soporte van ubicados dos bocines entre los que va ubicado el brazo de esmaltado sostenido por medio de la introducción del eje de giro del brazo de esmaltado.

Este sistema, como se puede observar en la figura 44, posee un rango de movimiento del brazo de 100° en total para posicionar de una manera adecuada la pieza dentro del cubículo mientras se realiza el esmaltado y para facilitar la carga y descarga del brazo de esmaltado.

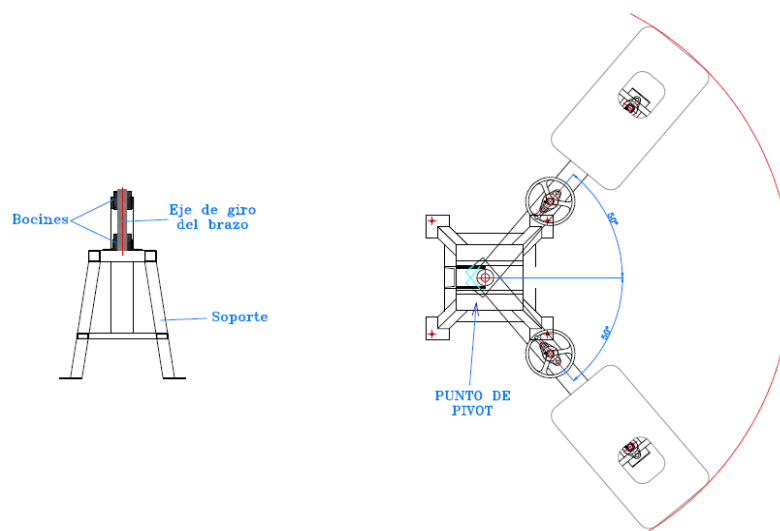


Figura 44: Rango de giro del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.

La ubicación de los dos brazos de esmaltado depende de la mano habitual de uso del operario, es decir si este es derecho o izquierdo. Para el caso actual, la ubicación de los brazos se realiza para dos operarios derechos como se indica en la figura 45.

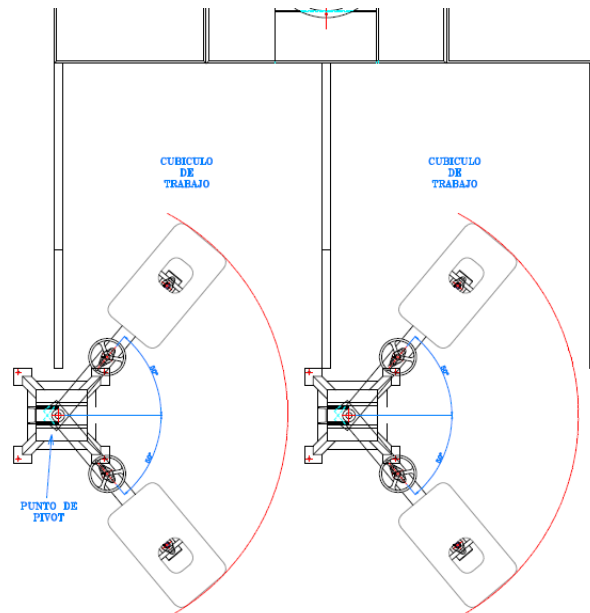


Figura 45: Ubicación de brazos de esmaltado con respecto a cubículos de trabajo.

4.3.2 Descripción del sistema de giro de piezas.

El sistema de transmisión, ejecuta su función a través de los siguientes elementos:

- Volante de giro con manija.
- Torno para piezas cerámicas.
- Eje de accionamiento.
- Eje del torno.
- Cuatro chumaceras NTN UELFLU205D1.
- Dos ruedas dentadas para cadena de número de dientes igual a $Z = 17$ y paso de $\frac{1}{2}$ ”.
- Cadena tipo 40B.

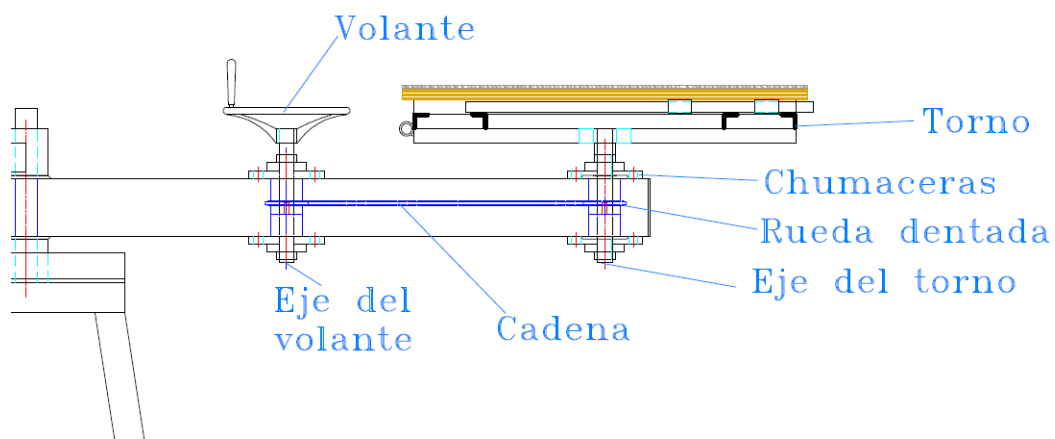


Figura 46: Sistema de giro de piezas cerámicas en el brazo de esmaltado.

El principio de funcionamiento del brazo de esmaltar se basa principalmente en el movimiento circular del torno sobre su propio eje, para realizar una pulverización uniforme de esmalte sobre toda la periferia de las piezas cerámicas. En el brazo de esmaltado esto se consigue por medio de un volante accionado por el operario, conectado al eje del torno que se mueve remotamente, por medio de un sistema de transmisión, que internamente se puede observar así:

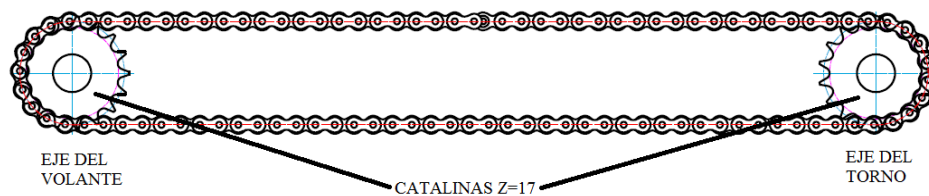


Figura 47: Catalinas del Sistema de giro de piezas cerámicas en el brazo de esmaltado.

Con la realización del movimiento remoto del torno por medio del volante se logra evitar al máximo el contacto del operario con la pieza mientras aplica el esmalte, ya que sus manos pueden estar contaminadas con grasa, tierra o esmaltes de colores diferentes, que pueden estropear la pieza y propiciar defectos que solamente serán visibles cuando la pieza haya sido quemada y no se la pueda recuperar.

Adicionalmente el giro de la pieza mediante el volante permite una mejor postura y mayor comodidad durante el trabajo al operario.



Figura 48: Esmaltado de piezas en el brazo de esmaltado.

Finalmente, hay que recalcar que la relación de transmisión entre el eje del volante y el eje del torno de piezas es de 1:1, gracias a que en cada uno se ha ubicado una rueda dentada del mismo tamaño. El movimiento del volante y el torno pueden ser tanto horario como anti horario, cubriendo 360° de movimiento.

4.3.3 Descripción del sistema de sifoneo de piezas.

El brazo de esmaltado además del sistema de giro de piezas cuenta con el sistema capaz de realizar el movimiento necesario para ejecutar el sifoneo de piezas. Este se fundamenta en el movimiento circular que tiene el torno con respecto a un punto pivote ubicado en la parte trasera del mismo.

Los elementos que intervienen en este sistema son:

- Espaldar de piezas.
- Mesa del torno.
- Eje de mesa de sifoneo.
- Palanca de elevación.

Como se observa en la figura 49, se coloca el espaldar dentro de los bocines ubicados en la mesa y funciona de tal manera que al momento de levantar la mesa del torno, este se traba en los bocines por acción del peso de la pieza.



Figura 49: Espaldar de brazo de esmaltado nuevo.

Para la ejecución del sifoneo, la mesa del torno posee una palanca que sirve para facilitar el levantamiento del peso de la pieza.

La base de la mesa está conformada por tabla triplex de 19 mm y un recubrimiento de suela espuma que crean una base suave y firme donde asentar la poceta a ser esmaltada.

El proceso de sifoneo se realiza de manera similar a la convencional, gracias al eje de la mesa de sifoneo se puede realizar los movimientos hacia arriba y abajo cubriendo un ángulo de 45° aproximadamente, para lograr que el esmalte recorra en la totalidad el sifón de las piezas como se puede apreciar en las figuras siguientes.

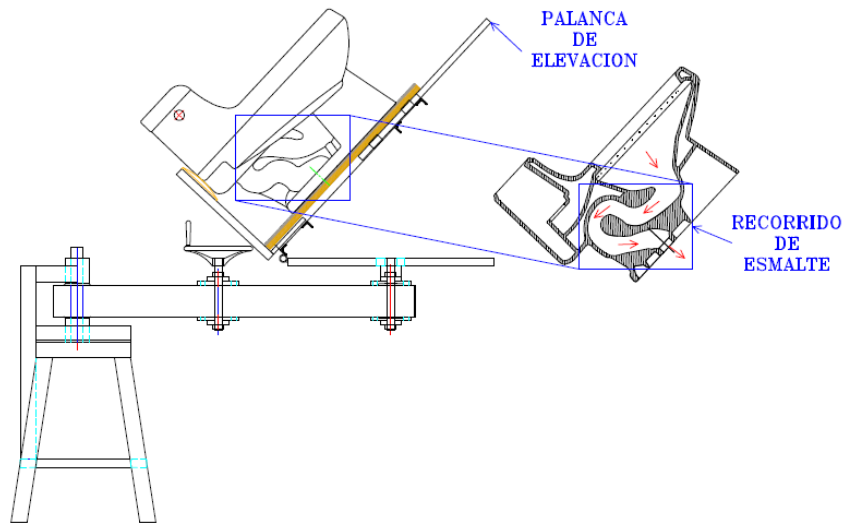


Figura 50: Sistema de sifoneo de piezas cerámicas en el brazo de esmaltado.



Figura 51: Proceso de sifoneo con el brazo de esmaltado.

4.3.4 Planos constructivos del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.

Ver planos en el Anexo 6.

4.3.5 Diagramas de flujo del proceso constructivo del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.

Dentro de los diagramas de proceso de la construcción del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas, se puede observar el proceso productivo de cada uno de los elementos que conforman el conjunto en total, así como los diagramas de proceso del ensamblaje de cada uno de los conjuntos y el brazo en total. Estos diagramas se los puede observar adjuntos en **Anexo 7**.

4.4 Proceso de ensamblaje provisional y pruebas de funcionamiento del brazo de esmaltado y sifoneo de piezas y la cabina doble de esmaltado con cortina de agua.

El ensamblaje provisional de la cabina de esmaltado doble con cortina de agua se realiza siguiendo los esquemas de ensamble detallados en el **Anexo 8**.

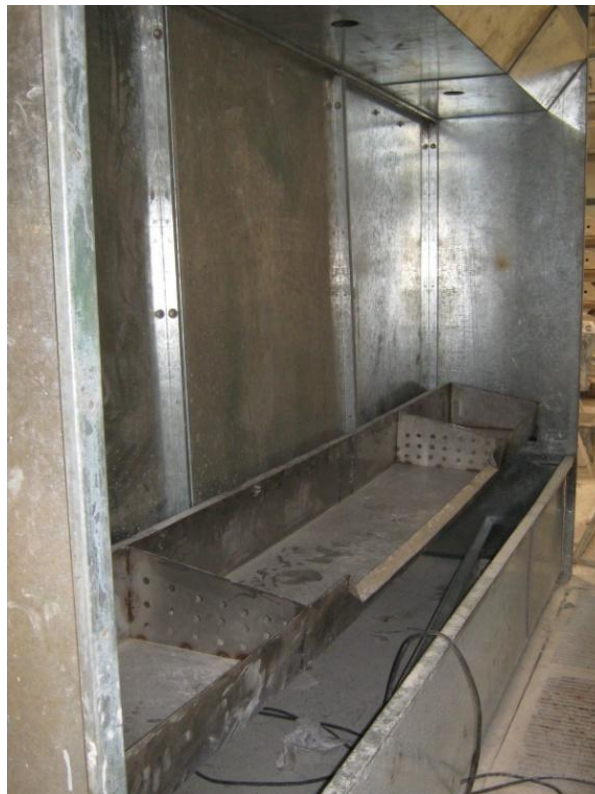


Figura 52: Parte posterior de cabina de esmaltado con cortina de agua armada provisionalmente.



Figura 53: Vista lateral de cabina de esmaltado con cortina de agua armada provisionalmente.

Una vez terminado el ensamblaje de la estructura de la cabina, se procede a realizar el montaje del ventilador y del ducto de descarga de aire hacia el exterior.



Figura 54: Chimenea provisional de cabina de esmaltado con cortina.

Realizado lo mismo se procede a la instalación eléctrica provisional, para lo cual se utiliza una extensión eléctrica de cable tipo Sucre de 4 hilos, un contactor apropiado para la cantidad de corriente que maneja el motor de 15 Hp del ventilador y un selector.

Cuando se termina la parte del ensamble provisional de la cabina de esmaltado doble con cortina de agua, se procede a realizar la instalación de los brazos de esmaltado en cada uno de los puestos de trabajo que tiene la cabina de esmaltado con cortina de agua siguiendo el esquema de ensamble detallado en el **Anexo 8**.



Figura 55: Instalación provisional de los brazos de esmaltado.

Terminada la instalación de los brazos de esmaltado, se procede a realizar las pruebas de nivel óptimo de agua, lo cual se realiza hasta llegar a garantizar el nivel necesario para que se forme la estanquidad necesaria dentro de la cabina y se de la recirculación del agua generando la cortina de agua en la parte posterior de la cabina de esmaltado.

La cascada que se puede observar en la figura 56, es el retorno de agua contaminada a la tina principal, que es producto del principio de funcionamiento de la cabina doble de esmaltado, que indica que el funcionamiento del sistema está dentro de los requerimientos necesarios para la purificación del aire del proceso de esmaltado.

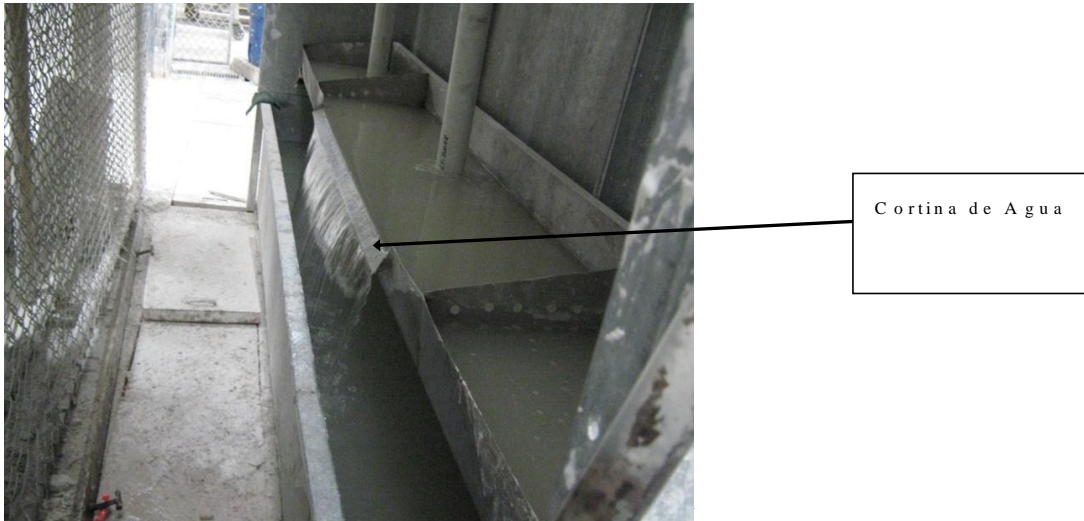


Figura 56: Cortina de agua formada durante las pruebas de funcionamiento.

Una vez comprobado el funcionamiento del lavado de aire dentro de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, se procede a probarla esmaltando piezas. De esta forma, primero se prueba el funcionamiento del brazo de esmaltado, en el cual se coloca una de las piezas ONE PIECE modelo Kingsley.

Una vez ubicada en su sitio la pieza, se realiza la prueba de giro del torno por medio del volante que se observa en figura 57, comprobando que el manejo y giro tanto del volante como del torno son suaves y sin sobresaltos.

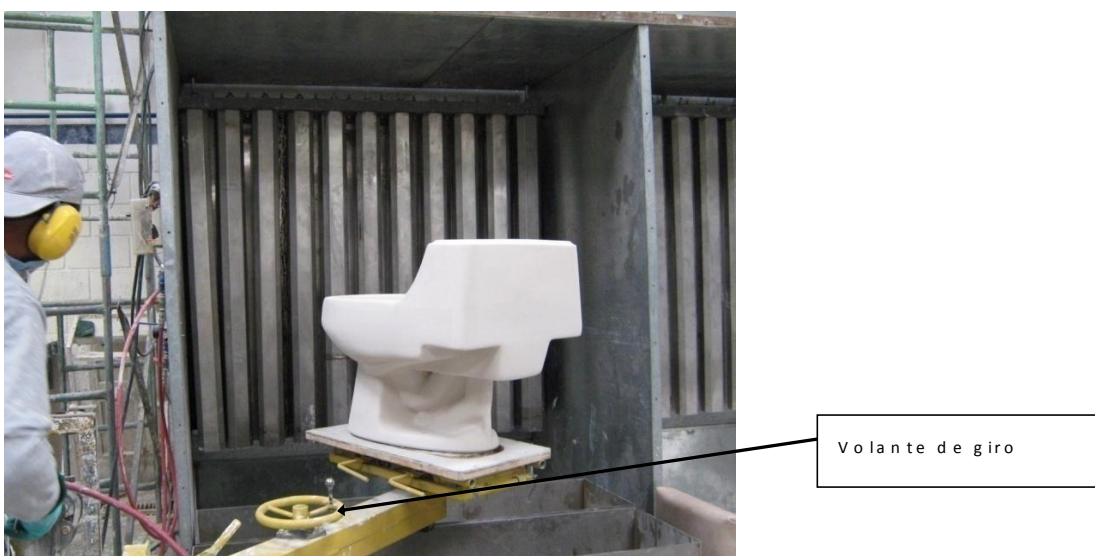


Figura 57: Ubicación de pieza cerámica sobre el brazo de esmaltado.

Superada esta fase, se efectúa la prueba de sifoneo, donde se coloca el espaldar para que la pieza se mantenga en su sitio el momento de realizar la inclinación de la mesa del torno para ejecutar el movimiento necesario para el esmaltado del sifón de la pieza.



Figura 58: Colocación de espaldar en la pieza cerámica sobre el brazo de esmaltado.

Se ejecuta entonces la prueba, colocando la cantidad suficiente de esmalte dentro del pozo de la pieza.



Figura 59: Colocación de esmalte en la pieza previo al sifoneo.

Una vez colocado el esmalte, se procede a realizar la inclinación de la base del torno para generar el movimiento necesario de forma que el esmalte circule por todo el sifón del inodoro, prueba con la cual se constata que la pieza recibe el mismo tratamiento de esmaltado que con el método anterior, pero con la ventaja que se realiza con menos esfuerzo, mano de obra y movimientos.



Figura 60: Realización del sifoneo de la pieza cerámica.

Una vez terminado todo este proceso se realiza el esmaltado de la pieza en sí, se aplica uniformemente esmalte sobre todas las superficies por medio de la pistola accionada por el aire a alta presión que es de presión constante a 115 psi¹⁴.



Figura 61: Esmaltado de pieza cerámica durante las pruebas de funcionamiento.

¹⁴ Presión promedio de trabajo para el proceso de esmaltado. Dato proporcionado por el departamento de Ingeniería y Proyectos de EDESA S.A.

4.5 Instalación de cabina doble de esmaltado con cortina de agua.

Tomando en cuenta que todas las pruebas realizadas se efectuaron de manera satisfactoria, se procede a instalar la cabina de esmaltado con cortina de agua y el brazo de esmaltado y sifoneo de piezas para su uso en producción continua. Adicionalmente se procede a coordinar la instalación de la cabina en el área en la que permanecerá permanentemente, tomando las siguientes consideraciones:

- Se debe realizar el trabajo en 2 días, es decir incluye sábado y domingo, días en los cuales el personal que labora en el área pasará a ceder el tiempo para la realización del trabajo. El personal se compromete a entregar el área el día viernes a las 22:30 pm.
- Se debe dejar totalmente funcional la cabina para que el personal que ingresa el día lunes a las 6:00 am. pueda directamente entrar a trabajar.

Acordados estos puntos, se procede a realizar el trabajo bajo el siguiente cronograma. (Ver Cronograma en el Anexo 9), y siguiendo estrictamente los esquemas de ensamblaje detallados en el Anexo 8.

CAPÍTULO V

5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, MÉTODOS Y TIEMPOS DEL PROCESO DE ESMALTADO Y COSTOS DEL PROYECTO .

5.1 Análisis de resultados de impacto ambiental producido por la instalación de cabina doble de esmaltado por cortina de agua.

5.1.1 Análisis de resultados elemento Aire

A fin de determinar el impacto ambiental en el elemento aire por parte de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, se procede a realizar un experimento bajo las mismas condiciones en las que se determinó las emisiones de la cabina de esmaltado convencional.

Una vez instalada y puesta en marcha la cabina de esmaltado doble con cortina de agua, se puede evaluar las emisiones de la misma. Se coloca la misma cantidad de muestras de tela filtro en la chimenea de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, y se realiza la prueba en el mismo periodo de tiempo para cada una, obteniendo los siguientes datos:

TABLA 5.1.1: Peso expulsado al aire en diferentes periodos de tiempo por la cabina de esmaltado con cortina de agua

Muestras de Esmalte en Tela Filtro (Tiempo de prueba/muestra: 15 min.)			
CABINA DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA			
Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Diferencial de peso (gr)
1	12.20	12.80	0.60
2	11.80	12.60	0.80
3	12.00	12.40	0.40
4	12.30	12.50	0.20
5	12.10	12.50	0.40
6	11.90	12.30	0.40
7	12.00	12.50	0.50
8	11.90	12.10	0.20
9	12.20	12.80	0.60
10	12.20	12.50	0.30
11	12.40	12.70	0.30
12	11.90	12.20	0.30
13	12.00	12.40	0.40
14	12.00	12.30	0.30
15	11.90	12.10	0.20
Peso promedio de esmalte captado			0.39

Fuente: Autor

Una vez hallado el promedio estimado de esmalte expulsado por el ducto de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, se puede ponderar la cantidad de contaminante que se dispersa de esta chimenea en el tiempo determinado para la prueba con la ecuación:

$$P_{t2} = \frac{(A_d \times P_{pm})}{A_m} \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

- $P_{t2}(g)$: **Peso total promedio captado en el ducto en el tiempo de prueba.**
- $A_m(m^2)$: **Área de la muestra.**
- $P_{pm}(g)$: **Peso promedio captado por la muestra.**
- $A_d(m^2)$: **Area del ducto.**

Se usan los siguientes datos para realizar el cálculo:

TABLA 5.1.1.a: Parámetros de cálculo

Diámetro de ducto (m)	0.56	Dimensiones de Tela para muestra (m)	0.15 x 0.15
$A_d(m^2)$	0.2463	$A_m(m^2)$	0.0225
$P_{pm}(g)$	0.39		

Fuente: Autor

$$P_t = \frac{(A_d \times P_{pm})}{A_m}$$

$$P_t = \frac{(0.2463 \text{ m}^2 \times 0.39 \text{ g})}{0.0225 \text{ m}^2}$$

$$P_t = 4.30 \text{ g}$$

Realizado el cálculo con los datos disponibles, se estima que en 15 minutos, la chimenea expulsa la cantidad de 4.3 g de polvo de esmalte cerámico.

Así se puede ponderar la cantidad de esmalte que es expulsado por la cabina de esmaltado doble con cortina de agua; y si se toma en cuenta que el costo por kilogramo de esmalte cerámico es de \$0.45¹⁵, entonces se puede estimar el costo que representa, como se indica en la siguiente tabla:

¹⁵ Dato proporcionado de la base de datos de costos de EDESA S.A.

TABLA 5.1.1.b: Peso de esmalte expulsado al aire en diferentes periodos de tiempo por la cabina de esmaltado con cortina de agua y su costo

Periodo de tiempo	Peso Extrapolado	Costo Total Extrapolado (Costo/Kg = \$0.45)
1 Hora	0.02 Kg	\$0.01
1 Turno (8 Horas)	0.14 Kg	\$0.06
1 Día (2 Turnos)	0.28 Kg	\$0.12
1 Semana (6 Días)	1.65 Kg	\$0.74
1 Mes (24 Días)	39.68 Kg	\$17.86
1 Año (12 Meses)	476.18 Kg	\$214.28

Fuente: Autor

Además, comparando los datos promedio de la cabina de esmaltado convencional frente a los de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, se puede determinar la eficiencia de eliminación de emisiones, mediante la siguiente ecuación:

$$n = \left(\frac{P_{t1}}{P_{t2}} \right) \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

- n : Taza de disminución en la emisión de esmalte cerámico.
- P_{t1} : Peso total promedio captado en el ducto en el tiempo de prueba en la cabina de esmaltado convencional.
- P_{t2} : Peso total promedio captado en el ducto en el tiempo de prueba de la cabina de doble de esmaltado con cortina de agua.

Se utilizan los siguientes datos obtenidos de manera experimental para la realización del cálculo:

TABLA 5.1.1.c: Datos para el cálculo de la tasa de la disminución de emisiones de esmalte cerámico.

P_{t1}	35.90 g
P_{t2}	4.30 g

Fuente: Autor

Aplicando los datos, se puede obtener el siguiente resultado para la razón de disminución de emisiones de esmalte cerámico:

$$n = \left(\frac{P_{r1}}{P_{r2}} \right)$$

$$n = \left(\frac{35.90 \text{ g}}{4.3 \text{ g}} \right)$$

$$n = 8.35$$

El resultado obtenido se interpreta de tal manera que se puede determinar que la cabina doble de esmaltado ha reducido en 8.35 veces la cantidad de emisiones de esmalte cerámico con respecto a la cabina de esmaltado convencional.

Comparando los pesos promedio de cada una de las cabinas, se puede establecer la disminución de emisiones en diferentes periodos de tiempo y el ahorro que representa, ya que en el caso de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, el residuo es recolectado y se puede volver a procesar y reutilizar; a diferencia del caso de la chimenea de la cabina de esmaltado convencional, en la que se perdía todo este residuo y contaminaba los alrededores de la planta industrial.

TABLA 5.1.1.d: Valores de disminución de emisiones de esmalte cerámico de un sistema con respecto al otro.

	CABINA DE ESMALTADO CONVENCIONAL		CABINA DOBLE DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA		VALORES DE DISMINUCIÓN DE EMISIONES	
	Peso Extrapolado	Costo Total Extrapolado (Costo/Kg = \$0.45)	Peso Extrapolado	Costo Total Extrapolado (Costo/Kg = \$0.45)	Diferencia de Emisiones (Kg)	Ahorro
1 Hora	0.14 Kg	\$0.13	0.017 Kg	\$0.02	0.13	\$0.12
1 Turno (8 Horas)	1.15 Kg	\$1.06	0.14 Kg	\$0.13	1.01	\$0.93
1 Día (2 Turnos)	2.30 Kg	\$2.11	0.28 Kg	\$0.26	2.02	\$1.85
1 Semana (6 Días)	13.79 Kg	\$12.66	1.65 Kg	\$1.54	12.13	\$11.12
1 Mes (24 Días)	330.90 Kg	\$303.89	39.68 Kg	\$37.06	291.22	\$266.83
1 Año (12 Meses)	3970.84 Kg	\$3,646.69	476.18 Kg	\$444.72	3494.66	\$3,201.97

Fuente: Autor

La cabina doble de esmaltado con cortina de agua puede disminuir la emisión de esmalte contaminante hacia la atmósfera aproximadamente en 3500 Kg al año, representando un ahorro que bordea los \$3200.

Además, es necesario indicar que el esmalte residual que es expulsado por la cabina de esmaltado con cortina de agua, es decir lo que ya no se puede retener, sale completamente húmedo en forma de agua lechosa, que ayuda a que sea depositado sobre el techo adyacente a la chimenea y dirigido por los ductos de recolección hacia la planta de tratamiento de agua para garantizar su eliminación.

Lo contrario sucede con la cabina convencional de esmaltado, que expulsa el contaminante en forma de polvo, lo cual ayuda a que sea diseminado en el viento que corre por el área y lo transporte a lugares no deseados como las unidades educativas y entidades públicas y privadas que rodean el complejo industrial de EDESA S.A.

5.1.2 Análisis de resultados en el elemento Agua

Este tipo de agua, no representa un peligro para la gente que labora en la planta industrial ni para la comunidad circundante, ya que es dirigida, al igual que el resto de agua contaminada por cualquier razón por todo el complejo industrial hacia una planta de tratamiento en la que es sometida a un proceso de filtrado con carbono activado, filtros de fibra y ósmosis para remover la mayor cantidad de contaminantes y así garantizar la seguridad del personal y la población circundante. El agua es evacuada de la planta de tratamiento con las siguientes características hacia la alcantarilla:

TABLA 5.1.2: Monitoreo de salidas líquidas no domésticas provenientes de la planta de tratamiento de agua.

PARÁMETROS DE DESCARGA	UNID.	VALOR NORMA (alcantarillado)	DICIEMBRE 2009 - NOVIEMBRE 2010				
			Resultados del período				Promedio
			23/02/2010	27/04/2010	06/07/2010	16/09/2010	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) ₅	m g/l	120	1	21	1	1	6,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	m g/l	240	25	70	25	25	36,25
Sólidos Suspendidos	m g/l	95	25	43	0,1	25	23,28
Caudal de Descarga	l/s	4,5	1,75	1,59	2,24	1,25	1,71
Aceites y grasas		100	2,2	6,4	0,8	0,8	2,55
Cadmio	m g/l	0,02	0,007	0,007	0,007	0,007	0,01
Cobre	m g/l	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Cromo hexavalente	m g/l	0,5	0,01	0,01	0,06	0,01	0,02
Compuestos fenólicos	m g/l	0,2	0,024	0,011	0,0155	0,051	0,03
Materiales flotantes		ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Níquel	m g/l	2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Plomo	m g/l	0,5	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Potencial de hidrogeno		5 _ 9	7,27	7,18	7,91	6,99	7,34
Sólidos sedimentables	m l/l	10	0,1	0,1	0,1	0,4	0,18
Temperatura	°c	< 40	19,5	18,4	17,6	18,1	18,40
Tenso activos	m g/l	0,5	0,31	0,013	0,057	0,022	0,10
Zinc	m g/l	2	0,717	0,687	0,19	1,115	0,68

Fuente: Dep. Seguridad Industrial EDESA S.A.

Como se puede observar a través de las cuatro muestras tomadas a lo largo del periodo de monitoreo del agua de salida de la planta de tratamiento, los valores se encuentran muy por debajo de los valores mínimos exigidos por la ordenanza municipal para descargas no domésticas vigente, es decir, está apta para retornar al ecosistema circundante a la planta industrial de EDESA S.A.

En conclusión, mediante la comparación de los valores promedio de las muestras de agua de entrada como de salida, se puede determinar que el tratamiento de purificación, y el

cuidado del medio ambiente son efectivos, como se puede notar en la tabla 5.1.2.a, cumpliendo lo establecido por la norma vigente para el distrito metropolitano de Quito¹⁶.

TABLA 5.1.2.a: Cuadro comparativo del monitoreo de entradas y salidas líquidas no domésticas.

PARÁMETROS DE DESCARGA	UNID.	VALOR NORMA (alcantarillado)	DATOS DE ENTRADA DE AGUA	DATOS DE SALIDA DE AGUA
			DICIEMBRE 2009 - NOVIEMBRE 2010	DICIEMBRE 2009 - NOVIEMBRE 2010
			Promedio	Promedio
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	120	900.0	6.000
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	240	5437.5	36.250
Sólidos Suspendidos	mg/l	95	3491.3	23.275
Caudal de Descarga	l/s	4,5	256.1	1.708
Aceites y grasas		100	382.5	2.550
Cadmio	mg/l	0,02	1.1	0.007
Cobre	mg/l	1	4.5	0.030
Cromo hexavalente	mg/l	0,5	3.4	0.023
Compuestos fenólicos	mg/l	0,2	3.8	0.025
Materiales flotantes		ausencia		ausencia
Níquel	mg/l	2	22.5	0.150
Plomo	mg/l	0,5	13.5	0.090
Potencial de hidrogeno		5 _ 9	1100.6	7.338
Sólidos sedimentables	ml/l	10	26.3	0.175
Temperatura	°c	< 40	2760.0	18.400
Tenso activos	mg/l	0,5	22.5	0.150
Zinc	mg/l	2	101.6	0.677

Fuente: Departamento Seguridad Industrial EDESA S.A.

Adicionalmente, con la construcción de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua se ha logrado recuperar esmalte cerámico por medio del sistema de captación de esmalte residual.

La cantidad de esmalte cerámico recuperado se determina realizando mediciones del contaminante recogido por las tinas ubicadas debajo de los conjuntos de buffles en los cubículos de trabajo de los operarios.

¹⁶ Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito (Ordenanza Sustitutiva del Título V "Del Medio Ambiente", Libro Segundo del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito) Capítulo VII.- Para la Protección de las Cuencas Hidrográficas que abastecen al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

El tiempo de medición de pesos para cada una de las muestras es de 8 horas, es decir un turno completo de trabajo, y se toma en cuenta que para todo el turno de trabajo se ocupa una cantidad total aproximada de 1200 Kg de esmalte cerámico en suspensión líquida, la cantidad promedio recuperada se determina en la tabla 5.1.2.b, detallada a continuación:

TABLA 5.1.2.b: Pesos de esmalte residual recuperado en la cabina de esmaltado con cortina de agua

Muestra	Peso Inicial de trabajo (Kg)	Peso de Esmalte recuperado (Kg)	Porcentaje de Recuperación
1	1200.00	285.00	23.75%
2	1202.00	260.00	21.63%
3	1203.00	250.00	20.78%
4	1205.00	285.00	23.65%
5	1200.00	280.00	23.33%
6	1199.00	265.00	22.10%
7	1201.00	253.00	21.07%
8	1200.00	276.00	23.00%
9	1200.00	280.00	23.33%
10	1199.00	279.00	23.27%
11	1203.00	281.00	23.36%
12	1202.00	265.00	22.05%
13	1200.00	250.00	20.83%
14	1204.00	265.00	22.01%
15	1203.00	251.00	20.86%
16	1202.00	273.00	22.71%
17	1200.00	275.00	22.92%
18	1198.00	261.00	21.79%
19	1200.00	264.00	22.00%
20	1200.00	274.00	22.83%
Valores promedio	1201.05	268.60	22.36%

Fuente: Autor.

El promedio de esmalte recuperado es de 22.36% con respecto del total de esmalte usado representando 268.60 Kg por turno que se pueden utilizar para reprocesarlo y bajar los costos de fabricación. El costo que la recuperación de esmalte cerámico representa se ha calculado en la tabla 5.1.2.c, se muestra a continuación:

TABLA 5.1.2.c: Costos de esmalte residual recuperado en la cabina doble de esmaltado con cortina de agua

Muestra	Peso de Esmalte recuperado (Kg)	Costo de Esmalte por Kg.	Costo de Ahorro por la Recuperación
1	285.00	\$ 0.45	\$ 128.25
2	260.00	\$ 0.45	\$ 117.00
3	250.00	\$ 0.45	\$ 112.50
4	285.00	\$ 0.45	\$ 128.25
5	280.00	\$ 0.45	\$ 126.00
6	265.00	\$ 0.45	\$ 119.25
7	253.00	\$ 0.45	\$ 113.85
8	276.00	\$ 0.45	\$ 124.20
9	280.00	\$ 0.45	\$ 126.00
10	279.00	\$ 0.45	\$ 125.55
11	281.00	\$ 0.45	\$ 126.45
12	265.00	\$ 0.45	\$ 119.25
13	250.00	\$ 0.45	\$ 112.50
14	265.00	\$ 0.45	\$ 119.25
15	251.00	\$ 0.45	\$ 112.95
16	273.00	\$ 0.45	\$ 122.85
17	275.00	\$ 0.45	\$ 123.75
18	261.00	\$ 0.45	\$ 117.45
19	264.00	\$ 0.45	\$ 118.80
20	274.00	\$ 0.45	\$ 123.30
Valores promedio	293.60	\$0.45	\$ 120.87

Fuente: Autor.

Se concluye que, con la instalación de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua se puede ahorrar en materia prima para reproceso la cantidad de \$120,87 por turno. Se presenta una estimación del ahorro económico que representa en diferentes periodos de tiempo como se observa en la tabla 5.1.2.d.

TABLA 5.1.2.d: Costos de esmalte residual recuperado

Periodo de tiempo	Peso Extrapulado
1 Turno (8 Horas)	\$ 120.87
1 Día (2 Turnos)	\$ 241.74
1 Semana (6 Días)	\$ 1,450.44
1 Mes (24 Días)	\$ 5,801.76
1 Año (12 Meses)	\$ 69,621.12

Fuente: Autor.

5.2 Análisis de resultados en cuanto a salud ocupacional y enfermedades profesionales.

Debido al corto tiempo de estudio, y que el desarrollo de una enfermedad de tipo profesional tarda en llegar incluso años, se procede a tomar acciones para evitar en lo posible el contacto del trabajador con el agente contaminante.

Como acción primordial se ha realizado la construcción de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, pero adicionalmente se han realizado las algunas acciones preventivas y de control:

- Charlas informativas acerca del funcionamiento y beneficio del uso de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua y la concientización acerca del correcto manejo del esmalte cerámico y el impacto que este tiene sobre la salud.
- Campaña de información acerca de la importancia del uso de los equipos de protección personal entregados a cada uno de los operarios para el cuidado de su salud.

Uno de los puntos que ayuda a mitigar y a mejorar las condiciones de salud del personal es la alta eficiencia en la succión y tratamiento de residuos de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua, que combinado con el uso del equipo de protección personal previene de una mejor manera el contacto del operario con el contaminante, como consecuencia disminuye la incidencia de casos de enfermedades¹⁷ de distinto tipo en el área de trabajo, como se resume a continuación:

TABLA 5.2: Cantidad anual del 2010 de casos por tipo de enfermedad

Tipo	Total anual de casos	Porcentaje
Respiratoria	81	60 %
Dermatológica	30	32 %
Oftalmológica	17	8 %
Total	128	100 %

Fuente: Autor.

¹⁷ Datos tomados del archivo de casos de enfermedades en el área de esmaltado Alpha de la empresa EDESA S.A.

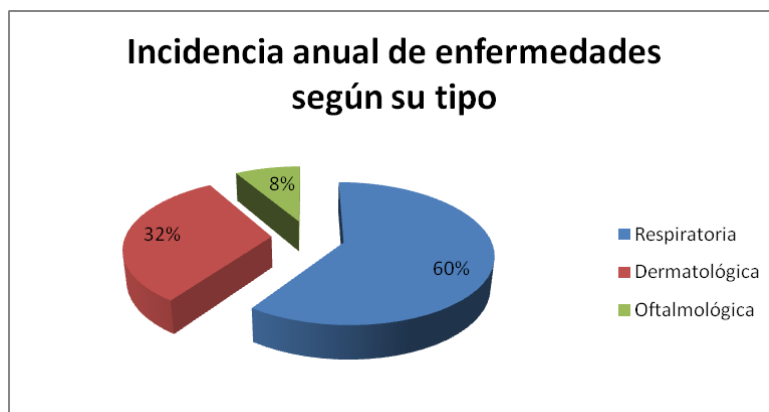


Figura 62: Incidencia anual de enfermedades según su tipo en el área de Esmeraldas Alpha en el año 2010.

En la tabla anterior se determina la cantidad total de enfermedades por tipo registradas en el área de trabajo durante el año 2010, dividiéndose en un 60% en enfermedades de tipo respiratorio, un 32% de enfermedades de tipo dermatológico y un 8% de enfermedades de tipo oftalmológico.

De este total de casos se dividen cada uno de los tipos de enfermedades de la siguiente manera:

TABLA 5.2.a: Cantidad anual de casos de tipo respiratorio en el 2010.

Enfermedad	Total anual de casos	Porcentaje
Gripe Común	42	52%
Faringitis	15	19%
Laringitis	15	19%
Amigdalitis	5	6%
Bronquitis	1	1%
Sinusitis	1	1%
Asma Ocupacional	1	1%
Rinitis	1	1%
Total	81	100%

Fuente: Autor.

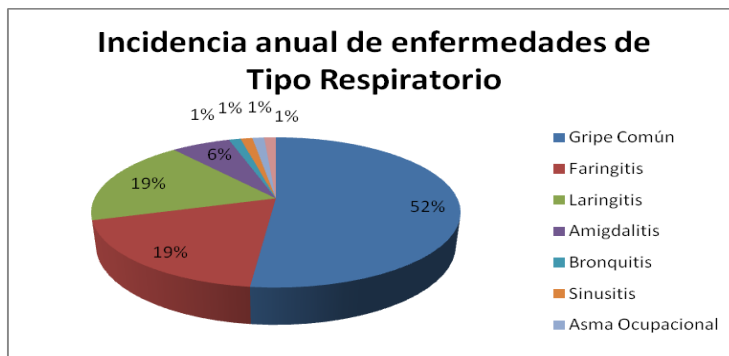


Figura 63: Incidencia anual de enfermedades de tipo respiratorio en el área de Esm altado Alpha del año 2010.

De este esquema se puede indicar que en el año 2010, la mayor incidencia de enfermedades se da en los casos de gripe común con un 52% , faringitis con 19% , Laringitis con 19% y en menor grado la amigdalitis con un 6% del total de los casos presentados y registrados.

Para las enfermedades de tipo dermatológico se presentan de la siguiente manera:

TABLA 5.2.b: Cantidad anual de casos de tipo dermatológico en el 2010.

Enfermedad	Total anual de casos	Porcentaje
Dermatitis por Contacto	23	77%
Hongos Cutáneos	1	3%
Alergia dermatológica	6	20%
Total	30	100%

Fuente: Autor.

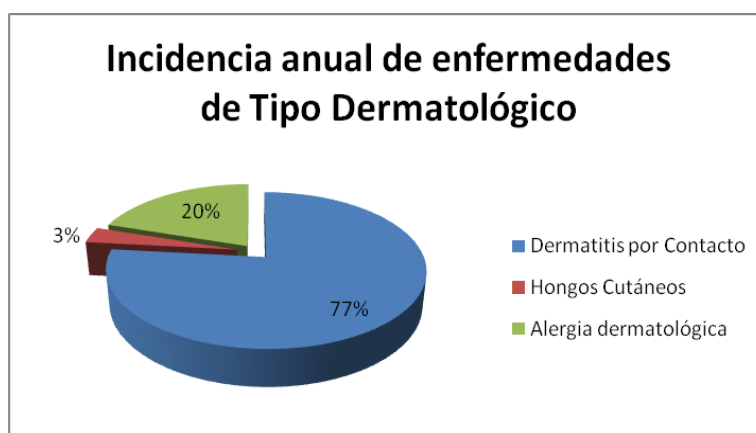


Figura 64: Incidencia anual de enfermedades de tipo dermatológico en el área de Esmaltado Alpha en el 2010.

De este esquema se puede determinar que en el año 2010, la mayor incidencia de enfermedades de tipo dermatológico se da en los casos de dermatitis por contacto con un 77%, hongos cutáneos con 3% y Alergias de tipo dermatológica con un 20% del total de los casos presentados y registrados.

Finalmente los casos de enfermedades de tipo oftalmológicas se presentan de la siguiente manera:

TABLA 5.2.c: Cantidad anual de casos de tipo oftalmológico del 2010.

Enfermedad	Total	Porcentaje
Alergia Ocular	2	12%
Síndrome del Ojo Seco	11	65%
Conjuntivitis	4	24%
Total	17	100.00%

Fuente: Autor.

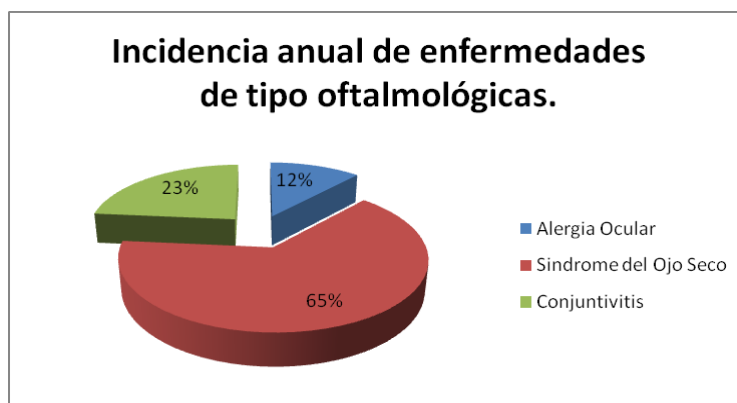


Figura 65: Incidencia anual de enfermedades de tipo oftalmológico en el área de Esmaltado Alpha en el 2010.

En este tipo de enfermedades se nota una clara dominación por parte del síndrome del ojo seco con un 65%, seguida por un 23% de casos de conjuntivitis y finalmente un 12% de alergias de tipo ocular.

En conclusión, aún se mantienen niveles altos de incidencia de enfermedades de tipo respiratoria y dermatológica; pero al comparar los datos del año 2009 con los del 2010, se puede observar una tendencia de descenso de casos registrados, como se detalla en la tabla 5.2.d:

TABLA 5.2.d: Comparativo de casos anuales de los años 2009-2010.

Tipo	Enfermedad	Total 2009		Total 2010		Diferencia		
		Total	Total por tipo de enfermedad Año 2009	Total	Total por tipo de enfermedad Año 2010	Diferencia	Porcentaje de disminución individual	Porcentaje de disminución por tipo de enfermedad
Respiratoria	Gripe Común	57	119	42	81	15	26.32%	31.93%
	Faringitis	22		15		7	31.82%	
	Laringitis	18		15		3	16.67%	
	Amigdalitis	8		5		3	37.50%	
	Bronquitis	2		1		1	50.00%	
	Sinusitis	3		1		2	66.67%	
	Asma Ocupacional	4		1		3	75.00%	
	Otitis	2		0		2	100.00%	
	Rinitis	3		1		2	66.67%	
Dermatológica	Dermatitis por Contacto	44	62	23	30	21	47.73%	51.61%
	Granuloma Cutáneo	2		0		2	100.00%	
	Hongos Cutáneos	4		1		3	75.00%	
	Alergia dermatológica	12		6		6	50.00%	
Oftalmológica	Alergia Ocular	3	45	2	17	1	33.33%	62.22%
	Síndrome del Ojo Seco	29		11		18	62.07%	
	Catarata	1		0		1	100.00%	
	Conjuntivitis	12		4		8	66.67%	

Fuente: Autor.

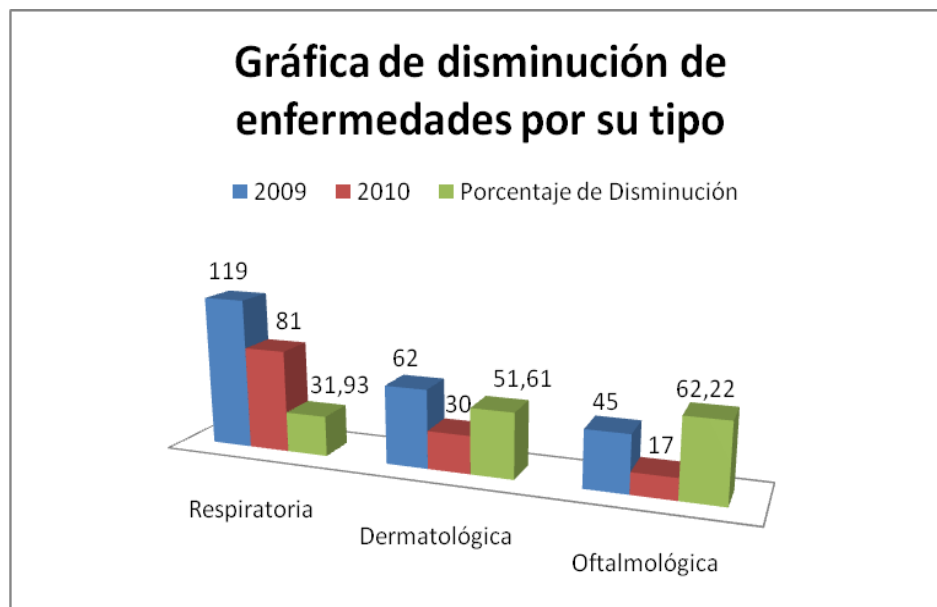


Figura 66: Índices de disminución de enfermedades por tipo en el área de Esmaltado Alpha.

5.3 Análisis de resultados de métodos y tiempos del proceso con el brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.

Una vez realizada la instalación de la cabina de esmaltado doble con cortina de agua se realiza la ubicación de los brazos de esmaltado y sifoneo de piezas, y con el fin de determinar el beneficio dentro proceso con todo el trabajo realizado, se procede a elaborar el nuevo diagrama de proceso para el esmaltado de piezas según se observa a continuación:

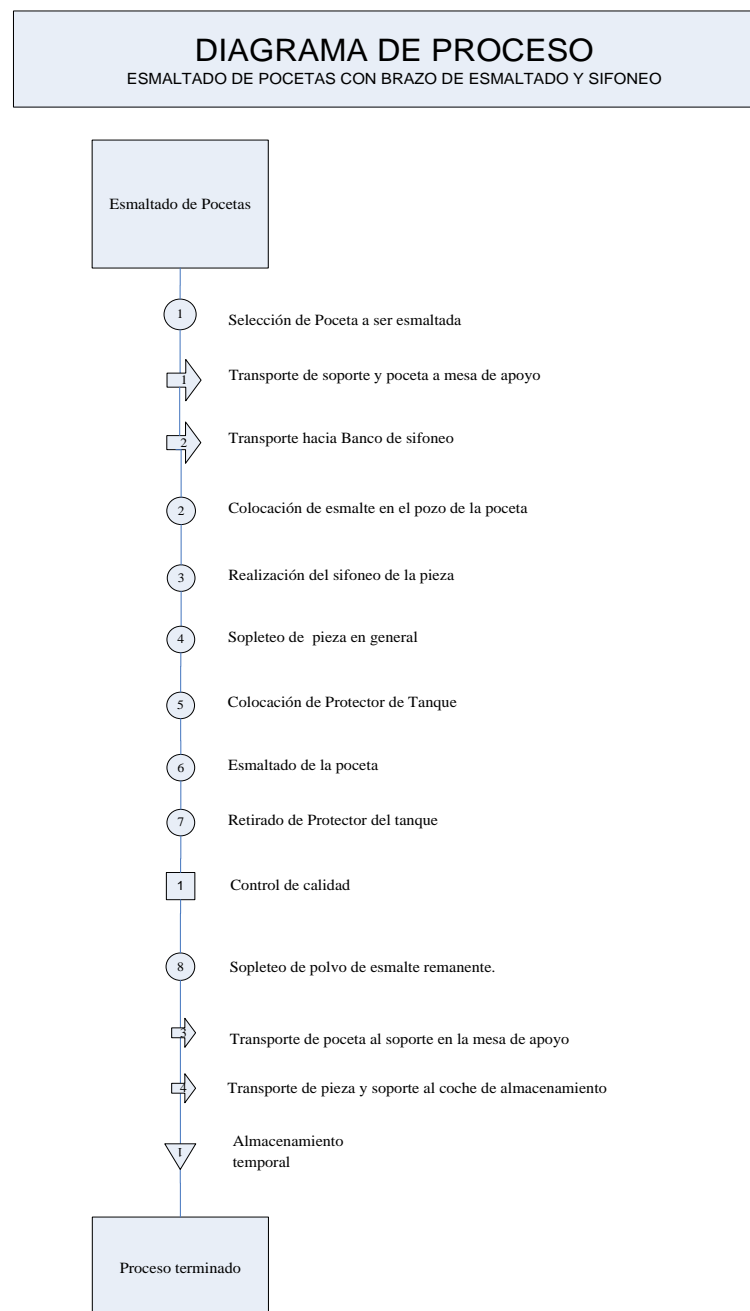


Figura 67: Diagrama de proceso del esmaltado con el brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.

Teniendo como base este diagrama de flujo del proceso se toman los tiempos de cada una de las tareas involucradas para llegar al tiempo medio o normal del nuevo proceso para el esmaltado de pocetas. Los tiempos de cada tarea se muestran en la tabla 5.3. :

TABLA 53: TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE ESMALTADO CON EL BRAZO DE ESMALTADO Y SIFONEO DE PIEZAS.

HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS																
OPERACIÓN: ESMALTADO DE POCETAS										MAQUINA: BRAZO DE ESMALTADO Y SIFONEO						
ANALISTA: DANILO ZAMBRANO										METODO DE TRABAJO: CON BRAZO DE ESMALTADO Y SIFONEO						
N°	TAREA	Tipo de Actividad	Distancia (m)	Unidad	TOMA DE TIEMPOS										Tiempo Elegido	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Selección de poceta a ser esmaltada	○			s	3.89	4.03	3.25	4.55	3.55	4.31	3.84	3.95	4.01	3.62	3.90
2	Transporte de poceta y soporte a mesa de apoyo	□	1.5		s	8.65	10.11	11.25	12.46	9.28	9.99	10.09	11.58	11.96	11.52	10.69
3	Transporte de poceta al brazo de esmaltado	□	3.35		s	11.95	11.61	13.05	11.48	13.34	12.90	13.60	11.76	12.62	12.45	12.48
4	Colocación de esmalte en el pozo de la poceta	○			s	13.85	14.84	13.48	13.87	15.71	15.59	16.48	14.52	15.45	13.84	14.76
5	Realización del sifoneo de la pieza	○			s	19.30	21.74	18.99	19.83	18.94	21.16	20.67	20.17	18.90	19.21	19.89
6	Sopleteo de pieza en general	○			s	23.50	24.21	22.46	24.24	24.10	22.30	22.60	23.24	24.60	26.10	23.74
7	Colocación de Protector de Tanque	○			s	6.20	7.24	6.92	6.84	6.17	6.77	6.91	7.83	7.92	7.30	7.01
8	Esmaltado de la poceta	○			s	137.04	136.81	139.71	134.78	139.21	137.41	139.85	141.47	136.41	137.25	137.99
9	Retirado de Protector del tanque	○			s	5.02	5.19	4.78	4.82	4.41	4.39	4.18	4.52	5.42	5.32	4.81
10	Control de calidad	□			s	12.45	8.98	11.31	8.31	7.34	11.16	11.86	9.31	10.31	11.21	10.22
11	Sopleteo del polvo de esmalte remanente	○			s	20.37	21.99	20.89	22.99	21.99	20.70	21.03	21.93	23.22	24.18	21.93
12	Transporte de poceta al soporte en la mesa de apoyo	□	2.5		s	11.31	12.54	14.79	13.50	14.50	12.90	13.67	14.88	13.40	13.61	13.51
13	Transporte de pieza y soporte al coche de almacenamiento	□	2.12		s	10.04	8.34	7.97	8.44	9.50	8.73	9.29	10.97	10.19	11.34	9.48
14	Almacenamiento temporal	▽				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Atr:

Con los datos recabados se encuentra el tiempo normal para el proceso de esmaltado con una valoración igual a 1 ya que el trabajo es realizado a velocidad normal como se observa en la tabla 5.3.a.

TABLA 5.3.a: Tiempo medio del proceso de esmaltado con el brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.

T i e m p o m e d i o	290.41
V a l o r a c i ó n	1
T i e m p o n o r m a l (s e g)	290.41
T i e m p o n o r m a l (m i n)	4.84

Fuente: Autor.

El resumen de actividades y la distancia recorrida durante el nuevo proceso es el siguiente:

TABLA 5.3.b: Tabla de resumen de actividades.

RESUMEN			
A C T I V I D A D	C A N T I D A D	T I E M P O (s e g)	D I S T A N C I A (m)
Operación	8	234.03	
Transporte	4	46.16	7.32
Demora	0	0.00	
Inspección	1	10.22	
Almacenaje	1	0	
T O T A L	14	290.41	7.32

Fuente: Autor.

El tiempo medio para el proceso total es de aproximadamente 4.84 minutos, a partir del cual se va a realizar el cálculo del tiempo tipo.

El recorrido total de la poceta es de 7.32 metros. El diagrama de recorrido del proceso es el indicado en la figura 68.

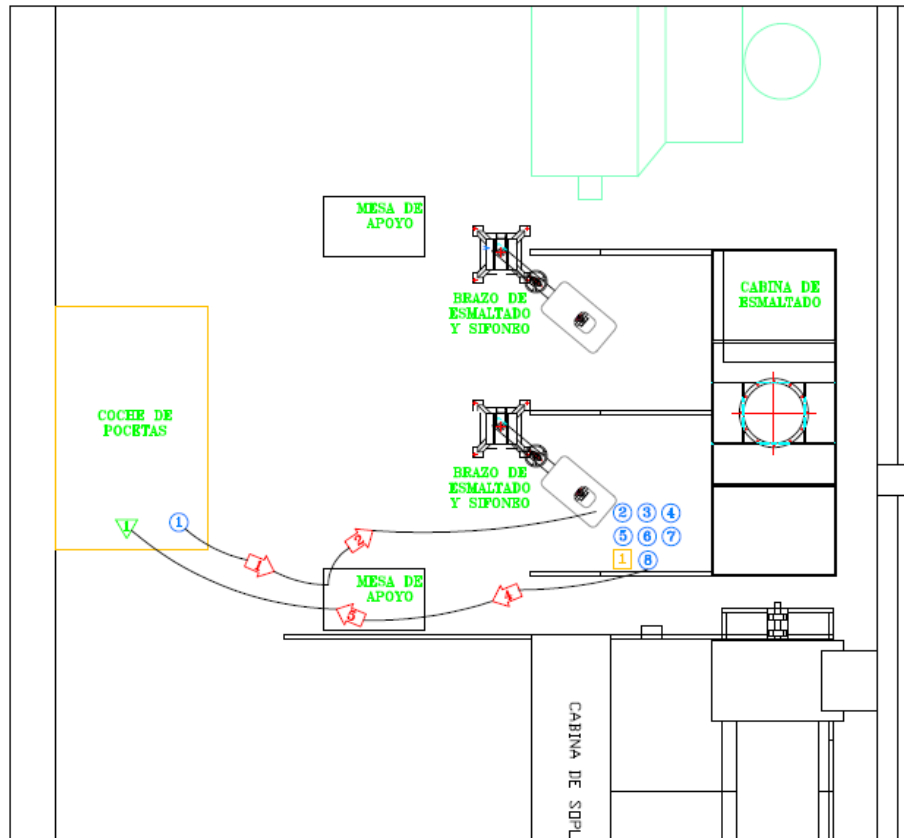


Figura 68: Diagrama de recorrido del proceso con brazo de esmaltado y sifoneo de piezas.

Para hallar el tiempo tipo del proceso total, al cual se debe adicionar tiempos suplementarios por fatiga, retrasos o necesidades personales, se aplicará la siguiente ecuación:

$$T_{tipo} = T_{Normal} + \left(\frac{\%S}{100} \times T_{Normal} \right) \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

- T_{tipo} : Tiempo total para la ejecución de las tareas.
- T_{Normal} : Tiempo tomado de las mediciones.
- $\%S$: Porcentaje de suplemento de tiempo. Se usa de 2 a 10% por fatiga, 2% por retrasos y 5% para necesidades personales en hombres, y 6% para mujeres.

El tiempo tipo para el proceso se calcula de la 3% por fatiga, ya que el trabajo se realiza de pie y un 5% por necesidades personales. El valor es el siguiente:

$$T_{\text{tipo}} = T_{\text{Normal}} + \left(\frac{\%S}{100} \times T_{\text{Normal}} \right)$$

$$T_{\text{tipo}} = 4.84 \text{ min} + \left(\frac{8\%}{100} \times 4.84 \text{ min} \right)$$

$$T_{\text{tipo}} = 5.23 \text{ min}$$

Una vez determinado el tiempo tipo, se puede concluir que con el nuevo método se ha disminuido el tiempo y distancia recorrida según se puede observar en la tabla 5.3.c, detallada a continuación:

T A B L A 5.3.c: Tabla comparativa entre métodos de esmaltado.

	Método con el banco de sifoneo	Método con el brazo de esmaltado	Diferencia	Porcentaje de disminución
Tiempo Tipo (min.)	6.04	5.23	0.81	13.41%
Distancia (m)	12.17	7.32	4.85	39.85%

Fuente: Autor.

Con el método anterior se procesaban aproximadamente 80 pocetas, en cambio con el nuevo proceso ejecutado con el brazo de esmaltado y sifoneo de piezas se ha disminuido el tiempo de proceso en un 13.41%, con lo que se pueden esmaltar aproximadamente 92 pocetas, logrando un aumento de 12 pocetas por operario en un turno. Adicionalmente se disminuye el recorrido de las piezas durante el proceso en un 39.85% lo cual contribuye a disminuir la fatiga de los operarios.

La productividad obtenida al aplicar el nuevo método de esmaltado de pocetas se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$Productividad = \frac{Producción Actual}{Producción anterior} \times 100\% \quad (Ec. 6)$$

$$Productividad = \frac{92 \text{ piezas}}{80 \text{ piezas}} \times 100\%$$

$$Productividad = 115\%$$

El resultado obtenido, se interpreta de tal manera que la producción a aumentado un 15% sobre el total de las piezas procesadas con el método ejecutado con el banco de sifoneo convencional.

5.4 Costos del proyecto.

Dentro de la construcción, pruebas de funcionamiento, modificaciones y traslado a producción de la cabina de esmaltado doble con cortina de agua se encuentran los siguientes costos¹⁸:

¹⁸ Datos proporcionados por el departamento de Contabilidad de la empresa EDESA S.A.

TABLA 54: COSTOS DEL PROYECTO

RESUMEN DE COSTOS PROYECTO DE ELIMINACIÓN DE POLVO "CABINA DE ESMALTADO CON CORTINA DE AGUA"

ORDEN	DESCRIPCIÓN	COSTO Presupuesta de MAT. [USD]	COSTO Presupuesta de SERV. [USD]	COSTO Presupuesta de MANO DE OERA INTERNA [USD]	COSTO TOTAL PRESUPUESTADO [USD]	COSTO Real MAT. [USD]	COSTO Real SERV. [USD]	COSTO Real MANO DE OERA INTERNA [USD]	COSTO TOTAL REAL [USD]	OBSERVACIÓN (CONTRATISTA)
-	Costo de Técnico a mando del proyecto			\$2,220.00	\$2,220.00			\$2,980.00	\$2,980.00	Luzo Zambrano (Tesis)
-	Alimentación técnico de proyecto		\$18000		\$18000		\$21000		\$21000	-
-	Costos de movilización de maquinaria		\$35000		\$35000		\$30000		\$30000	Varios
885494	Construcción de cabina con cortina nitrante		\$3,880.00		\$3,880.00		\$3,880.00		\$3,880.00	HNG/MECAM
886313	Modificación de Caja ray Cubeto	\$12420	\$30000	\$962	\$43382	\$11639	\$30000	\$962	\$42601	J. Sánchez
887761	Montaje y pruebas iniciales de funcionamiento		\$3,602.35		\$3,602.35		\$3,602.35		\$3,602.35	HNG
884006	UNIDAD CONVENCIONAL A LA CUBINA ESMALTADO		\$2,800.00	\$930	\$2,809.30		\$2,800.00	\$930	\$2,809.30	H Vraucha
884913	Traspaso de Caja esmaltado		\$1,705.01	\$75.24	\$1,780.25		\$1,705.01	\$31.00	\$1,736.01	HNG, Sotelo, Lochamin CAL SEG Vázquez
886738	Tablero fuerza y control cabina de esmaltado	\$52370	\$35000	\$44.24	\$91794	\$54514	\$35000		\$89514	Fesora de Mantenimiento
881776	Construcción de trazo de esmaltado	\$26585	\$24000	\$930	\$51515	\$27348	\$25000	\$930	\$53278	Fesora de Mantenimiento
881779	Traspaso de trazos de esmaltado a sitio definitivo		\$80.00		\$80.00		\$80.00		\$80.00	E Lochamin
884985	Instalaciones de Aire de alta presión y agua	\$37545	\$35000	\$930	\$73475	\$38047	\$35000	\$930	\$73977	J. Sánchez
880209	Traslado y montaje de ventilador para pruebas		\$12000	\$930	\$12930		\$12000	\$930	\$12930	MECAM
	TOTAL [USD]	\$1,289,20	\$13,987.36	\$2,366.30	\$17,612.86	\$1,315,48	\$14,057.36	\$3,057.82	\$18,410.66	

VALOR MERCADO NETO [USD]

\$18,410.66

Fuente: Auto.

5.4.1 Periodo mínimo de retorno de capital

En este punto se va a analizar el tiempo en el cual se recupera la inversión realizada en el proyecto, lo cual se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$PRI = \frac{\textit{Inversión Neta Anual}}{\textit{Sumatoria Ahorro Neto Anual}} \quad (\text{Ec.7})$$

Donde:

- Inversión Neta Anual: Valor invertido total en el periodo de un año. Para el caso es \$18410.66.
- Sumatoria Ahorro Neto Anual: Valor recuperado al ejecutar el proyecto en el periodo de un año, para el caso es \$ 69,621.12.

Obtenidos los datos, se fija el periodo de retorno de la inversión de la siguiente manera:"

$$PRI = \frac{\textit{Inversión Neta}}{\textit{Sumatoria Ahorro Neto}}$$

$$PRI = \frac{\$18410.66}{\$69621.12}$$

$$PRI = 0.264 \text{ años}$$

La inversión se recupera después de 0.264 años o 3.17 meses, haciendo evidente que el proyecto es viable y rentable.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se finalizó la construcción de la cabina de esmaltado con cortina de agua para garantizar la producción más limpia en el proceso de esmaltado en la sección ALPHA de la empresa de sanitarios y afines EDESA S.A.
- Se realizó un diagnóstico inicial de enfermedades e impacto ambiental, logrando determinar la incidencia del distinto tipo de estas en el personal del área de esmaltado Alpha.
- Una vez instalada de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua se determinó que la incidencia de enfermedades, con respecto al diagnóstico inicial ha disminuido en la siguiente proporción:
 - Enfermedades de tipo respiratoria: 31.93%
 - Enfermedades de tipo dermatológica: 51.61%
 - Enfermedades de tipo oftalmológica: 62.22%
- Se determinó el impacto ambiental relacionado al trabajo con esmalte cerámico tanto en el elemento agua, como en el elemento agua, de tal manera que se concluyó que:
 - Una sola cabina de esmaltado convencional podía llegar a dispersar hasta 3970.84 Kg de esmalte cerámico al aire.
 - El agua utilizada en la limpieza de la cabina de esmaltado convencional y el esmalte derramado, estaba completamente contaminada y no cumplía con las normas ambientales vigentes para el Distrito metropolitano de Quito.
- Se logró disminuir el impacto ambiental en cada uno de los aspectos diagnosticados en la siguiente proporción:

- En el elemento aire, con la instalación de la cabina doble de esmaltado con cortina de agua se ha logrado disminuir las emisiones de esmalte cerámico a 476.18 Kg al año, disminuyendo a alrededor de la 1/8 parte las emisiones.
- En cuanto al elemento agua, una vez realizado el proceso de filtrado y purificación, se determina que el agua cumple con todos los parámetros impuestos para descargas no domésticas por el municipio del Distrito metropolitano de Quito y es apta para el retorno al ecosistema.
- Se ha determinado el método y tiempo de trabajo para el esmaltado y para el sifoneo de piezas convencional como para la el método aplicado con el brazo de esmaltado y sifoneo. Adicionalmente se concluye que el método nuevo de trabajo disminuye el tiempo y distancia recorrida de la siguiente manera:

	Método con el banco de sifoneo	Método con el brazo de esmaltado	Diferencia	Porcentaje de disminución
Tiempo Tipo (min)	6.04	5.23	0.81	13.41%
Distancia (m)	12.17	7.32	4.85	39.85%

- La productividad con el nuevo método de trabajo aumenta un 15% , lo cual se traduce en un incremento de 12 pocetas procesadas por turno.
- El periodo de recuperación de la inversión para este proyecto es de alrededor de 3 meses, haciéndolo altamente atractivo y puede dar la pauta para la posterior expansión tecnológica hacia los demás puestos de trabajo similares dentro de la industria para abaratar costos y hacer los productos procesados más competitivos.

6.2 Recomendaciones

- Se debe realizar una constante capacitación en cuanto al uso del sistema y la utilización del equipo de protección personal como son mascarilla de cartuchos, guantes de manga larga, buzo de manga larga, gorra protectora, etc.
- Se sugiere extender esta opción tecnológica a los demás puestos de trabajo que son de tipo similar al que se ha intervenido en el presente trabajo para mejorar las condiciones ambientales y ocupacionales.
- Al Departamento de Seguridad Industrial, se informa que se deben cambiar las mascarillas convencionales que el personal actualmente utiliza, por mascarillas con filtros que ofrezcan mayor protección aérea.
- El personal usuario de la cabina de extracción con cortina de agua, debe estar pendiente de la limpieza de la misma para precautelar la integridad de la cabina, brazo de esmaltado y la salud del personal.
- Se debe mantener limpia el área de trabajo, el techo circundante a la chimenea de la cabina de esmaltado con cortina de agua y el área en general para evitar posibles riesgos a la salud e integridad del personal usuario.