



Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tel: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750 - www.unipamplona.edu.co

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**  
**DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA Y DISEÑO INDUSTRIAL**  
**PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL**



**CONTROL PAINT**

**TRABAJO DE GRADO**

**Rubén Darío Leal Rodríguez**

**Cód.: 1005062035**

**Fecha: 2017**



*Formadores de líderes comprometidos con la región en la construcción de un nuevo país en paz.*



Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tel: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750 - www.unipamplona.edu.co

### Nota de Aceptación

---

---

### Firma Jurado

---

### Firma Jurado

---



*Formadores de líderes comprometidos con la región en la construcción de un nuevo país en paz.*



## RESUMEN

Dentro del proceso productivo de las pequeñas empresas, es utilizado el método de pintura por aspersión en los acabados superficiales de las piezas que elabora, el presente proyecto desarrollado en la empresa SINESTESIA S.A dedicada al diseño industrial de diferentes productos en material P.O.P, en cuyo fabricación utiliza dicho proceso con variables en su calidad, y de donde emerge el problema planteado, permitió el desarrollo del sistema CONTROL PAINT, cuya objetivo principal es mejorar las condiciones de aplicación en los acabados superficiales, controlando las partículas que causan defectos y tecnificando los sistemas y ciclos durante el proceso, que realiza el operario a cargo de la actividad. Las comprobaciones cualitativas del proceso antes y después del uso de esta herramienta, muestran resultados positivos de acuerdo al análisis de las ventajas que proporciona.

DQS is member of:



THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK





## ABSTRACT

Within the productive process of small companies, the spray painting method is used in the surface finishes of the pieces that it produces, the present project developed in the company SINESTESIA SA dedicated to the industrial design of different POP products, in whose manufacture uses this process with variables in its quality, and from where the problem arises, allowed the development of the CONTROL PAINT system, whose main objective is to improve the application conditions in the surface finishes, controlling the particles that cause defects and technifying the systems and cycles during the process, performed by the operator in charge of the activity. The qualitative checks of the process before and after the use of this tool, show positive results according to the analysis of the advantages it provides.





## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al D.I Rodolfo Arenas director de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de este año.

Quisiera hacer una extensiva gratitud al dueño y D.I Freddy Dulcey de la micro empresa Sinestesia S.A.S, por haberme dando la oportunidad de hacer parte de esta familia donde trabaje e inicie el proyecto de grado, haciéndome sentir parte de este gran equipo de trabajo aportando nuevas ideas para resolver los inconvenientes que se presenten.

Especial reconocimiento merece por el interés mostrado por mi trabajo y las sugerencias recibidas al Ing. Electrónico y amigo German Andrés Portilla con el que me encuentro en deuda por el ánimo infundido y la ayuda en la construcción de producto.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos. A todos ellos, muchas gracias.





## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	11
1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	13
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	13
1.2 MARCO DE REFERENCIA .....	15
1.2.1 Antecedentes sobre uso de recubrimientos y aplicación de pintura. ....	15
1.2.2 Métodos para la aplicación de recubrimientos en acabados superficiales .....	17
1.2.3 Aspersión con aire.....	19
1.2.4 Productos utilizados, para recubrimientos de superficies .....	27
1.2.5 Equipos de protección durante la aplicación de recubrimientos por método de aspersión.....	30
1.2.6 Sistemas de extracción de vapores y partículas volátiles. ....	31
1.2.7 Equipos industriales diseñados para el control de los efectos en la aplicación de pinturas. 33	
2 DEFINICION DEL PROBLEMA .....	39
2.1 HIPÓTESIS.....	39
3 OBJETIVOS .....	40
3.1 Objetivo general.....	40
3.2 Objetivos específicos .....	40
4 DEFINICIÓN DEL MODELO DE INVESTIGACIÓN.....	41
5 METODOLOGÍA DE DISEÑO BRUCE ARCHER.....	42
5.1 Fase Analítica.....	43
5.1.1 Reconocimiento del problema.....	43
5.1.2 Proceso de acabados superficiales en la empresa Sinestesia S.A.S. ....	44
5.1.3 Situación actual dentro de la empresa Sinestesia S.A.S.....	48



5.1.4	Análisis de herramientas en el proceso de pintado con el método de aspersión en Sinestesia S.A.S.....	49
5.1.5	Diagrama de flujo para ejecutar el método de aspersión en la fase de acabados superficiales. ....	50
5.1.6	Diagrama del proceso de aspersión para dar acabados superficiales. ....	53
5.1.7	Encuesta dirigida a los operarios que manejan el método de aspersión como ....	55
5.1.8	Análisis y estudio ergonómico .....	60
5.1.9	Análisis del puesto de trabajo actual Sinestesia S.A.S.....	66
5.2	Fase Creativa.....	67
5.2.1	Definición conceptual del proyecto.....	67
5.2.2	Requerimientos, determinantes y parámetros de diseño. ....	68
	.....	70
5.2.3	Propuesta evaluación y selección de alternativas.....	71
5.3	Fase de ejecución .....	95
5.3.1	Análisis de la configuración formal. ....	95
5.3.2	Materiales y costos de producción .....	96
5.3.3	Análisis ergonómico del producto.....	98
5.3.4	Manual de función.....	104
5.3.5	Definición del mercado .....	105
5.3.6	Gestión de diseño .....	110
5.3.7	Innovación.....	112
5.3.8	Análisis ambiental de la propuesta.....	114
5.3.9	Fase de comprobaciones .....	115
	CONCLUSIONES .....	123
	ANEXOS .....	127
	BIBLIOGRAFIA .....	136





## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Rendimiento diario en metros cuadrados de los diferentes métodos de pintura .....	17
Tabla 2 Principales métodos utilizados para la aplicación de pintura.....	18
Tabla 3 Mecanismo de funcionamiento de los diferentes tipos de compresor.....	21
Tabla 4 Tipos de pistolas y sistemas de aspersión .....	26
Tabla 5 Características de diferentes tipos de recubrimiento.....	28
Tabla 6 Tipos de pintura y su descripción .....	29
Tabla 7 Equipos de protección.....	30
Tabla 9 Factores que dañan los acabados superficiales .....	46
Tabla 12 Percentiles de las dimensiones de la mano y sus extremidades .....	63
Tabla 11 Determinantes, parámetros y requerimientos para el diseño.....	69
Tabla 13 Tabla de costos de producción.....	97
Tabla 14 Tabla de costos de insumos.....	98







## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Diagrama tipos de compresores y su funcionamiento.....	20
FIGURA 2 Mecanismo interno o flujo de la pintura. ....	23
FIGURA 3 Sistema de alimentación de pintura.....	27
FIGURA 4 Extractores de aire.....	32
FIGURA 5 Cabinas de pintura con filtros secos para productos pequeños. ....	34
FIGURA 6 Cabina de pintura positiva.....	35
FIGURA 7 Esquema de cabinas de pintura con cortina de agua. ....	36
FIGURA 8 Esquema de cabina ascendente y descendente .....	37
FIGURA 9 Cabina de pequeños productos en la empresa Sinestesia. ....	48
FIGURA 10 Diagrama de flujo.....	51
FIGURA 11 Ángulos de movimientos repetitivo con desvío radial. ....	62
FIGURA 12 Muñeca flexionada con dirección hacia abajo y extendida hacia arriba .....	62
FIGURA 13 Desviación radial de la mano a 60 grados y a 45 grados.....	62
FIGURA 14 Análisis de alcance y movimientos ergonómicos del puesto de trabajo.....	65
FIGURA 15 Altura de la mesa de trabajo, según el tipo de trabajo.....	65
FIGURA 16 Diagrama de requerimientos, alternativas y parámetros de diseño .....	70
FIGURA 17 Alternativa distanciador en la mano.....	72
FIGURA 18 Plano técnico componentes internos del sensor .....	77
FIGURA 19 Plano técnico estructura cobertura del sensor .....	78
FIGURA 27 Sistema de objetos.....	91
FIGURA 28 Explosivo base control de la aspersión.....	92
FIGURA 30 Plano técnico extractor de aire .....	93
FIGURA 29 Base giratoria.....	93
FIGURA 31 Plano técnico soporte para base de pintado.....	94
FIGURA 39 Diagrama de marketing .....	108
FIGURA 40 Análisis benchmarking .....	109
FIGURA 43 Pruebas mecanismo de extracción.....	132
FIGURA 45 Construcción de las bases, rotación y rejillas.....	132
FIGURA 47 Prueba extracción de la pintura y fluido del aire.....	133
FIGURA 48 Prueba filtro natural.....	133



## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 Contexto de la empresa.....	127
ANEXO 2 Proceso de pintado en Sinestesia S.A.S.....	128
ANEXO 3 Bocetos fase creativa sensor .....	129
ANEXO 4 Fase creativa bocetos sensor desde la mano a sensor desde la pistola .....	130
ANEXO 5 Boceto superficies giratorias para ubicar los objetos y orificios filtración.	131
ANEXO 6 Registro fotográfico de las diferentes pruebas realizadas del funcionamiento del producto y su relación con el usuario. ....	132
ANEXO 7 Boceto tipo render de la propuesta .....	134
ANEXO 8 Imágenes modelo funcional .....	135



## INTRODUCCIÓN

Atender las principales necesidades de producción en la industria, es un factor abarcador, por el gran número de procesos de acuerdo a la actividad propia de las empresas; a continuación se centra la atención en la empresa SINESTESIA S.A.S dedicada al diseño industrial de diferentes productos P.O.P, en cuya fabricación realiza acabados con el método de pintado por aspersión, usando una serie de instrumentaria y equipos durante la ejecución del proceso, pero con dificultades propias que influye directamente en la calidad de los productos, y el trabajo de quien lo opera, abordando estas necesidades el presente proyecto de investigación, permitió la creación de la herramienta CONTROL PAINT.

El análisis del estado de arte, se presenta bajo soluciones creadas para las grandes industrias, arrojando características de atención a las dificultades, adaptables para las necesidades encontradas en el proceso de pintado de la empresa en donde emerge el problema planteado, durante el estudio de campo.

A través de la metodología Bruce Archer, y el tipo de investigación mixta, se llevaron a cabo los análisis de la problemática; el objetivo principal de la introducción de esta herramienta al mercado, es mejorar las condiciones de aplicación de acabados superficiales en los artefactos que utilizan la aspersión con aire a presión, donde a su





vez se controlen los efectos contaminantes que causan defectos en las piezas, y se tecnifiquen los sistemas y ciclos durante el proceso.

El sistema planteado va dirigido a pequeñas industrias con bajas cadenas de producción donde desarrolla productos cuya dimensiones no sobresalen a 60 cm de alto según el producto P.O.P a desarrollar, la herramienta Control Paint está diseñada para que el operario ejecute mejor el proceso de pintado durante su aspersion, disminuyendo la nube de partículas en el entorno que afectan las superficies de las piezas de sus productos, conocer técnicamente la distancia correcta entre la pistola y el producto, y evitar el desplazamiento alrededor de las piezas durante el pintado.

Las comprobaciones realizadas se enfocaron en la comparación cualitativa del proceso antes y después del uso de Control Paint, y una entrevista abierta al operario a cargo de esta actividad productiva, dando respuesta positiva con el análisis de las ventajas y desventajas, encontradas durante la aplicación de coberturas, concluyendo con el logro de los objetivos planteados.





## 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 JUSTIFICACIÓN

Sinestesia S.A.S situada en la ciudad de Bucaramanga Santander, es una pequeña empresa de diseño y fabricación de material P.O.P, con una alta exigencia en su configuración formal y acabados superficiales parte fundamental de los productos que fabrican y que comercializan en este sector. Dentro de su proceso de acabados superficiales, manejan una serie de herramientas y equipos que ayudan y facilitan la ejecución del proceso y el trabajo de quien lo opera. La mala ejecución y la baja tecnificación dificultan que el proceso sea eficiente para las necesidades de la empresa y los productos que fabrican. Estas fallas que resultan al momento de ejecutar el proceso, se ven reflejadas cuando se aplican los recubrimientos superficiales ya sean, barnices, lacas, la gran mayoría de estos productos se encuentran en el mercado en estado líquido lo cual implica la utilización de herramientas que permitan el manejo adecuado de la aplicación de este tipo de recubrimiento con métodos convencionales como puede ser el de aspersión con aire a presión sin mayor control de la actividad, generando efectos que contaminan en el producto sobre el cual se está trabajando, lo que implica mayor tiempo y costo y así mejorar el producto y finalmente dar como resultado buenos acabados. Estas falencias se producen cuando o los operarios carecen del conocimiento





adecuado de la operación que está ejecutando, la gran mayoría de defectos que se presentan son por la mala manipulación ya sea la pistola (herramienta de aplicación) o el soporte donde se ubica la pieza para trabajar los acabados superficiales, cuando se trabaja con las pistolas de aplicación y se acerca o aleja la herramienta presenta defectos tales como chorreos, salpicaduras, rugosidad, etc. También sucede cuando no se tiene control de la nube de pintura que se produce cuando se aplica el producto y por exceso del fluido en el ambiente causa defectos superficiales tales como ampollado, agrietado, goteo, que la empresa tiene que corregir para no generar mayor costo en el reproceso y dejarlo en óptimas condiciones superficiales para el usuario.

Esta preocupación que tiene la empresa por mejorar cada uno de sus procesos productivos y más los que están involucrados en la calidad superficial del producto, da como inicio a todo un proceso de investigación y diseño en busca de mejorar la calidad de los productos afectados por la mala ejecución y baja tecnificación del proceso.





## 1.2 MARCO DE REFERENCIA

### 1.2.1 Antecedentes sobre uso de recubrimientos y aplicación de pintura.

Durante las diferentes etapas de la evolución del hombre este ha procurado dar mejores acabados a las superficies que deben entrar en contacto con algún tipo de ambiente, y sometido a contacto por el usuario, creando la necesidad de fabricar algún tipo de recubrimiento que diera propiedades mecánicas a la superficie donde fuera ser aplicada, estas funciones se han desarrollado desde su forma más primitiva y rudimentaria, como lo expone el libro Tiempo y Materiales de pintura CESVIMA, los recubrimientos iniciaron cuando los colores diluidos en agua se aplicaban sobre estuco de cal para adquirir dureza cristalina, es cuando empieza a tenerse un concepto de pintura como protección, y al mismo tiempo se empiezan a utilizar pigmentos naturales y algunos artificiales, hasta llegar al aceite de linaza, con cuya cocción se consigue características de resistencia, recubrimiento y decoración.

En los últimos siglos se ha visto un importante desarrollo tanto de productos como de equipos para la aplicación de pintura, el principal impulsador de estos avances es la industria siderúrgica, que ayuda a descubrir nuevas técnicas en recubrimientos y protección, de esta forma estas técnicas y tecnologías empezaron a contribuir muy





decisivamente a prolongar la vida de aquellos elementos, y al mismo tiempo embellecerlos.

CISTEMA Centro de Información de Sustancias Químicas, Emergencias y Medio Ambiente, expone en su publicación como diferentes intervenciones de productos fabricados con características funciones específicas, han ayudado para que el hombre pueda realizar su labor con mayor facilidad y no aumentar la dificultad en su desarrollo y ejecución de la operación; herramientas sencillas, como brochas, rodillos y esponjas, fueron los primeros elementos que realmente marcaron el desarrollo de cómo aplicar algún tipo de recubrimiento sobre alguna superficie, mejorando su ejecución en el tiempo que duraba su desarrollo, luego se elaboraron equipos de aspersion con aire a presión, a presión hidráulica, y otros métodos como inmersión. Ya sea con diferentes productos para proteger, dar brillo, color y durabilidad, son aplicadas pinturas, lacas, barnices, impermeabilizantes, con diferentes herramientas creadas y pensados para dar respuestas a necesidades en específico, con ciertas ventajas, pero con limitantes, y elementos secundarios que influyen en las ejecuciones, de calidad del producto y el entorno laboral. CISTEMA.







Tabla 1 Rendimiento diario en metros cuadrados de los diferentes métodos de pintura

Método	Rendimiento diario (m <sup>2</sup> )
Brocha	50 – 65 m <sup>2</sup> /día
Rodillo	120 – 260 m <sup>2</sup> /día
Aspersión con Aire	200 – 600 m <sup>2</sup> /día
Aspersión sin Aire	300 – 800 m <sup>2</sup> /día

Fuente: CISTEMA Centro de Información de Sustancias Químicas, Emergencias y Medio Ambiente.

En la tabla 1 se muestran los rendimientos de los diferentes técnicos, y permite determinar por qué en las pequeñas industrias y talleres es más usado el método convencional de aspersión a presión con aire, siendo uno de los más eficientes para la ejecución de la labor recubrimientos superficiales, haciendo el proceso más óptimo en cuanto al tiempo y la calidad de producción por día.

### 1.2.2 Métodos para la aplicación de recubrimientos en acabados superficiales

A continuación, se enunciarán en la tabla 2 los principales métodos con los que se realizan procesos de pintura sobre diferentes superficies.





### 1.2.3 Aspersión con aire

De acuerdo al Centro de Información de Sustancias Químicas publicado en el año 2015, la aspersión con aire es el método más utilizado en la aplicación de recubrimientos, con la combinación de presiones y boquillas; se aplican a través de este método productos de peso específico y de diferentes viscosidades disueltos, durante el proceso de pintado, la pistola aspersora debe mantenerse siempre perpendicular a la superficie por pintar, con una distancia entre 15 y 20 centímetros, utilizando la mínima presión y de una manera uniforme; al utilizar este método el sobrante de material es del 25 al 35%, que queda suspendido en el aire, y que en la mayoría de los casos, contaminan el producto.

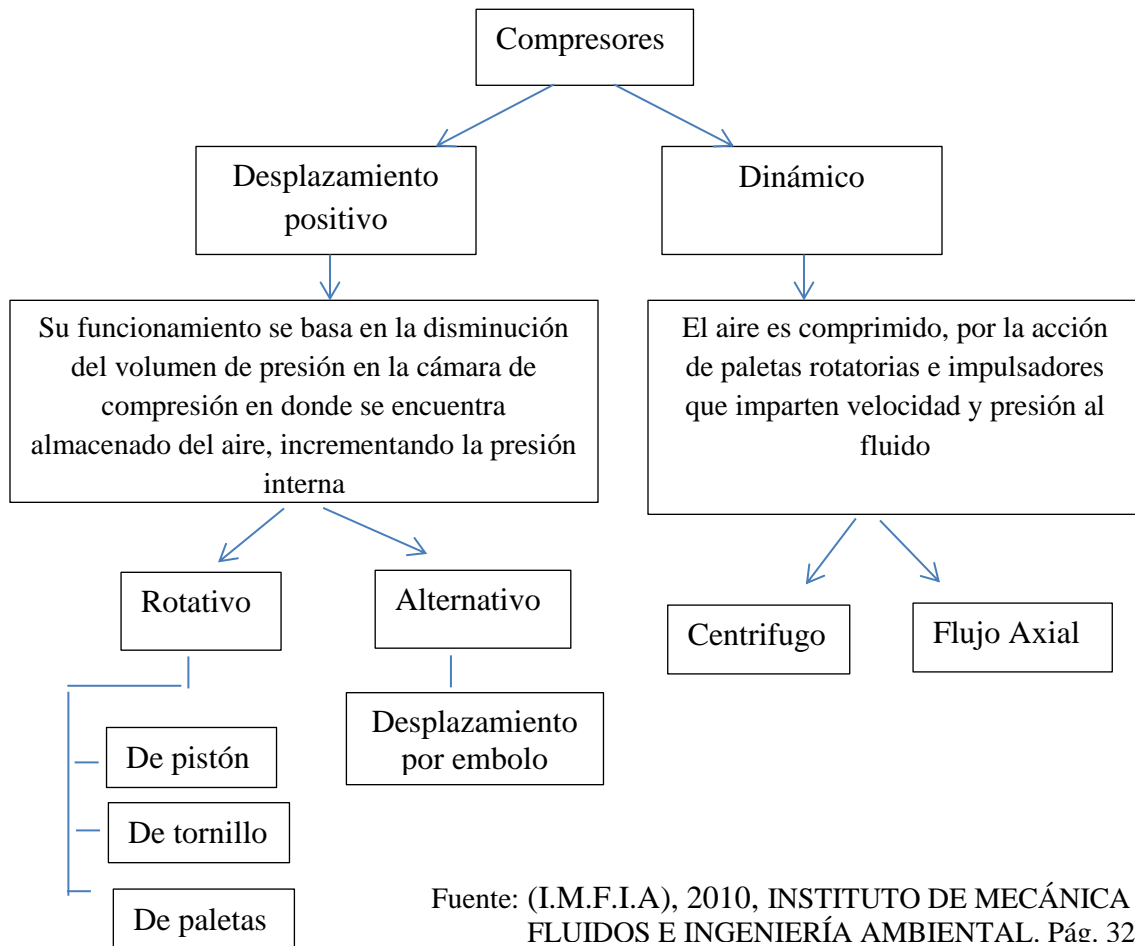
La empresa utiliza dentro de sus proceso de producción el método de aspersión procedimiento que se debe realizar correctamente y tener precaución para realizarlo con seguridad, con la adecuada previa capacitación del proceso, y proporcionar los elementos de protección personal EPP, a demás contar con zonas bien localizadas y ventilación suficiente; en toda actividad de pintado es recomendable que el operario utilice protección respiratoria, como mascarillas, protección ocular, con gafas que protejan contra salpicaduras, el traje impermeable tipo overol con gorro y guantes para evitar irritaciones en la piel y el uso de botas si es necesario, para no contaminar con otros residuos.



### 1.2.3.1 Compresores utilizados para las aplicaciones de recubrimientos por el método de aspersión.

**Compresores:** Un compresor es un equipo de fluido, construido para aumentar la presión ya sea de un gas, desplazar ciertos tipos de fluidos, a través de intercambios de energía entre estos y la máquina. Air Compressor. *E Compressed Air*. 2008-09-24.

FIGURA 1 Diagrama tipos de compresores y su funcionamiento



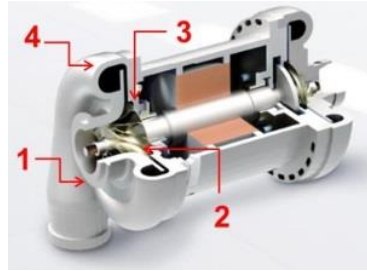
Fuente: (I.M.F.I.A), 2010, INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL. Pág. 32.

Tabla 3 Mecanismo de funcionamiento de los diferentes tipos de compresor.

<b>Compresores de desplazamiento positivo</b>	
<p><b>De Pistón</b></p>	<p>El aire es aspirado al interior de un cilindro, por la acción de un pistón accionado por una biela y un cigüeñal. Ese mismo pistón, al realizar el movimiento contrario, comprime el aire en el interior del mencionado cilindro, liberándolo a la red o a la siguiente etapa, una vez alcanzada la presión requerida.</p>
<p><b>Tornillo</b></p>	<p>Se basa en el desplazamiento del aire, a través de las cámaras que se crean con el giro simultáneo y en sentido contrario, de dos tornillos, uno macho y otro hembra, el aire llena los espacios creados entre ambos tornillos, aumentando la presión según se va reduciendo el volumen en las citadas cámaras.</p>
<p><b>De Paletas</b></p>	<p>El sistema consiste en la instalación de un rotor de paletas flotantes en el interior de una carcasa, situándolo de forma excéntrica a la misma. Al estar situado en esta posición las cámaras van creciendo en la zona de aspiración, llegando a producir una depresión que provoca la entrada del aire. Según se desplazan con el giro del rotor, las cámaras se van reduciendo hacia la zona de impulso, comprimiendo el aire en el interior.</p>
<p><b>Desplazamiento por embolo</b></p>	<p>El principio de funcionamiento está basado en el giro de dos rotores de lóbulos en el interior de la carcasa. Como se puede ver en la ilustración, los rotores giran de forma sincronizada y en sentido contrario, formando entre ellos unas cámaras en las que entra el aire, los lóbulos se limitan a desplazar el aire, consiguiendo aumentar la presión en función de la contrapresión</p>

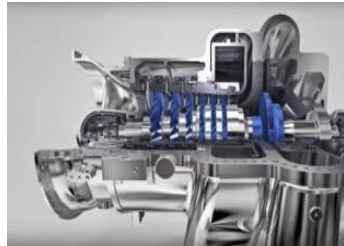
## Compresores dinámicos

### Compresores centrífugos



En estos equipos, el aire entra directamente en la zona central del rotor, guiado por la campana de aspiración. El rotor, girando a gran velocidad, lanza el aire sobre un difusor situado a su espalda y es guiado al cuerpo de impulsión. En estos compresores, el aire entra directamente por la campana de aspiración (1) hacia el rotor (2) y difusor (3), saliendo a la siguiente etapa o a la red por la voluta (4).

### Compresores axiales



En estos equipos el aire circula en paralelo al eje, están formados por varios discos llamados rotores. Entre cada rotor, se instala otro disco denominado estator, donde el aire acelerado por el rotor, incrementa su presión antes de entrar en el disco siguiente. En la aspiración de algunos compresores, se instalan unos álabes guía, que permiten orientar la corriente de aire para que entre con el ángulo adecuado.

Fuente: Air Compressors. E Compressed Air. 2008-09-24.

### 1.2.3.2 Pistola de aspersión como herramienta de pintado

Una pistola por aspersión es una herramienta que permite la pulverización de pintura o cualquier otro fluido, donde un dispositivo, genera un revestimiento a través del aire, hacia una superficie, los sistemas más comunes utilizan un gas comprimido generalmente aire. La pistola para pintar, o pistola por aspersión de pintura, es el componente clave del sistema de acabado, para la industria automotriz, cerámica, maderera, construcción, aeronáutica y muchas otras. Es una herramienta fabricada con precisión y cada tipo y tamaño se encuentra específicamente diseñado para realizar determinadas tareas.

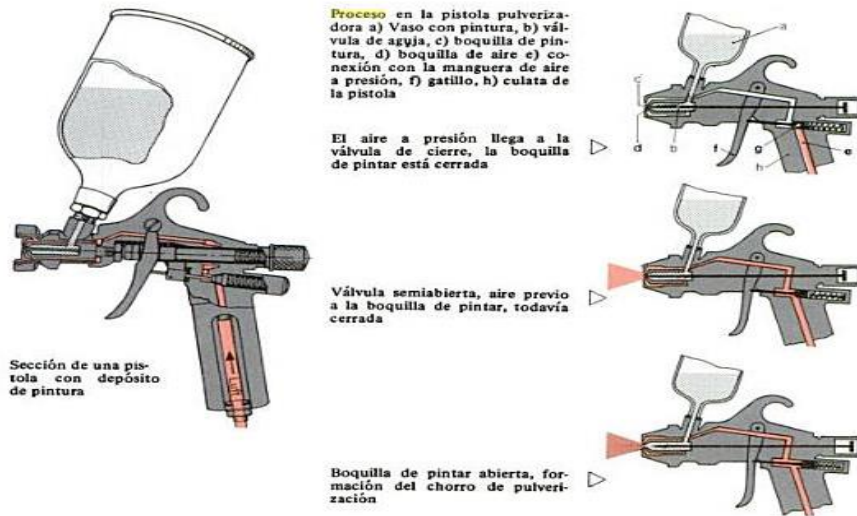


FIGURA 2 Mecanismo interno o flujo de la pintura.

Fuente: Libro con la brocha y pintura (Laubsch, 1979)





### 1.2.3.2.1 Componentes de la pistola de aspersión.

De acuerdo a la revista Metal Actual (2002), las pistolas de aspersión, se componen por un cuerpo muchas veces fabricado con distintos materiales, en aluminio y resinas, el material usado depende del peso y el mecanismo de alimentación de la pintura si es por gravedad, presión o succión; dentro del cuerpo se encuentra el canal de aire, en la empuñadora se encuentran los controles de abanico y aguja de fluido, además del gatillo.

El abanico lo produce una válvula, ubicada en la parte superior de la pistola y es la encargada de regular la cantidad de aire, que va a los orificios del casquillo, los cuales controlan los patrones de la aplicación de pintura permitiendo un abanico de apertura máxima o mínima de aspersión, de la cual depende la cantidad de pintura a aplicar sobre determinada superficie.

El pico es el asiento contra el que se apoya la aguja para cerrar el flujo del material, la cantidad expulsada por la parte delantera de la pistola depende de la separación entre la aguja y el pico y su diámetro. Los picos son los encargados de controlar el volumen de pintura que llega al casquillo, permitiendo así diferentes velocidades de aplicación.







El área de atomización, está conformada por el casquillo frontal de la pistola que dirige el aire comprimido hacia el caudal de pintura para atomizarlo y formar el patrón de pulverización. Del casquillo depende el nivel de la pintura al momento de aplicar y del grado de atomización de la misma.

Debido a que todas las pinturas no se pulverizan igualmente y, a que el volumen de aire comprimido disponible es a veces limitado, para la mayoría de las pistolas, hay disponible una variedad de combinaciones de boquilla y tobera que garantizan la atomización ideal y la calidad de los resultados. La selección de la boquilla de aire y toberas es un detalle que requiere mucho cuidado y análisis. En los casos en que la pistola vaya a ser usada con distintas variedades de materiales, es aconsejable seleccionar varias de ellas, para obtener el máximo rendimiento en cada caso. Las tablas selectoras en que se numeran las boquillas y toberas indican las características del patrón de recubrimiento para la mayoría de los materiales comunes. Además, indican la presión y volumen de aire.



### 1.2.3.3 Tipos de sistemas para el método de aspersión y alimentación de la pintura.

Tabla 4 Tipos de pistolas y sistemas de aspersión

Pistolas de alto rendimiento y alta presión o de mezcla interna	La atomización se realiza dentro del recipiente que contiene la pintura por medio de la adicción de aire a presión, su uso es para pinturas de baja viscosidad o muy diluidas, razón por lo cual la superficie a pintar requiere más pasadas para lograr una película con el espesor adecuado.
Pistolas de bajo rendimiento presión o de mezcla externa	La atomización se realiza en el casquillo frontal de la pistola, característica que les permite usar pinturas de media y alta viscosidad.
Sistema convencional	En este sistema la pistola logra la atomización de la pintura a una presión de 40 a 50 PSI (libras por pulgada), lo cual hace que su aspersión presente un alto grado de contaminación en el ambiente y el área de trabajo.
Sistema HVLP – ecológicas	La atomización HVLP, (high volumen – low pressure – alto volumen- baja presión) utiliza un gran volumen de aire CFM (pies cúbicos por minuto) que se libera a 10 PSI, para atomizar el material en forma suave y a baja velocidad. Esta presión, provoca una menor aspersión perdida y rebote de pintura, e incrementa la eficacia de cantidad de pintura aplicada en la pieza.
Sistema LVLP	En el sistema LVLP (low volumen- low pressure – bajo volumen – baja presión) la pulverización de la pintura se realiza a un mínimo de 20 PSI y el consumo de aire es menor, se utiliza en materiales que presentan un medio bajo de solidos o viscosidad.

Fuente: Libro Sistemas industriales de recubrimiento (2003).



**Por presión:** El fluido está contenido en un tanque o marmita remota que es empujado por presión hacia el casquillo de aire, es usado para grandes cantidades de pintura.

**Por gravedad:** El recipiente que contiene la pintura está sujeto a la parte superior de la pistola, cuando se oprime el gatillo de la pistola el aire comprimido empuja la pintura hacia abajo y lo atomiza.

**Por succión:** El recipiente que contiene la pintura es sujeto a la parte inferior de la pistola, cuando se oprime el gatillo de la pistola, el aire comprimido sale por el casquillo y se crea un vacío en el extremo del pico. Como es mayor la presión del recipiente, la pintura es empujada hacia arriba y el aire comprimido lo atomiza.

FIGURA 3 Sistema de alimentación de pintura

Fuente: Libro con la brocha y pintura. Laubsch, 1979.

### 1.2.4 Productos utilizados, para recubrimientos de superficies

De acuerdo al informe medio ambiental del sector pinturas y barnices, libro pinturas y recubrimientos. (Calvo, 2009), las pinturas, lacas, barnices, esmaltes, y otros productos, utilizadas en el recubrimiento superficial, satisfacen diferentes exigencias de acuerdo a los acabados que se requieran, esto define la variedad de tipos de pinturas; existe una diferencia apreciable entre los sistemas que utilizan como base el agua, por ejemplo, las pinturas en dispersión y los sistemas basados en disolventes orgánicos.



Tabla 5 Características de diferentes tipos de recubrimiento

Pintura	COMPOSICIÓN
Mezcla líquida o viscosa se aplicada por inyección o inmersión sobre un objeto o material, lo reviste, colorea y protege, consta de aglutinante y disolvente, componentes sólidos, como los pigmentos y las cargas; pueden llevar aditivos.	<b>Pigmento</b> que proporciona el color
	<b>Aglutinante</b> (Es el elemento que da cuerpo, dureza y durabilidad a la pintura y que protege a la base),
	<b>Disolventes</b> (Destinados a facilitar la extensión y a veces disolución, del aglutinante)
	<b>Secantes</b> (Son materiales que se añaden para catalizar o acelerar la oxidación y polimerización de los aceites vegetales, disminuyendo el tiempo de secado)
	<b>Cargas</b> (Son materiales neutros respecto a los demás componentes y su objeto es aumentar su viscosidad o el volumen.

FUENTE: Domínguez, 2015.

Todas las pinturas se componen de un cierto número de sustancias en cantidades variables, entre las que se encuentran las sustancias volátiles disolventes, y las sustancias no volátiles, responsables de la formación de resinas, plastificantes, y los colorantes, pigmentos, diluyentes y todo un conjunto de aditivos como secantes, y conservantes. A continuación, se definen estos productos de acuerdo a sus características de aplicación y recubrimientos.



Tabla 6 Tipos de pintura y su descripción

PINTURA	DESCRIPCIÓN
<b>Látex</b>	Es una pintura al agua, o sea, requiere agua para diluir. Fácil de aplicar. Terminación mate, es decir, que no deja brillo.
<b>Esmalte al agua</b>	Requiere de agua para su dilución. Fácil de aplicar. Sin olor. Terminación satín, es decir, con un suficiente leve brillo el cual lo hace 100% lavable.
<b>Óleos</b>	Requiere de algún disolvente químico como lo son los diluyentes o aguarrás. Fácil de aplicar. Olor perdurable por unos días, Terminaciones brillantes y opacas. 100% lavable.
<b>Esmalte sintético</b>	Diluyentes o aguarrás para diluir, en especial el diluyente se usa más en el invierno ya que es de secado más rápido. Fácil de aplicar. Olor que perdura unos días.
<b>Barniz</b>	Disolución de una o más resinas en un aceite o una sustancia volátil, que se aplica a la superficie de un objeto para que al secarse forme una capa lustrosa capaz de resistir la acción del aire y de la humedad.
<b>Disolventes</b>	Los disolventes industriales son productos líquidos que pueden disolver o dispersar otros materiales. Realiza un proceso de separación al disolver selectivamente un material de una mezcla o puede disminuir su viscosidad.
<b>Poliuretano</b>	Es una resina con base de plástico, dependiendo de la fórmula, puede ser rígido para hacer muebles de exterior, o líquido para pinturas y barnices.

FUENTE: Libro pinturas y recubrimientos. (Calvo, 2009).



### 1.2.5 Equipos de protección durante la aplicación de recubrimientos por método de aspersión.

Los equipos de protección individual o personal (EPI o EPP) deben proteger al operario, partiendo de criterios ergonómicos de eficiencia y seguridad. Según el *Decreto 205/2003 de Colombia*, se entiende por equipo de protección individual cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado para tal fin. Todos los equipos de protección individual deben cumplir las exigencias de salud y seguridad. Para conocer su cumplimiento, el EPI debe llevar marcadas las siglas. «CE»

Equipos de protección durante la aplicación de recubrimientos

Tabla 7 Equipos de protección

Equipos de protección corporal	Equipos de protección de manos	Equipos para protección de vía respiratoria	Equipos de protección ocular	Equipos de protección auditiva
- Overoles de polietileno	- Guantes de vinilo - Guantes de nitrilo - Guantes de látex	- Mascarillas autofiltrantes - Mascarillas de vapores	- Gafas protectoras - Gafas de patilla - Gafas integrales	- Tapa oídos. - Tapones de espuma con cordón - Ojeras tipo copa





### 1.2.6 Sistemas de extracción de vapores y partículas volátiles.

La ventilación es la sustitución de una parte del aire que se considera indeseable, por otra que aporte una mejora en cuanto a pureza, la ventilación de procesos industriales permite controlar la extracción de las toxicidades en el ambiente, garantizando un mejor entorno laboral y contribuyendo al mantenimiento de la salud del operario. Los sistemas de ventilación se basan principalmente en la generación de una corriente de aire, la cual se encarga de ir recogiendo, las partículas generadas en el proceso de pintado, la ventilación localizada es la que pretende atraer el aire contaminado en el mismo lugar de la producción, evitando que se esparza por toda la zona de trabajo, en el caso de controlar aire caliente, tóxico, polvoriento, entre otros.

Para una adecuada ventilación y extracción de partículas, se deben tener en cuenta que la función va a cumplir la misma, calor a disipar, tóxicos a diluir, sólidos a disipar, también calcular el aire necesario y establecer el trayecto de la extracción. Las variantes a tener en cuenta, son la contaminación que se genera, el caudal y la velocidad del aire, y la presión o fuerza que lo empuja.





### 1.2.6.1 Tipos de extractores de aire.

Existen tres tipos de extractores de aire, extractores centrífugos, helicoidales, y los axiales, según la empresa Soler y Palau:

Los extractores centrífugos, son ventiladores utilizados en la refrigeración y acondicionamiento de los ambientes, y esta compuesto por una entrada por donde se impulsa o se extrae el aire, con presiones según sea su uso, en su interior su funcionamiento esta dado, por un rotor multipala.

Los extractores helicoidales, están compuestos por un motor monofásico, o trifásico, de acción directa según la necesidad, que por medio del movimiento de paletas con una rotación constante, crea un flujo de aire, dando dirección al fluido que esta afectado directamente.

Los extractores axiales, son ideales para la ventilación forzada, se compone de un rotor y un eje propulsor, movido por un motor que expulsa el aire en forma recta.



FIGURA 4 Extractores de aire





### 1.2.6.2 Ubicación de los extractores y ventiladores

De acuerdo a los datos de la empresa Friocol , es conveniente ubicar de estas formas los extractores y ventiladores:

1. Las entradas de aire deben estar diametralmente opuestas a la situación, de forma que el aire cruce el area contaminado.
2. El extractor debe estar lo mas cerca posible al foco de la contaminacion, de manera que el aire nocivo no recorra mas espacio.
3. No debe estar cerca de otra posible entrada de aire, para que no se vuelva introducir las particulas expulsadas.

### 1.2.7 Equipos industriales diseñados para el control de los efectos en la aplicación de pinturas.

Dadas las anteriores características de la operación de pintado por aspersion, en el lugar de trabajo se debe estudiar la factibilidad técnica y económica para contar con una cabina para pintar, es un espacio cerrado donde se introduce la pieza a trabajar, permitiendo mantener una zona controlada, limpia, y libre de residuos, que pueden contaminar, así mismo retiene los excesos de rociado al interior y evitando influir al exterior, ayudando a preservar el medio ambiente, separa las operaciones de pintado, de



otras actividades y propicia un trabajo más limpio para el operador y la pieza. De acuerdo al tipo de proceso, las cabinas pueden ser, cabinas de filtros o secas, de cortina de agua o húmedas, cabinas descendentes y ascendentes, transversales, cabinas de presión negativa y positiva y hornos de curado.

### 1.2.7.1 Cabinas de pintado industrial.

Las cabinas de filtros o secas son especialmente diseñadas para la aplicación de pintura líquida manual de pequeñas producciones, la retención de pigmentos se realiza por medio de los filtros secos de alto rendimiento recambiable, estas cabinas incluyen dos etapas de filtración antes de la salida del aire al exterior de la nave, la primera etapa: Filtro cartón + manta sintética y la segunda: Marcos metálicos con fibra sintética.



FIGURA 5 Cabinas de pintura con filtros secos para productos pequeños.

Fuente: Paraninfo Embellecimiento de Superficies 2da edición.

### 1.2.7.1.1 Cabinas de presión positiva y negativa

Las cabinas de presión positiva se crea al inyectar aire en la cabina sin que éste pueda escapar, en el caso de que se abra la puerta de acceso a la cabina durante el proceso, el aire del cuarto que hace una presión hacia fuera saldrá con fuerza, escapando con él gran parte de la pintura. En el caso de la negativa, se crea extrayendo el aire que está dentro de la cabina.

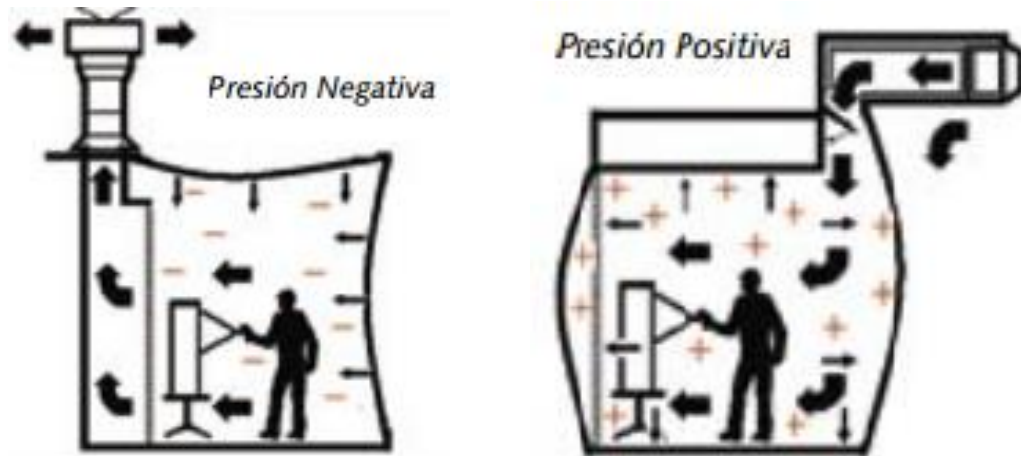


FIGURA 6 Cabina de pintura positiva.

### 1.2.7.1.2 Cabina de cortina de agua.

Las cabinas de cortina de agua o húmedas, están fabricadas para contener el overspray durante la aplicación de pintura manual o automatizada, mediante un velo de agua atraparé la pintura remanente del proceso de aplicación. El funcionamiento de la cortina de agua consiste, en que un extractor genera una corriente de aire que atrae la pintura que no se aplicó a la pieza, la corriente de aire proyectará los remanentes de pintura hacia una cortina de agua, la cual atraparé estas partículas, se realiza un cambio en la dirección del aire por lo que las partículas que no quedaron atrapadas en la primera cortina son proyectadas hacia una segunda cortina, el aire continúa su paso a través de un sistema de mamparas, donde al chocar con las mismas van dejando las moléculas de agua que llegó a capturar el aire, se libera a través de la chimenea un aire limpio, libre de partículas y las partículas de pintura quedaron recolectadas en la tina de agua.



FIGURA 7 Esquema de cabinas de pintura con cortina de agua.

Fuente: Parainfo Embellecimiento de Superficies 2da edición

### 1.2.7.1.3 Cabinas de aire descendente y ascendente

Las cabinas descendentes, son aquellas que dirigen el aire de arriba hacia abajo ofreciendo como beneficios un mejor aprovechamiento de la gravedad, un mejor control de la filtración del aire y menor contaminación para el operario durante el proceso. Las cabinas ascendentes conducen el aire de abajo hasta arriba, movimiento que genera contaminación en el ambiente y disminuye la calidad de la pieza trabajada. (Mecánico, 2015)

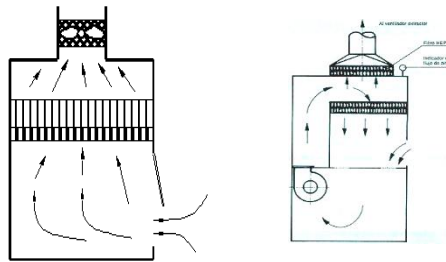
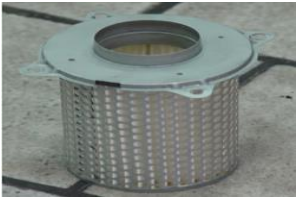





FIGURA 8 Esquema de cabina ascendente y descendente

### 1.2.7.1.4 Cabinas transversales

Las cabinas transversales son aquellas que dirigen el aire diagonalmente y cuyo movimiento aporta como beneficios que no contamina al operario y puede trabajar con una sola unidad o dos, pero tiene igualmente como desventaja que no permite un control eficiente del aire y produce un contacto heterogéneo de la superficie con el aire. (Mecánico, 2015)

### 1.2.7.2 Filtros para el control de las partículas

FILTROS PARA LA PURIFICACION DEL AIRE	
<p><b>FILTROS DE TIPO SECO</b></p> 	<p>Barreras encargadas de detener la mayor parte de partículas dispersas en el aire, generadas en el momento de la aplicación de la pintura, son utilizados en los movimientos de aire y esta constituido por orificios continuos de fibra sintética hilada enrollada, realiza una separación por inercia, asegura una penetrante profundidad de la suciedad, y una alta capacidad para mantenerla, los excedentes de pintura permanecen en el filtro, y no son expulsados en el entorno.</p>
<p><b>FILTROS PLISADOS</b></p> 	<p>Son elementos filtrantes que se utilizan como prefiltros, esta compuesta por fibras sintéticas y algodón, no tejido plisado y dispuesto por encima de una grilla de metal, que hace su soporte reteniendo partículas.</p>
<p><b>FILTROS MULTIBOLSA</b></p> 	<p>Filtros multibolsa, son de mayor eficiencia, hechos de material sintético, y polipropileno, sellado y balanceado aerodinamicamente. Para minimizar la resistencia, al flujo de aire.</p>
<p><b>ECOFILTROS</b></p>	<p>Filtros a base de papel</p>
<p><b>FILTROS MULTIDIEDRO</b></p>	<p>Filtro compacto presenta los paneles miniplanet en forma de v y rigida</p>
<p><b>FILTRO DE CORTINA DE AGUA</b></p> 	<p>Filtros tipo humedo, ideales para el tratamiento de pintura, y barnices residuales, reducen el tiempo de limpieza, el agua cumple la función, de filtrar las partículas y vapores</p>

Fuente: Juan Abarca García, Manual para el mantenimiento industrial: pinturas y filtros



## 2 DEFINICION DEL PROBLEMA

- ¿Cómo mejorar las condiciones de aplicación en los acabados superficiales de los artefactos que la microempresa Sinestesia S.A.S desarrolla con el método de aspersion con aire a presión?

### 2.1 HIPÓTESIS

- Direccinando el fluido de aire y partículas volátiles que caen por gravedad, se mejora el tipo de acabado superficial.







### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Mejorar los acabados superficiales en los artefactos que la microempresa Sinestesia S.A.S desarrolla con el método de aspersión con aire a presión.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Controlar los efectos que contaminantes, sobre los acabados superficiales de las piezas desarrolladas por Sinestesia SAS, por la nube que se genera al momento de ejecutar el método de pintado por aspersión con aire a presión.
- Tecnificar los sistemas de control al momento de desarrollar el proceso de aplicación de acabados superficiales por aspersión con aire a presión.
- Corregir la distancia que se mantiene entre la pistola y el producto al cual se le aplica y realiza el acabado superficial.







#### 4 DEFINICIÓN DEL MODELO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación mixta combinando métodos cuantitativos y cualitativos permite al presente proyecto obtener el soporte metodológico y al tipo de herramientas que se van a implementar para resolver la problemática que se está presentando y generar las soluciones al definir las características de la propuesta final de diseño.

Durante la investigación es necesario desarrollar, un análisis cuantitativo, de las distancias entre la pistola de aspersión y el elemento o pieza al cuál se le aplica la pintura; un análisis de los percentiles del puesto de trabajo y una interpretación de los residuos volátiles en la nube formada en la zona de pintado.

Se aplica una encuesta, cuya población objeto, son los operarios de las microempresas, dedicadas a la fabricación de elementos de madera y metal, en donde se obtengan resultados que describan las desventajas durante la actividad de pintado.

La investigación teórica es un análisis cualitativo de los aspectos relacionados con los problemas durante el pintado y las soluciones en el mercado, ahora bien para la definición de alternativas y propuesta final se centra y desarrolla en la caracterización de los pro y contras, que encuentra el trabajador a cargo de la operación de pintado, a



través de una entrevista abierta, utilizando el dialogo personal, terminada la actividad de recubrimiento de superficies con el método de aspersión comúnmente utilizado, y con el uso de Control Paint, como solución a los déficits durante el pintado.

De acuerdo a los objetivos planteados el análisis cuantitativo y cualitativo de los aspectos relacionados en el proceso de pintado, brindan la descripción y caracterización de los elementos a tener en cuenta en el proceso de diseño, de las soluciones para mejorar los acabados superficiales en los artefactos que la microempresa Sinestesia S.A.S desarrolla con el método de aspersión con aire a presión y controlar los efectos contaminantes que causan defectos, por la nube que se genera, al momento de ejecutar dicho método, para así tecnificar los sistemas de control al momento de desarrollar el proceso y corregir la distancia de la pistola al producto que se está aplicando el acabado superficial.

## 5 METODOLOGÍA DE DISEÑO BRUCE ARCHER

Este método sistemático propone como definición tres fases: analítica, creativa y de ejecución, según Bruce Archer asegura que “el diseño involucra seleccionar los materiales correctos y darles forma para satisfacer las necesidades de función dentro de las limitaciones de los medios de producción disponibles”, y crear de manera descriptiva cada rango de factores que define este método de diseño como herramienta





que guie el proceso de ejecución y proyección resolviendo las necesidades específicas para las cuales va ser aplicada. De esta manera el método Archer encaminado a lo práctico y funcional del diseño, como concepto para guiar el proceso de diseño y dar solución a la problemática que evidencia la empresa Sinestesia, ya que va enfocada a mejorar las condiciones de los acabados superficiales en los tipos de productos a ofrecer.

## 5.1 Fase Analítica

### 5.1.1 Reconocimiento del problema

El proceso de pintado por el método de aspersión en la microempresa Sinestesia S.A.S, se ejecuta de manera convencional, con sistemas poco tecnificados, las herramientas ya sean para aplicar el producto o para protegerse del mismo, que están con facilidad en el mercado local de ferreterías y depósitos de materiales, ayudando a los pequeños empresarios que adquieran y consuman estos productos al momento de ejecutar sus procesos, los diferentes elementos de seguridad aplicados durante el proceso de pintado, producen efectos que aparecen al momento de aplicar el producto ocasionan imperfecciones en la pieza tratada; al momento de realizar el método de aspersión a presión se genera una nube en el ambiente ocasionando daños en la pieza intervenida, con características no estéticas que definen los acabados de un producto final, estos





efectos tienden a dañar la capa o película debido a que son volátiles pero de igual forma caen indirectamente perjudicando la pieza al hacer contacto, estos defectos son, texturizado por contacto de polvo en el ambiente, daño en el brillo de la pieza, desperdicio de material, durabilidad, agrietamiento, todos ocasionados por la nube que contamina el ambiente y en específico el producto.

Para ellos se analiza la problemática que ocurre al momento de aplicar un recubrimiento superficial, como se produce, clasificarlo y ver que de manera se puede dar un mejor manejo para que no sea tan perjudicial y no afecte el trabajo del encargado de la actividad, a continuación se realiza una cuadro donde clasifica y describe sus causas y prevenciones a mejorar.

### 5.1.2 Proceso de acabados superficiales en la empresa Sinestesia S.A.S.

Sinestesia como pequeña empresa responde a las nuevas exigencias del mercado local, pero en la búsqueda de optimizar su producción durante las fases de manufactura; presenta dificultades en las condiciones del proceso que se llevan a cabo para producir acabados superficiales con características estéticas y atributos de calidad, se ejecutan muchas veces con métodos rudimentarios y mecanismos que ayudan de modo aceptable, y que a su vez no es completamente efectiva, sin dejar de producir consecuencias en el acabado y calidad del producto final.





Toda realidad que limite la capacidad que una pequeña empresa como Sinestesia pueda acceder a una opción tecnológica determinada, viable y rentable, en función de los requerimientos de la demanda en el mercado de bienes y servicios que dicha empresa puede ofrecer, es importante identificar los problemas o necesidades que al momento de realizar el proceso de acabado por aspersion se manifiesten una serie de efectos que perjudique la actividad que está ejecutando el operario, tales consecuencias en cuanto a producción se refiere no es rentable, debido al tiempo y material que se invierte para cumplir con las expectativas de calidad y acabados. El buen manejo del método al momento de aplicar la pintura o producto por aspersion, es el punto clave para analizar y determinar como el diseño desde lo racional y dirigido siempre en la función de la práctica como base para mejorar las condiciones de trabajo, y de esta forma el empleado que está sujeto constantemente a la actividad puede desempeñarse de la mejor manera siendo más óptimo y eficaz sin recurrir al mercado existente, donde se encuentran una gran número de soluciones pero que no están pensadas a la necesidades con las que cuentan las pequeñas industrias.

Este proceso de acabados superficiales cuando se ejecuta por el método de aspersion, produce una nube o capa volátil en el entorno de trabajo, que cae por gravedad y perjudica la pieza con la que se está trabajando, consecuencia dada al no tener un







<p><b>PIEL DE NARANJA</b></p> <p>Se presenta como una formación irregular de la superficie, como resultado de una fusión pobre de la pintura atomizada. La pintura se seca antes de que se funda o mezcle.</p>	<p>Ajustes incorrectos de pistola y técnicas de pintar impropias. Muy poca presión de aire, patrones anchos de rociado o atomizando a mucha distancia de la superficie causa que la textura de la pintura se vuelva muy seca. Temperaturas extremas en el taller, la pintura pierde más solvente no se mezcla uniforme</p>	<p>Control de la distancia y presión de aire, mejorar técnicas de Pintar, regular las temperaturas y humedades extremas. Permita suficiente tiempo de oreo y secamiento. Reducir manos de pintado.</p>
<p><b>DESPOLVORÉO</b></p> <p>Es una capa que se forma sobre el acabado cuando la resina no mantiene ya más el pigmento, lo cual hace que el acabado aparezca opaco.</p>	<p>Uso del diluyente o reductor incorrecto, el cual puede dañar la duración de la mano final. Materiales mezclados sin uniformidad. Película de pintura muy delgada. Excesivas manos de neblina en la aplicación.</p>	<p>Regular las condiciones de temperaturas que existan en el taller. Control de aplicación de las manos de pintura. Aplique el color lo más uniforme posible, de tal manera que no sea necesario dar manos de estabilizado.</p>

Fuente: Gonzales Roberto (2004).

En la tabla 9 se muestra bajo qué condiciones se producen los factores que dañan los acabados superficiales, qué efectos causan, cómo se pueden llegar a prevenir, obtener buenos acabados, ayudando a dar clarificación sobre el enfoque al que va dirigido el proyecto y como dar soluciones directas al problema .



### 5.1.3 Situación actual dentro de la empresa Sinestesia S.A

La empresa Sinestesia S.A.S, para el control de los efectos que contaminan y dañan las superficies, de los acabados en sus productos, y la nube generada durante el proceso, utiliza una cabina para pequeños artefactos, la cual no permite operario realizar un movimiento adecuado durante la aplicación, limitando la posibilidad de acelerar el proceso, no cuenta con un sistema de extracción y control del fluido del aire y las partículas en el entorno, que caen de nuevo sobre las superficies, además no hay un control de la temperatura y secado de las piezas.



FIGURA 9 Cabina de pequeños productos en la empresa Sinestesia.

Fuente: Leal, 2016



Zona reservada para la aplicación de recubrimientos superficiales en productos con dimensiones de 60cm como máximo volumen ajustado con la mínima tecnificación de la misma, en donde solo se cuenta con un extractor de aire, que no controla directamente los elementos que afectan los acabados de los productos desarrollados

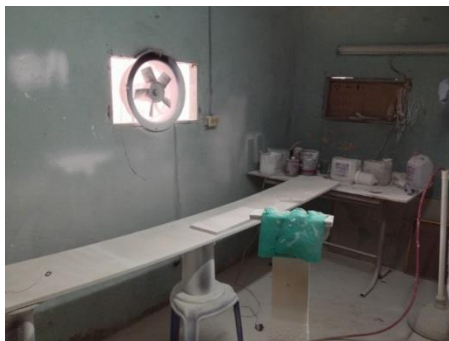


FIGURA 12 Área de pintado grandes objetos

#### 5.1.4 Análisis de herramientas en el proceso de pintado con el método de aspersión en Sinestesia S.A.S



FIGURA 13 Pistola de aspersión y compresor utilizado por la empresa Sinestesia S.A.S.



## Características

Pistola de uso industrial de alta producción para cualquier material de recubrimiento. Se manejan diferentes configuraciones, según el tipo de producto y aplicación.

Presión máxima: 70 PSI Presión óptima: 45 a 55 PSI

Boquilla: Mezcla Externa

Alimentada por: Presión (excepto la 30EX que es de succión y presión).

Tamaño Abanico: 704FX 1.1: 10-12" 30EX 1.8: 13" 704 FF 1.4: 15"

704 E 1.8: 8-10" 62 AL: 8"

### 5.1.5 Diagrama de flujo para ejecutar el método de aspersión en la fase de acabados superficiales.

La importancia de un buen proceso de aspersión y que elementos se deben tener en cuenta para que el operario no tenga que realizar pasos extras, que atrasan en tiempos y costos la fabricación de una pieza, es detallar paso a paso el método de aplicación y que efectos negativos se producen. Para ello se analiza el tipo de aspersión y método de aplicación y la opinión del operario que está directamente implicado en la ejecución del proceso. El siguiente diagrama de flujo estructura paso a paso el desarrollo del método de aplicación de recubrimiento y algunos tiempos y espera para ver el resultado y el objetivo a cumplir como meta del proyecto.



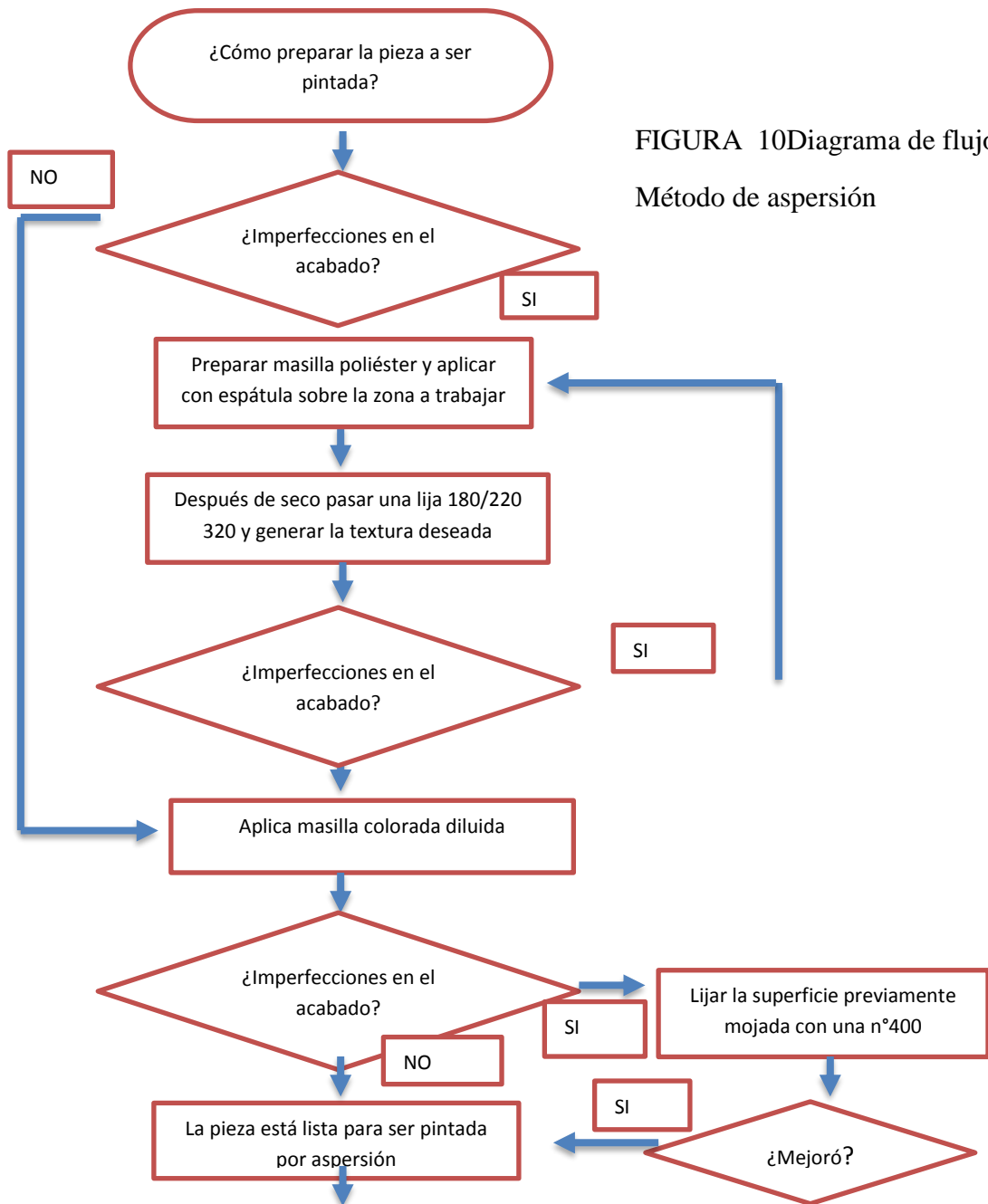
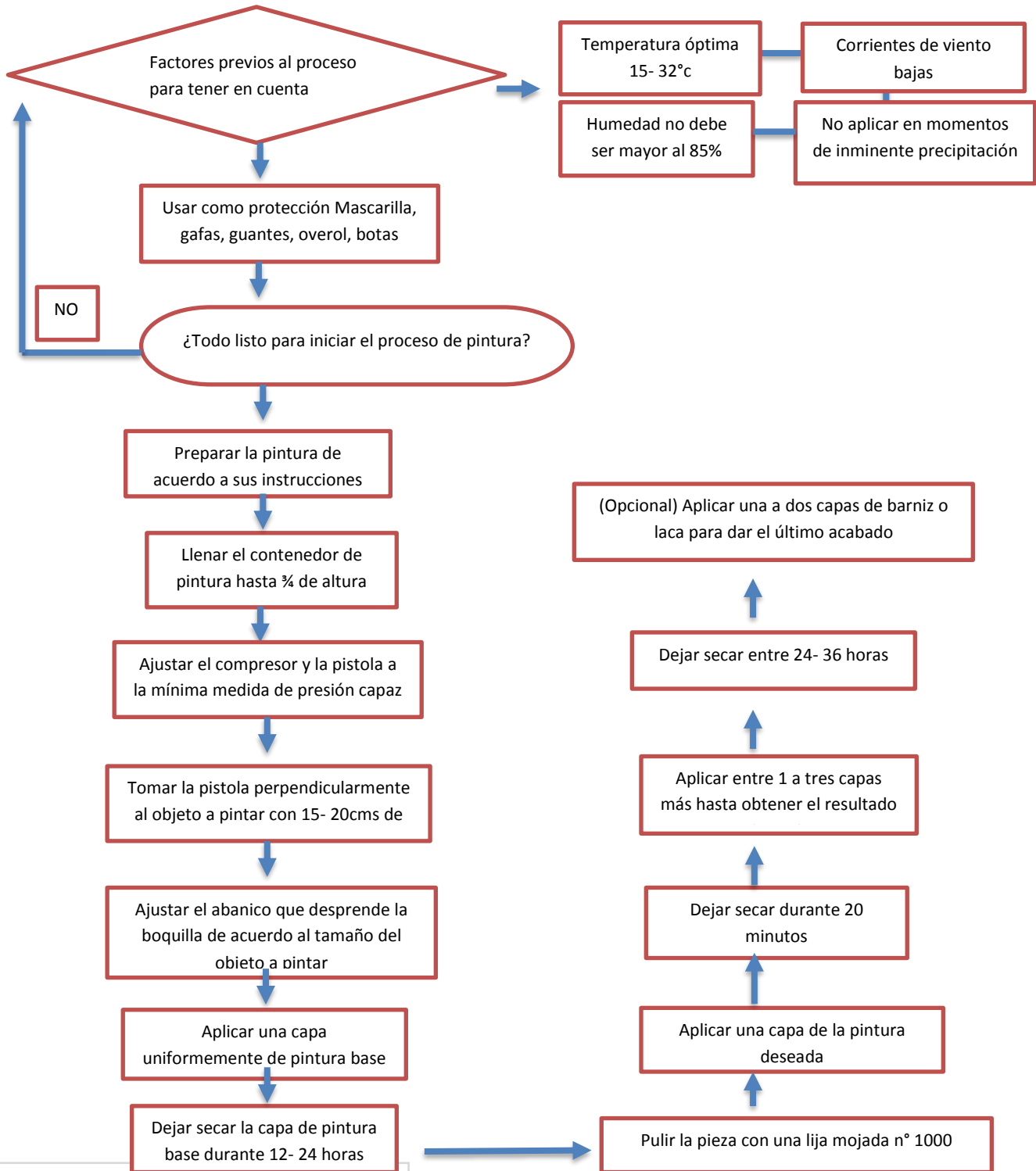
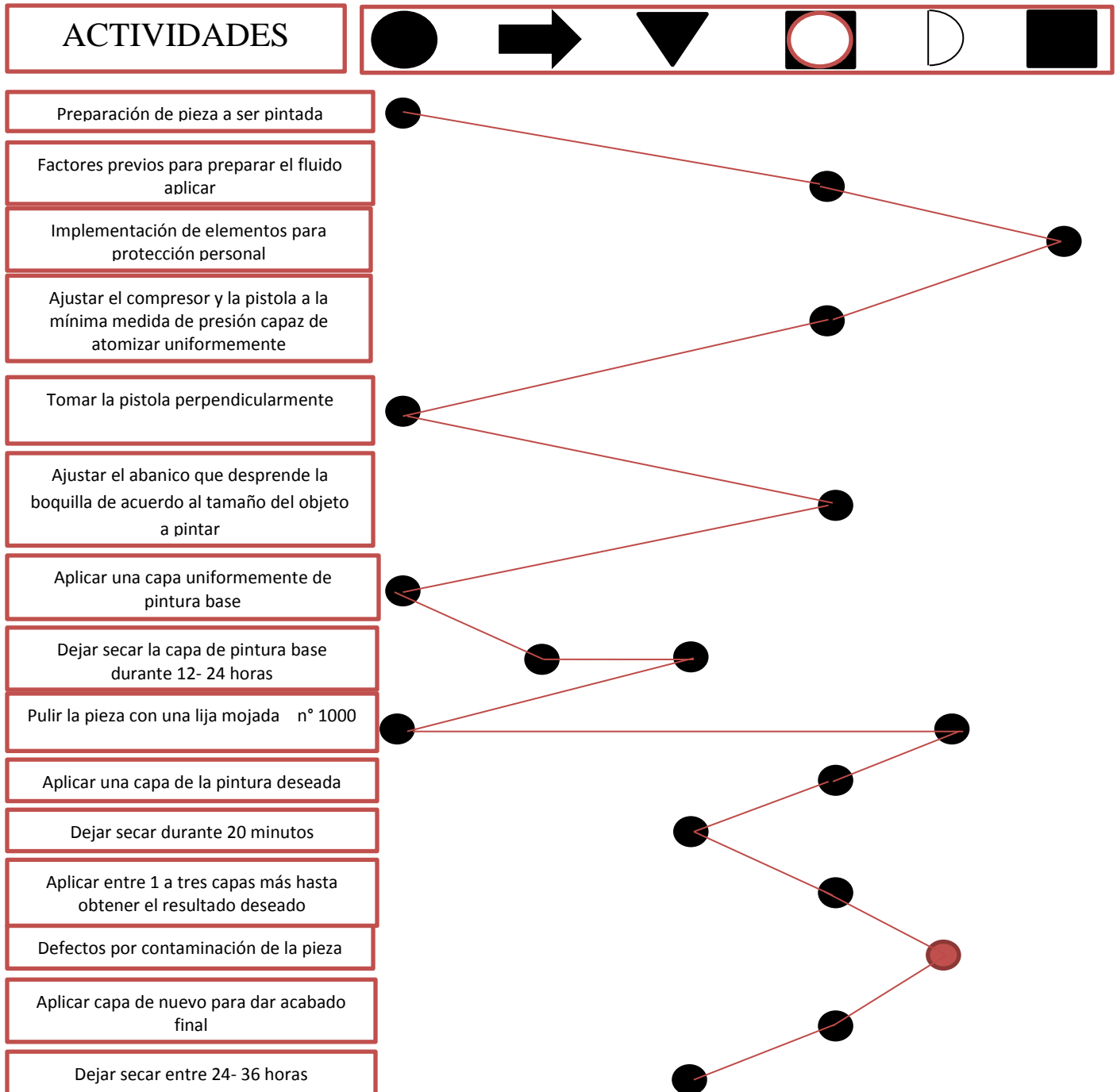


FIGURA 10 Diagrama de flujo  
 Método de aspersión





### 5.1.6 Diagrama del proceso de aspersión para dar acabados superficiales.





Este diagrama da claridad sobre los pasos correctos que se deben ejecutar para llegar a tener un producto en optimas condiciones, como también los defectos en el reproceso que pueda llegar a suceder, cuando la nube que por efecto de la aspersión es volátil y cae con partículas al producto generando malos acabados en la superficie, lo que quiere decir que genera costos adicionales y mano de obra malgastada, esto con el fin de ver como de forma práctica se pueda llegar a una solución capaz de mejorar estas condiciones producidas durante la aspersión.

Danto fin a esta fase se aplica dentro de la metodología de Bruce Archer, el método de calidad (Q.F.D) resaltando un nivel alto los requerimientos del cliente, o para este caso el operario que ejecuta el proceso de pintado, dando significado de las proposiciones que el proyecto pueda dar como solución de diseño, teniendo un pensamiento racional y con miras a cumplir la función práctica, ante todo.

De esta forma se realiza una encuesta a 10 establecimientos entre talleres mecánicos y de ornamentación además de carpinterías en donde se maneja proceso de pintura por aspersión con el fin de determinar las medidas tomadas previas al proceso, problemas más comunes generados en el acabado de los productos, entre otros. La encuesta consta de 6 preguntas entre selección múltiple y abiertas.

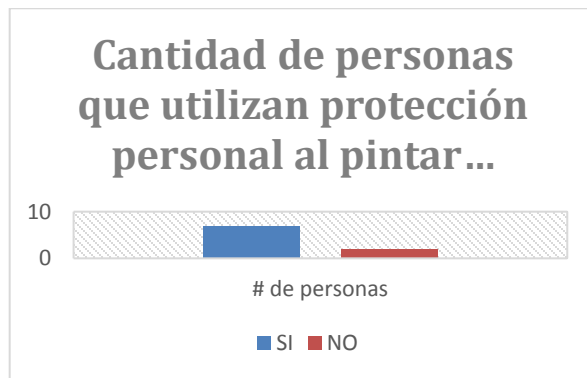




### 5.1.7 Encuesta dirigida a los operarios que manejan el método de aspersión como

Se realiza una serie de gráficos para tabular resumidamente los datos obtenidos y evidenciar las problemáticas más comunes además de las medidas preventivas y correctivas por los operarios

A la primera pregunta ¿Utiliza usted un sistema de control para realizar el proceso de pintado por aspersión?, se obtienen 8 personas que solo utilizan protección personal y 2 que no lo realizan (Ver gráfico 1., Tabla 1); 2 argumentan que no es necesario, otra persona sabe la necesidad, pero por afán no siempre lo realiza.



	SI	NO
<b>Nº de personas</b>	8	2
<b>% de personas</b>	80%	20%

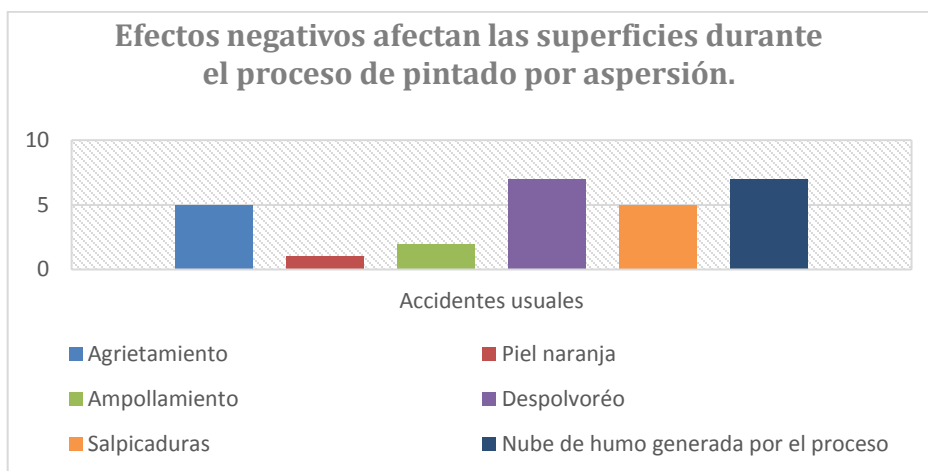
Gráfico1. Cantidad de personas que utilizan protección personal al realizar pintado por aspersión.







Para la tercera pregunta de selección múltiple ¿Qué efectos negativos afectan las superficies durante el proceso de pintado por aspersión? Se concluye que los dos accidentes más usuales son el despolvoreo con un 25% que consiste en la contaminación del producto con partículas de polvo dispersas en el aire además de la nube de humo que se genera en el momento de la aspersión con igual porcentaje de 25%, en segunda instancia se encuentra el agrietamiento 17.8%, salpicaduras 17.8% y ampollamiento de la pintura con un 7.2% y en última instancia piel naranja con un 3.6%

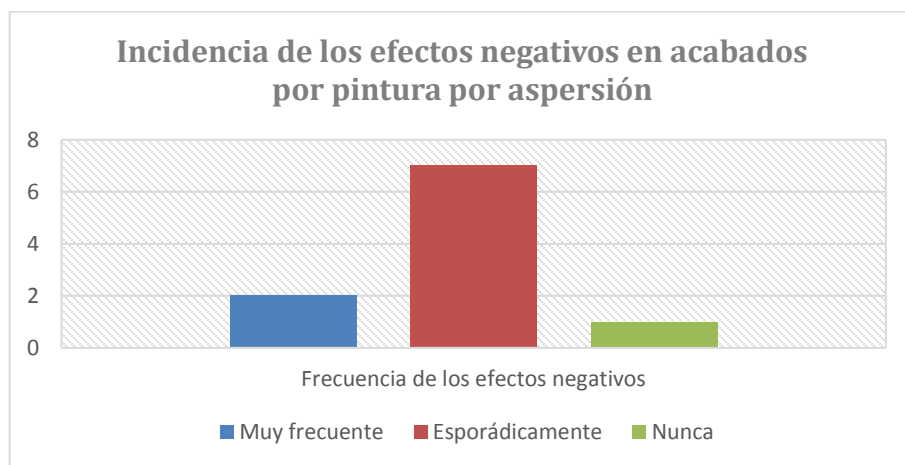


	<b>Agrietamiento</b>	<b>Piel naranja</b>	<b>Ampollamiento</b>	<b>Despolvoréo</b>	<b>Salpicaduras</b>	<b>Nube de humo</b>
<b>N° de personas</b>	5	1	2	7	5	7
<b>%</b>	17.8%	3.6%	7.2%	25%	17,8%	25%



Gráfico 3. Efectos negativos durante el proceso de pintado

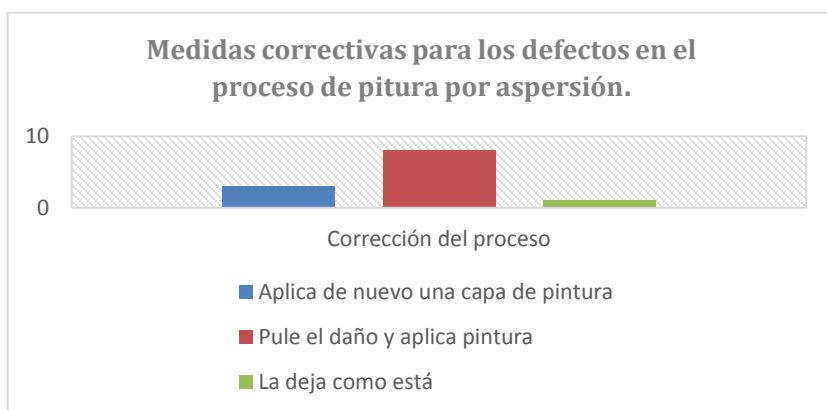
Las medidas tomadas por los operarios de pintura para controlar los efectos adversos basados en la cuarta pregunta de la encuesta son la limpieza del área de trabajo principalmente, algunos prefieren un espacio abierto para evitar la nube de humo, mientras otros prefieren un espacio cerrado sólo con ventilación para evitar el despolvoreo; y otro punto muy nombrado son las condiciones climáticas deben ser días cálidos sin mucha humedad en el ambiente para que se lleve a cabo de la mejor manera.



	Frecuente	Esporádico	Nunca
N° de personas	2	7	1
%	20%	70%	10%

Gráfica 4. Incidencia de los efectos negativos en acabados por aspersión.

En la gráfica 4 se consigna la incidencia de éstos efectos negativos a lo que los operarios manifestaron que no es muy usual que se presenten efectos negativos siendo más común la presentación esporádica de estos accidentes con un 70%, sin embargo, para el 20% de personas la frecuencia es alta y a un 10% nunca se le presentan problemas de éste tipo (Tabla 4).



Gráfica 5. Medidas correctivas más comunes para contrarrestar dado un accidente en el proceso de pintado por aspersión.

	Aplica de nuevo la capa de pintura	Pule el daño y aplica pintura	La deja como está
Nº de personas	3	8	1
% de personas	25%	66.7%	8.3%

Para la corrección de los accidentes predomina el pulir la falla y aplicar una pequeña capa en el punto de daño, en segunda instancia se encuentra el aplicar una nueva capa de pintura encima y en un taller de ornamentación dejan el accidente tal cual queda (Gráfico 5).

### 5.1.8 Análisis y estudio ergonómico

El análisis minucioso de todas y cada una de las acciones que realiza el operario, la usabilidad de las herramientas y su entorno de trabajo, son el fundamento para dar inicio sobre algunos aspectos que definen técnicamente el desarrollo del proceso de acabado superficiales, la forma correcta para aplicar el recubrimiento sus movimientos constantes, la manipulación de cargas, posturas de trabajo, son factores a considerar como parte fundamental en el desarrollo de la propuesta y como va intervenir el diseño e innovación y dar por cumplido los objetivos trazados.

Se analiza la interacción que tiene el operario al momento de realizar la actividad de acabados superficiales, el tipo de interfaz que tienen las herramientas y su mantenimiento, de esta forma se determinan los factores en el diseño a proponer, mejorando las condiciones de trabajo y optimización del método de recubrimiento superficial.

#### La empuñadura

Es el enlace entre el operario y la herramienta.

Todas las fuerzas que conlleva la ejecución del trabajo se transmiten entre la mano y la empuñadura. Por tanto, un diseño ergonómico de la empuñadura es vital para fabricar una herramienta que transmita el mínimo de fatiga al operario.

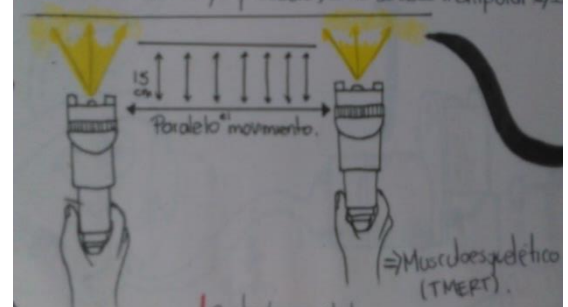
Para asegurar la posición óptima para transmitir las fuerzas entre la mano y el brazo, la muñeca debe mantenerse recta. También es importante reducir en todo lo posible las fuerzas de torsión y flexión que soporta la muñeca



### Manejo de la pistola

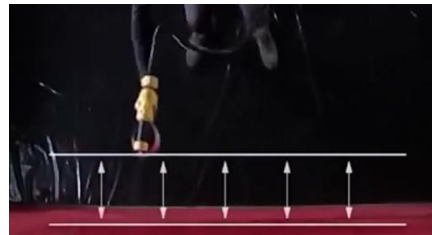
El proceso de aplicación de pintura con este tipo de herramientas, como lo explica el Dr. Miguel Acevedo en su publicación ergonomía para las herramientas de mano, se debe tener en cuenta la distancia entre la herramienta y el objeto a intervenir, esta medida es de e 12 a 15cm de distancia.

También es importante el tipo de movimiento repetitivo que se necesita y se requiere para aplicar recubrimientos con este método, muchas veces el operario tiende a cometer este tipo de error y de igual forma ocasionar imperfecciones al momento de la aplicación.



### Abanico o movimiento

El tipo de abanico, se determina por las dimensiones del recubrimiento, y la nube que se produce al momento de tener contacto el fluido disperso con la pieza a pintar, el movimiento en abanico y en paralelo determinan la nube que se genera en el entorno.



### Boquilla y atomización que produce

**Tipo de Boquilla:** SH (RXT02)  
**Dimensión de la aspersión:** 5cm  
**Presión óptima:** 45 a 55 PSI

**Tipo de Boquilla:** SH (MR)  
**Dimensión de aspersión:** 20 cm a 30 cm  
**Presión óptima:** 5 a 55 PSI

La atomización, durante la aspersión, genera una nube que por efecto de la gravedad sube y cae de nuevo generando la mayoría de veces texturas y defectos en la capa que se está aplicando.



### Movimiento de la muñeca

Arcos descriptos por los movimientos de la muñeca y la mano teniendo en cuenta la articulación del codo y sin tener en cuenta a ella, Según (Stier y Meyer en su libro Ergonomía aplicada a las herramientas). Afirma que el brazo puede describir una rotación 250° alrededor de su eje en el plano sagital en un semicírculo hacia adelante.

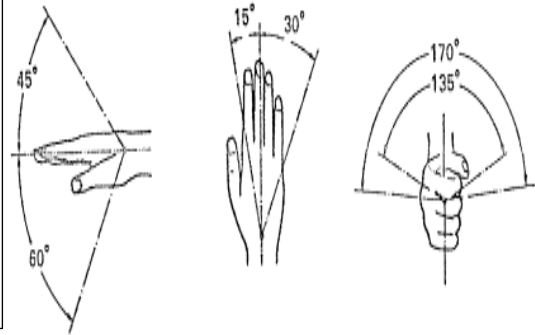


FIGURA 11 Ángulos de movimientos repetitivo con desvió radial.

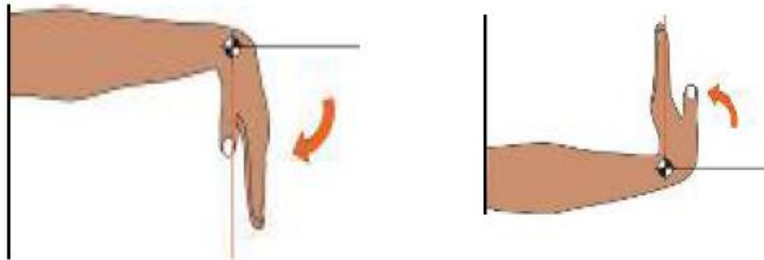


FIGURA 12 Muñeca flexionada con dirección hacia abajo y extendida hacia arriba

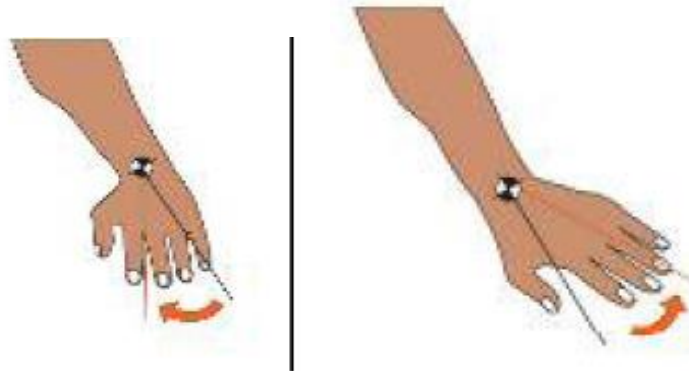


FIGURA 13 Desviación radial de la mano a 60 grados y a 45 grados

Fuente: (Stier y Meyer en su libro Ergonomía aplicada a las herramientas).



A continuación, se muestra una tabla de percentiles sobre las dimensiones de la mano y sus extremidades, del tipo de población trabajadora que desarrolla actividades donde las manos y brazos se vean implicadas, según la Norma DIN 33 402. 2°, para el análisis del proyecto se toman los extremos (P5, P99), y los medios (P50).

Tabla 9 Percentiles de las dimensiones de la mano y sus extremidades

Dimensiones En cm.		PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
22	Ancho del meñique en la palma de la mano	1,5	1,7	1,8	1,2	1,5	1,7
23	Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,5
24	Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1	1,5	1,6	1,8
25	Ancho del dedeo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9	1,3	1,4	1,6
26	Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
27	Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,4	1,5	1,7
28	Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
29	Ancho del dedo índice a la yema	1,7	1,8	2,0	1,3	1,5	1,7
30	Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0	5,2	5,8	6,6
31	Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6	6,5	7,3	8,0
32	Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2	6,9	7,7	8,5
33	Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3	6,2	6,9	7,6
34	Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6	5,2	6,0	6,9
35	Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7	9,1	10,0	10,8
36	Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1	15,9	17,4	19,0

Fuente Norma DIN 33 402. 2° parte







Este análisis técnico va enfocado a definir cómo se debe realizar correctamente la aplicación del recubrimiento, el tipo de movimiento que se debe aplicar para no generar defectos y la distancia de la aspersión con respecto al producto a pintar. De igual forma se resaltan detalles importantes que pueden definir y dar pautas en la solución de diseño, y así llegar a controlar y mejorar las condiciones de los acabados superficiales de los productos que ofrece la pequeña empresa Sinestesia.

#### **5.1.8.1 Análisis del puesto de trabajo.**

Un diseño pensado desde el puesto de trabajo supone tener en cuenta variados factores espacios, condiciones del trabajo, los distintos elementos o componentes requeridos para realizar la tarea y sus relaciones, las propias características de la tarea a realizar, la organización del trabajo y, por supuesto, como factor fundamental, la persona involucrada.

Las condiciones con las que cuenta el operario al momento de ejecutar su función, deben ser pensadas bajo condiciones óptimas, brindando seguridad y bienestar durante el desarrollo de su trabajo.

El desarrollo del proceso de aspersión, para realizar recubrimientos superficiales normalmente se ejecuta de pie, en posición erguida, la altura superior al plano de trabajo depende del tipo de objeto que se dé el acabado superficial partiendo de una





altura promedio de un hombre adulto siendo de 1.70cm, pudiéndose escoger entre una dimensión menor, igual o mayor a la altura codo- suelo, tomando como referencia el percentil P99, como medida estándar, según como lo indica y publica la *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*, en su laboratorio de producción del año 2009.

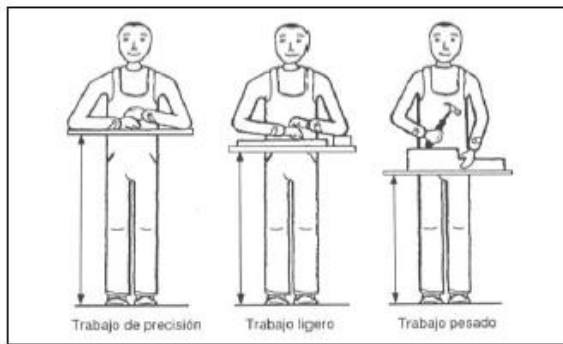
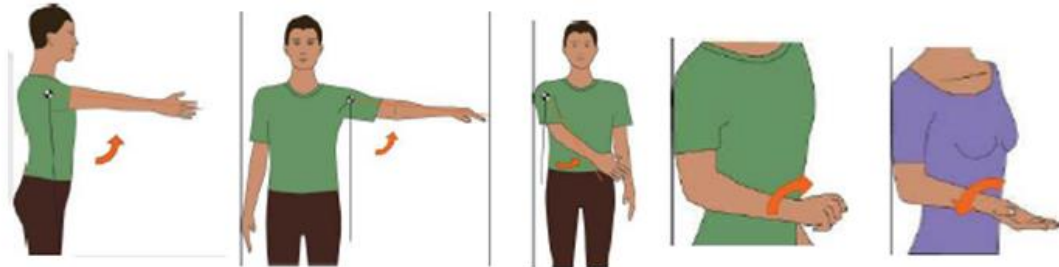


FIGURA 15 Altura de la mesa de trabajo, según el tipo de trabajo

FIGURA 14 Análisis de alcance y movimientos ergonómicos del puesto de trabajo



Alcance brazo frontal, con un ángulo de 90 grados, y brazo cruzado por delante del cuerpo. (Aducción) y antebrazo en pronación máxima (palma de la mano hacia abajo).  
 Antebrazo en supinación (palma de la mano hacia arriba).

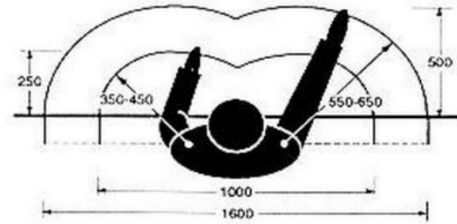
### 5.1.9 Análisis del puesto de trabajo actual Sinestesia S.A.S

Altura del operario  
1.70cm.



La altura superior al plano de trabajo depende del tipo de actividad, en este caso es el proceso de pintado en los acabados superficiales, determinando dimensiones según el percentil a definir, para la empresa Sinestesia menor, igual o mayor a la altura codo- suelo, para ello deberá coincidir con el percentil P50 si se trata de un grupo de trabajadores o población, las dimensiones a tomar son altura de la superficie para pintar, el ancho y la profundidad del alcance.

Alcance codo a base o piso de trabajo.



Altura del plano de trabajo. → 70cm

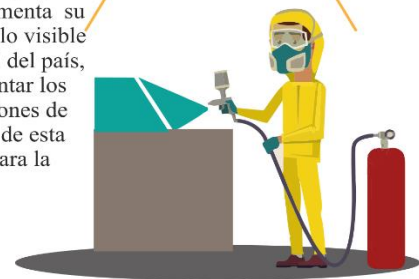
Ancho del plano de trabajo. → 56,4cm



Se estudio las dimensiones de los diferentes alcances, la altura de la superficie de trabajo con el fin de establecer que tipo de productos se van a pintar y su volumen de uso.

Desarrollo Morfológico de las alternativas de diseño.

La forma como parte fundamental del producto y el análisis funcional y racional que esta cargando el proceso de pintado, se establecen elementos formalesteticos que definen su forma y función con el objetivo de mejorar y técnicar el proceso y que reflejen buenos acabados superficiales, donde en la empresa Sinestesia implementa su calidad en este proceso, debido a su desarrollo de productos que ofrecen y es lo visible por el usuario. Los alcances máximos y los percentiles de la zona Nororiental del país, establecen dimensiones de la superficie que se va usar como soporte para pintar los productos, que tipo de elementos se pueden pintar que no sobrepase dimensiones de 70cm<sup>2</sup>, para mayor control del proceso con detalles durante su ejecución, de esta manera se define la función practica y formal como proceso fundamental para la propuesta de diseño.





## 5.2 Fase Creativa

### 5.2.1 Definición conceptual del proyecto.

Esta fase propuesta por Bruce Archer se enfoca en tres elementos ejecutables para el desarrollo del proyecto, dando las posibles soluciones con enfoques dirigidos a lo práctico y funcional, mejorando los efectos contaminantes producidos al momento de ejecutar el proceso de pintura con el método de aspersión y la eficiencia en cuanto a su producción y calidad del producto. Esta fase creativa se enfoca en el análisis del proceso su forma de cómo se elabora e interactúa el operario con los elementos que influyen y hacen parte fundamental a la hora de realizar el proceso de pintado, también se desarrolla todo el proceso ergonómico, entre hombre herramienta y hombre entorno, generando elementos fundamentales que definen y dan pautas para el diseño como propuesta creativa de si bien está pensado de forma racionalista va cargado de elementos que pueden dinamizar la propuesta a plantear.

El acabado superficial hace parte importante del costo de producción de una pieza, la elección de los procedimientos adecuados para la satisfacción de los requerimientos funcionales adquiere una gran importancia y se hace necesario para el proyecto tener conocimiento de cómo se ejecuta el proceso y como el operario interactúa con las diferentes herramientas haciendo síntesis entre el operario y su función práctica.





## 5.2.2 Requerimientos, determinantes y parámetros de diseño.

Para el desarrollo de la alternativa de solución a la problemática planteada, partiendo de los objetivos que guían la investigación, es necesario tener como pautas, las desventajas encontradas durante la operación de pintado, que de acuerdo al análisis desarrollado, están determinadas por el control en la zona de trabajo durante la operación, la no regulación de la temperatura en el taller, la ejecución de un proceso no técnico, que no maneja las distancias durante la aplicación, un proceso de secado entre capas, que genera la acumulación de las mismas y la nube entorno a las piezas, afectando directamente las superficies de los productos desarrollados, generando agrietamiento, piel de naranja, ampollamiento, y despolvoreo.

Como requerimientos, se resaltan los diferentes criterios que permiten prevenir los efectos y desventajas durante el proceso para atender la problemática, para dar respuesta de forma eficaz.

A continuación se presenta un cuadro en donde se interpretan los determinantes y parámetros de diseño





Tabla 10 Determinantes, parámetros y requerimientos para el diseño

<b>Aspectos, desventajas y efectos a controlar</b>	<b>Determinantes, parámetros y requerimientos</b>
Excesos de pintura.	Desarrollo de un sistema que permita, disminuir el exceso de capas de pintura durante la aplicación.
Secado inapropiado entre manos de pintura.	Diseñar un mecanismo que disminuya las partículas volátiles que contaminan las piezas, y generan ampollamiento.
Pequeñas partículas de suciedad que retienen la humedad	Controlar el fluido del aire, para mejorar el proceso de secado y disminuir la nube entorno a las piezas, que permita a su vez controlar la temperatura del taller.
Nube contaminante en torno a las piezas.	Tecnificar el proceso de pintado, manejar la distancia utilizada por el operario durante la atomización y disminuir los movimientos que realiza y el contacto con las piezas.
Cambios abruptos de presión del aire	
Temperaturas en el taller	
Técnicas de pintar impropias	
Atomizando a mucha distancia	
Movimientos inapropiados del operario.	



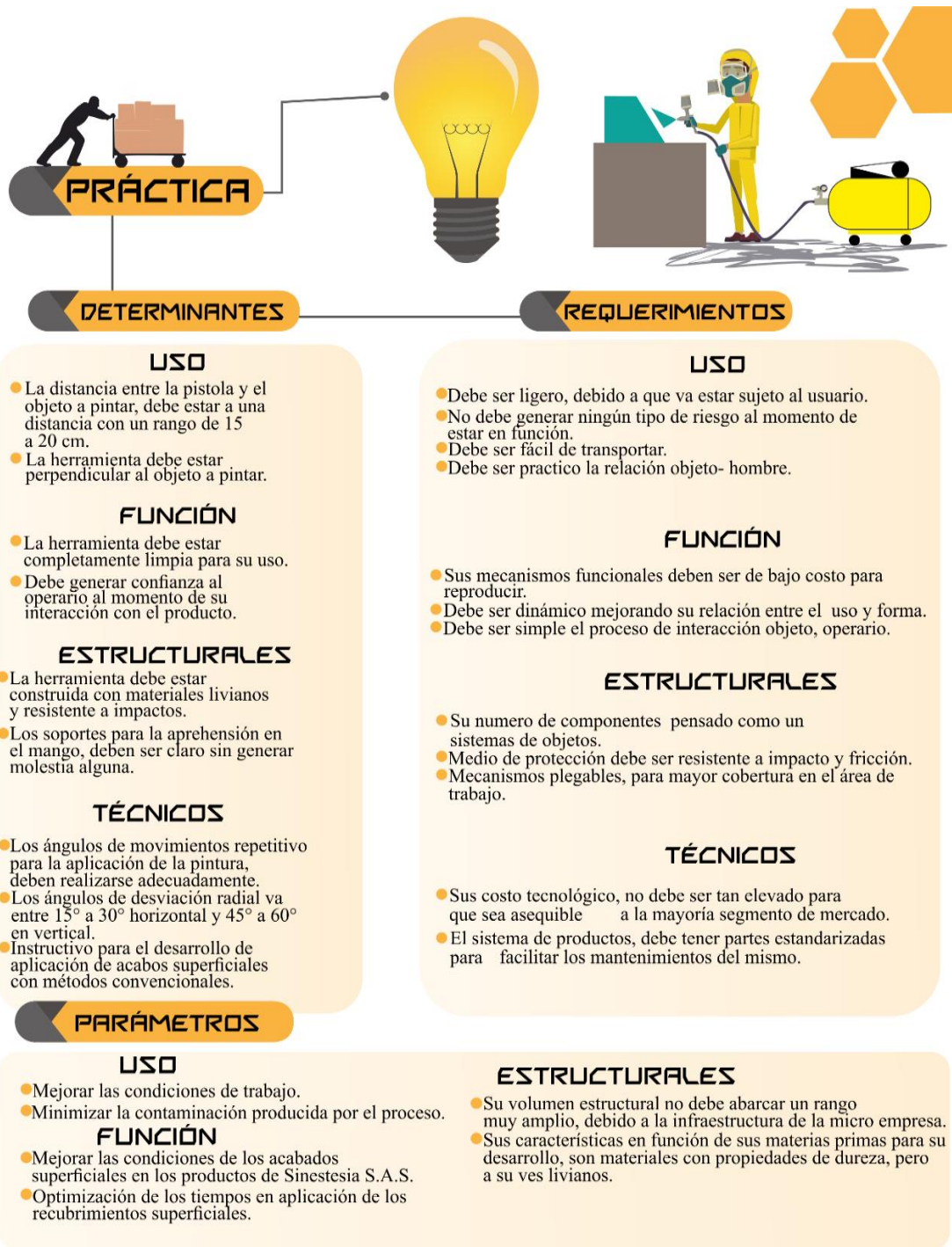


FIGURA 16 Diagrama de requerimientos, alternativas y parámetros de diseño



### 5.2.3 Propuesta evaluación y selección de alternativas

Como propuesta de diseño de acuerdo a los elementos que determinan la solución de la problemática, se propone el desarrollo de un sistema de objetos que permitan controlar el proceso de pintado por aspersión, de tal forma que se disminuyan las causas que generan defectos sobre las piezas, controlando el fluido del aire y las partículas volátiles que contaminan las piezas, controlar la temperatura y disminuir la nube de atomización entorno a las piezas, disminuir el exceso de capas de pintura durante la aplicación y mejorar el proceso de secado.

A su vez la propuesta debe tecnificar el proceso de pintado, en donde el operario pueda conocer y mantener una distancia apropiada durante la atomización, disminuya los movimientos que realiza entorno al objeto y evite el contacto o manipulación constante con las piezas.

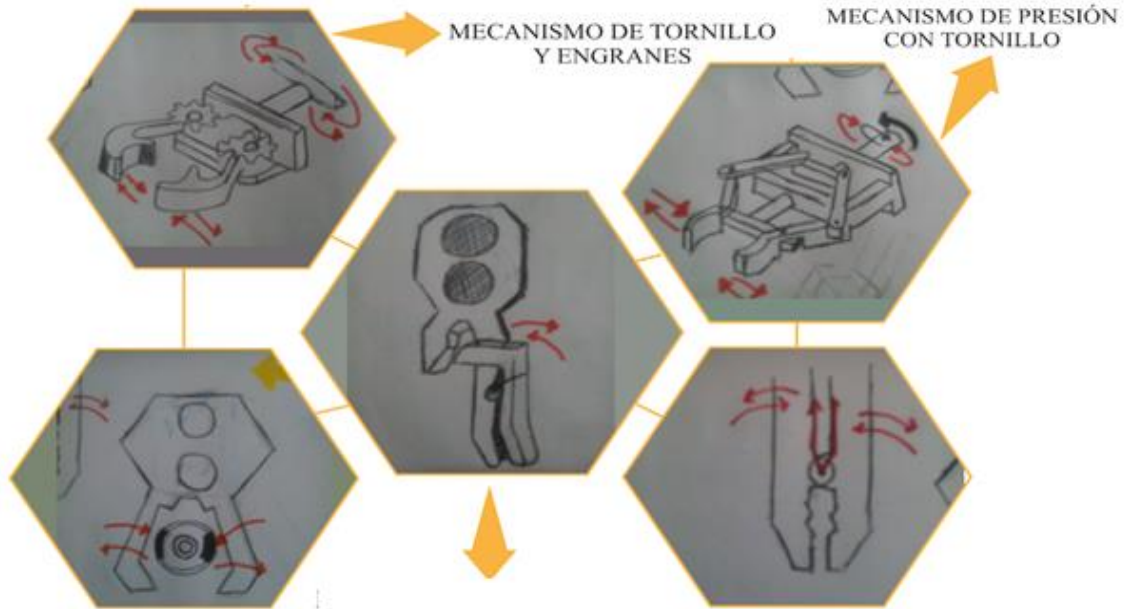
De esta manera por su uso práctico y funcionalidad, en beneficio tanto en la actividad realizada por el operario como la influencia positiva en la calidad de las piezas, se empiezan a pensar las alternativas de solución, de acuerdo a cada una de las desventajas que se evidencian en el análisis de la problemática. A continuación se describen las alternativas pensadas durante la búsqueda de la propuesta final, y de las cuales surgieron las ideas determinantes, y con ventajas dentro de la investigación.







Teniendo en cuenta las características ergonómicas que puede conllevar un diseño que intervenga la mano y el antebrazo se decide, pensar en el diseño de un mecanismo adaptado a la pistola, que no influya en el esfuerzo del operario, con un peso adecuado entre su estructura y el sensor de distancia. El mecanismo se adaptaría con un engrane y mecanismo de presión con tornillo y resorte.



Se selecciona ubicar el sensor en la pistola aspersora, al evaluar y determinar que sobre esta hay un mayor control de la distancia apropiada para disminuir los efectos negativos por un mal proceso de pintado durante la aspersión, además de un conocimiento al operario más claro de tecnificación durante la operación.

### Método de Aspersión

Herramienta: Pistola Pulverizadora

Mecanismo de alimentación del fluido: Gravedad

Material fabricado: Aluminio  
 Polimeros

Succión  
 Presión

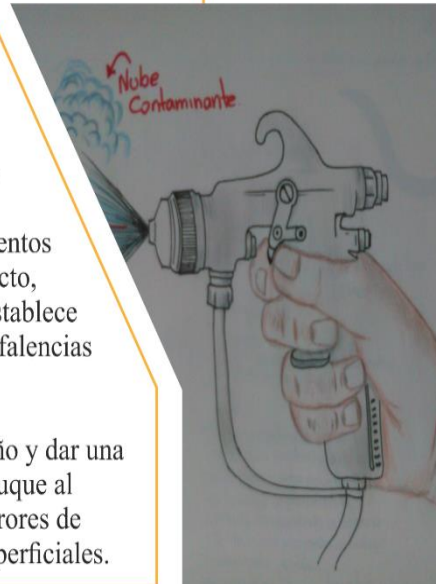


La pistola es una de las herramientas mas importantes durante la ejecución de los recubrimientos superficiales, siendo una herramienta manual requiere de estudios antropométrico y ergonómicos, para analizar su función practica y de esa manera entender su mecanismo, saber como afecta la aspersión indirectamente el producto, ya sea por la mala ejecución del operario al realizar su trabajo o debido a la nube contaminante que se produce al momento de realizar la aspersión.



Una mala ejecución del proceso sin conocimiento alguno, sobre como aplicar recubrimientos superficiales es un detalle a corregir para mejorar la calidad de los productos sin afectar los acabados, esto es muy notorio en las pequeñas industrias donde muchas veces el operario encargado del proceso no tiene conocimiento técnico para realizar tu trabajo. Los errores mas frecuentes son movimientos mal ejecutados, dirección y distancia de la pistola al producto, de esta síntesis y análisis realizado con anterioridad se establece que tiene que realizar mecanismos correctivos para estas falencias de aplicación de los recubrimientos.

Se define la mano y la pistola como determinantes de diseño y dar una posibles soluciones técnicas, que beneficie el proceso y eduque al operario en su ejecución, ayudando de esta forma evitar errores de aplicación y se mejore de alguna manera los acabados superficiales.

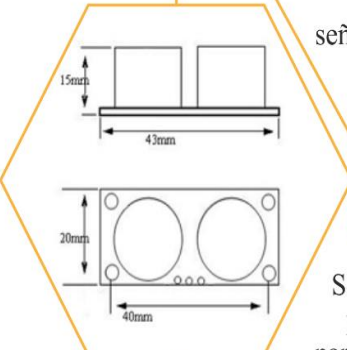


Alternativa para definir la distancia correcta para la ejecución del proceso de acabados superficiales con el método de aspersión.

## SENSOR ULTRASÓNICO

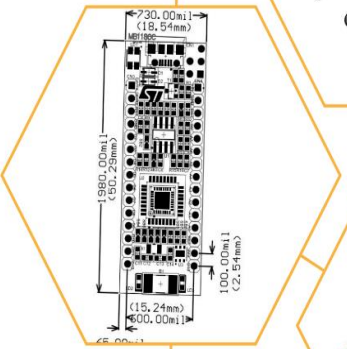


Son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar. Estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración. Estos sensores trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, diferentes colores, superficies y de diferentes materiales.

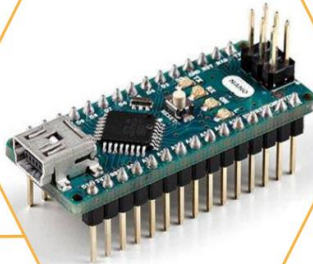


## PLANOS DEL SENSOR

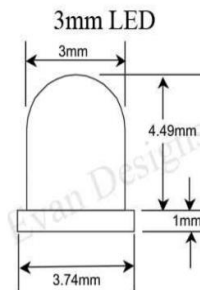
Se definen los volúmenes de uso del sensor y sus diferentes circuitos para su total funcionamiento, el sensor tiene características físicas para su uso, una de ellas es su ubicación, tiene que estar directamente al objeto a determinar la distancia para mayor rendimiento, su rango de alcance varía según la programación predeterminada por si se desea calcular distancias cambiantes.



Tarjeta de programación del sensor



Indicador de encendido y apagado del sensor.





### 5.2.3.2 Propuesta final para el control de la distancia de aspersion.

Con el fin de cumplir con el objetivo de mejorar los acabados superficiales de las piezas, y al analizar y determinar que un factor que influye directamente en la calidad de las mismas, es el no control durante la aplicación de pintura, en cuanto a la distancia recomendada durante el abanico que produce la aspersion, como propuesta final se construye como herramienta un sensor de distancia ajustable a la pistola.

El sensor seleccionado es un medidor de distancia ultrasónico, que utiliza una batería de 7 voltios recargable, y una tarjeta programada para la lectura de 20 cm, en enfoque a la pieza que ubica por las ondas que emite el sonido que emite.

La cubierta del mismo es de polietileno, se diseña manteniendo un concepto geométrico hexagonal, que en su parte frontal deja a la vista el emisor y receptor del sensor, y en la parte posterior dos luces led que también informan al operario, que está pintando de manera inapropiada. La luz verde indica la posición correcta, y la luz roja que está sobrepasando la distancia, activándose el sensor. La estructura del diseño se ajusta a presión sobre la pistola que se desea ubicar.

Tanto el sensor como la batería se encuentran al interior de la estructura diseñada, y no generan un peso incómodo para la tarea que está ejecutando el operario.





El sensor de distancia tecnifica el proceso de pintado, mejorando la actividad que desarrolla el operario e influyendo en la calidad de las superficies al finalizar la actividad de pintura, disminuye el desperdicio de material y genera un control directo en la atomización de la pintura. A continuación se presenta los planos técnicos del sensor de distancia y la construcción de su cobertura.

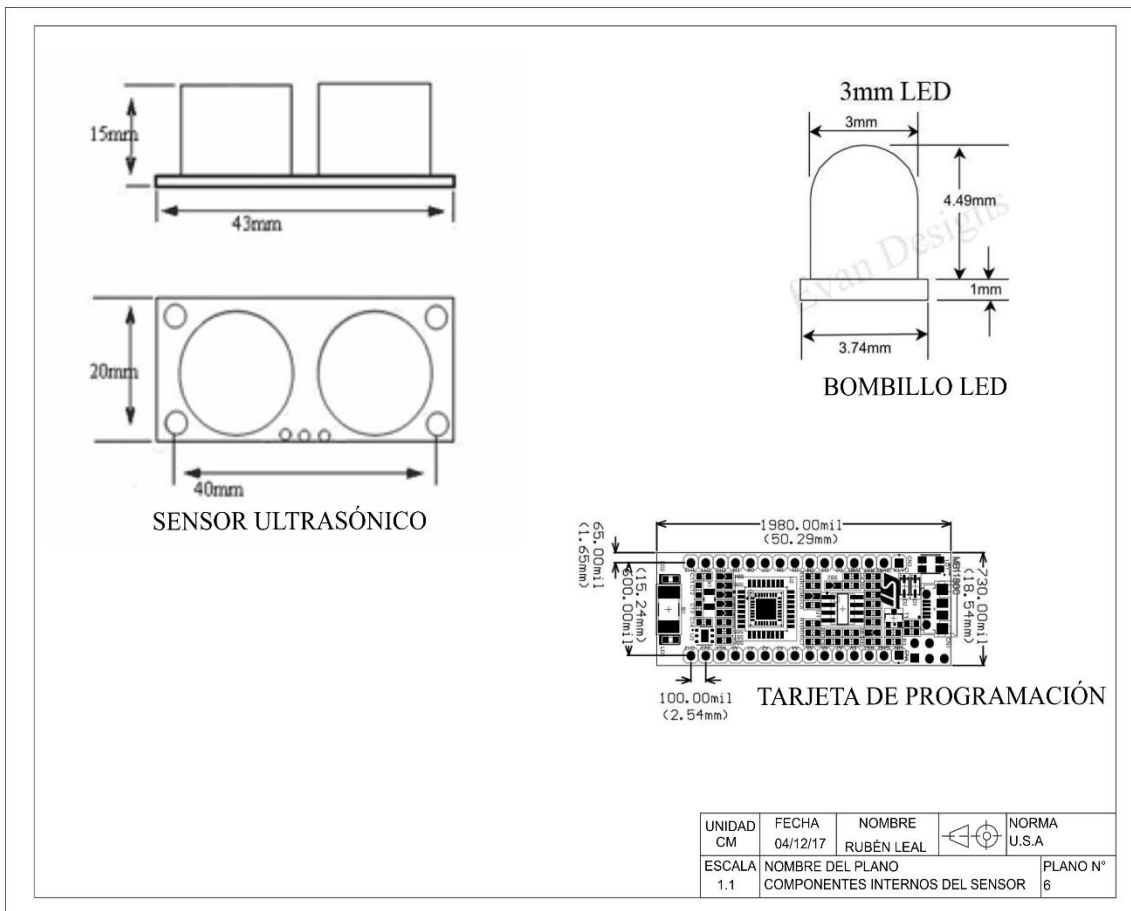


FIGURA 18 Plano técnico componentes internos del sensor

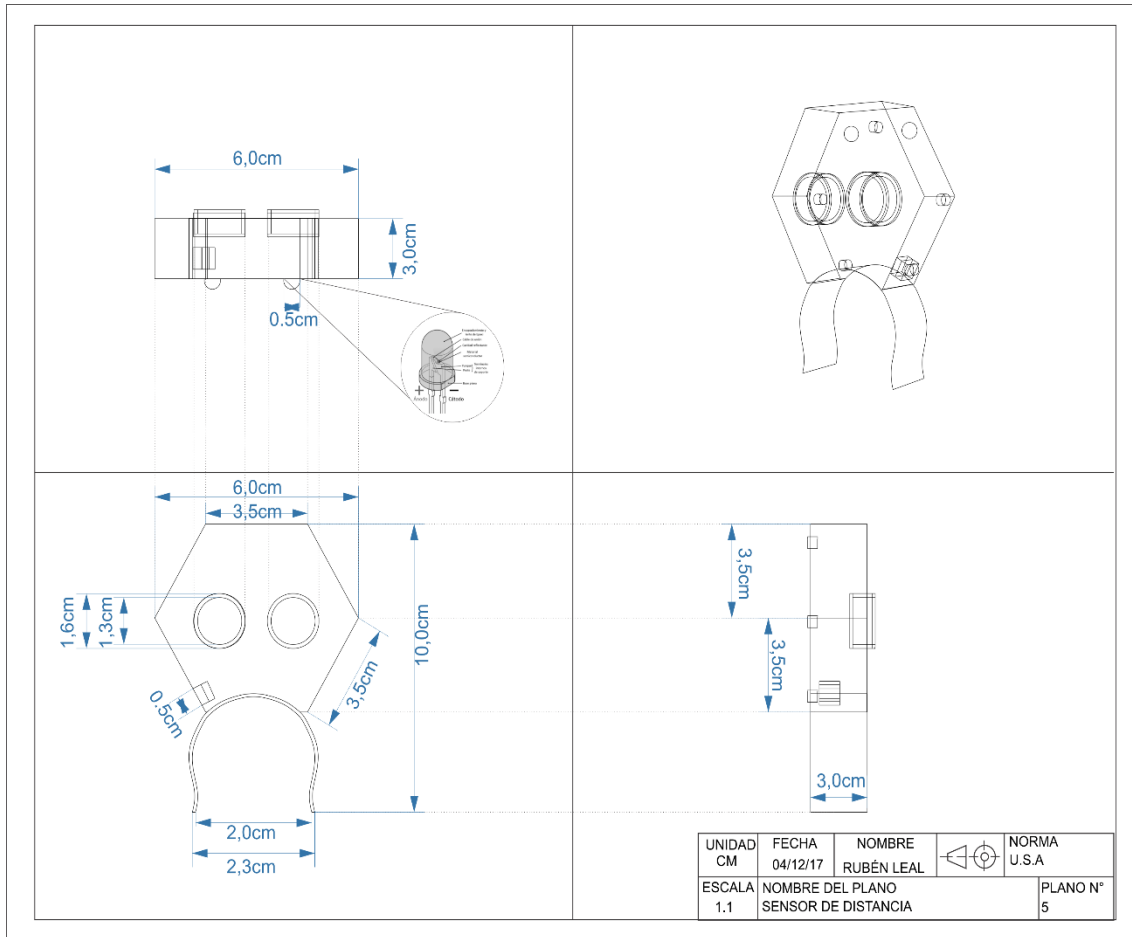
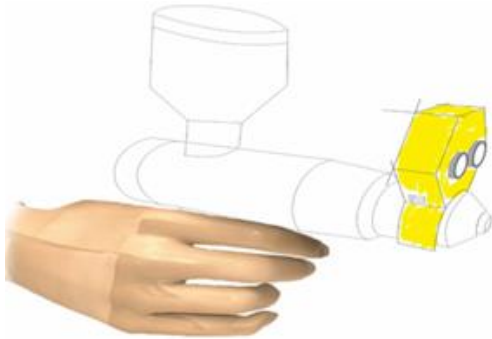


FIGURA 19 Plano técnico estructura cobertura del sensor



Boceto del sensor de distancia, ubicado en la pistola aspersora, el sensor va seguido de la boquilla aspersora.

En la parte frontal se observan el emisor y receptor del sensor en el interior se encuentra la batería y tarjeta programada.



Imagen de la construcción final del sensor, diseñado en forma hexagonal y de material polietileno, fabricado bajo el proceso de termo formado, con sujeción a la pistola.

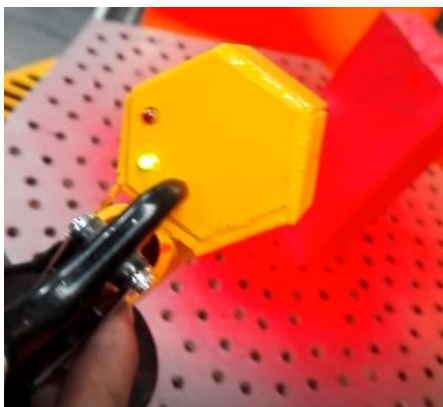
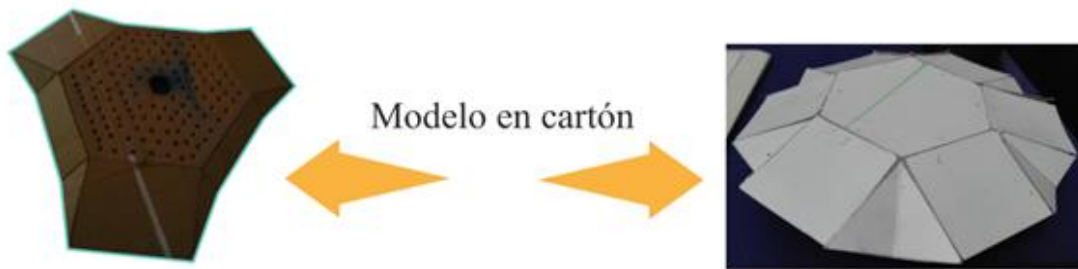


Imagen del sensor en funcionamiento, durante el proceso de aspersión.

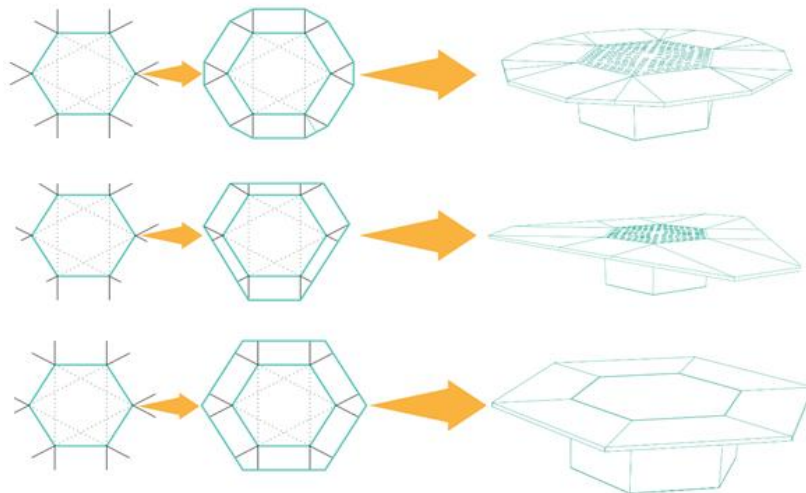
La luz verde está indicando al operario que mantiene una distancia correcta en la aplicación de la pintura.

### 5.2.3.3 Alternativas y selección de la propuesta para el control de la nube contaminante.

Considerando que es fundamental controlar la nube contaminante con partículas volátiles, en el área de pintado, que influye directamente en las piezas, se piensa en el diseño de una base en donde se pueda ubicar el producto, La base tendría forma hexagonal y perforaciones en su superficie, pensando en el desplazamiento del elemento se propone el pliegue de la misma.



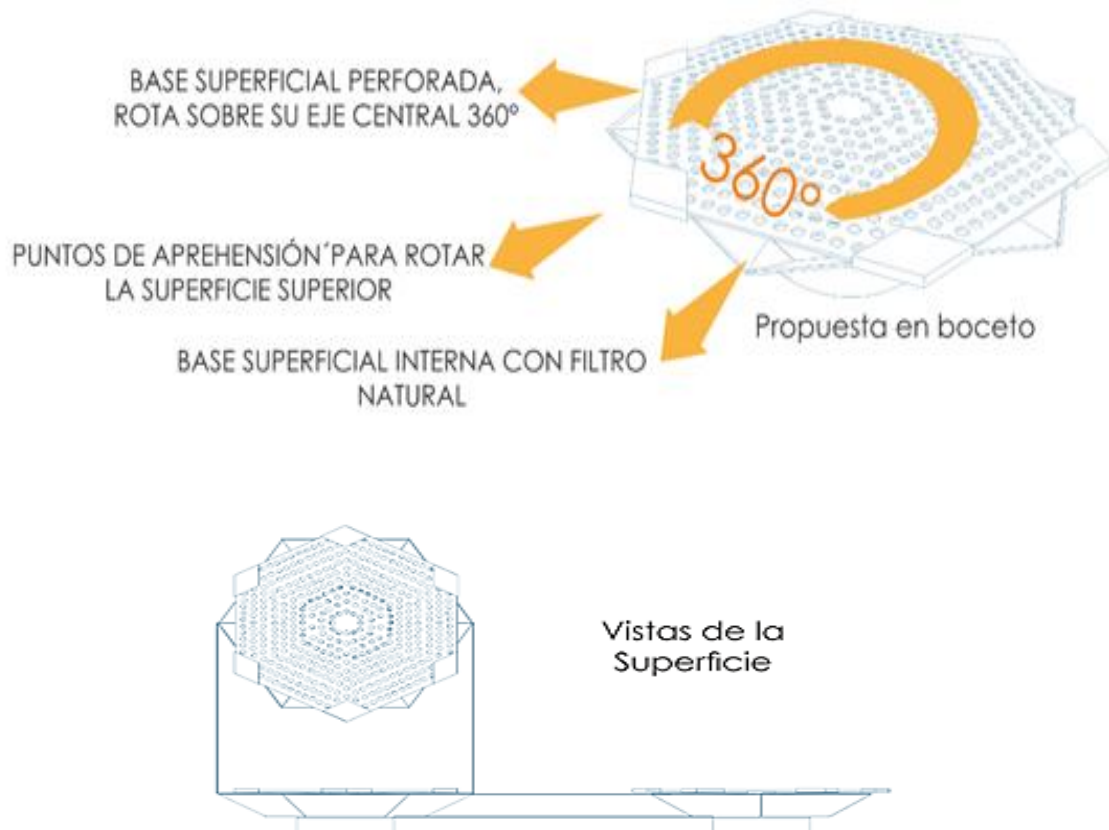
Se proponen alternativas de superficie a partir de la forma como las siguientes:



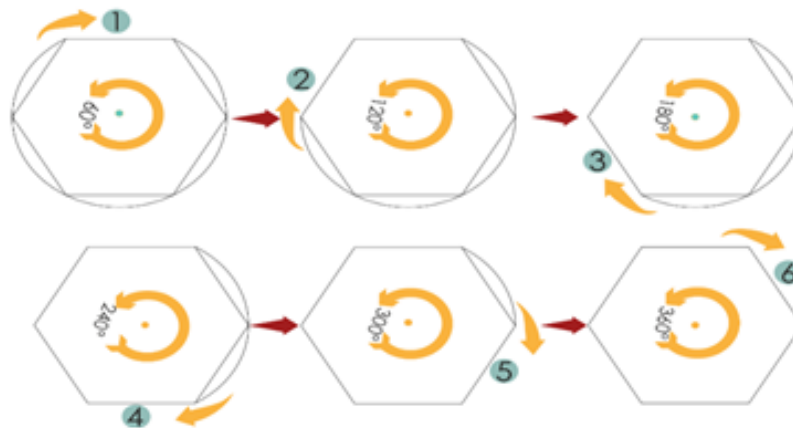
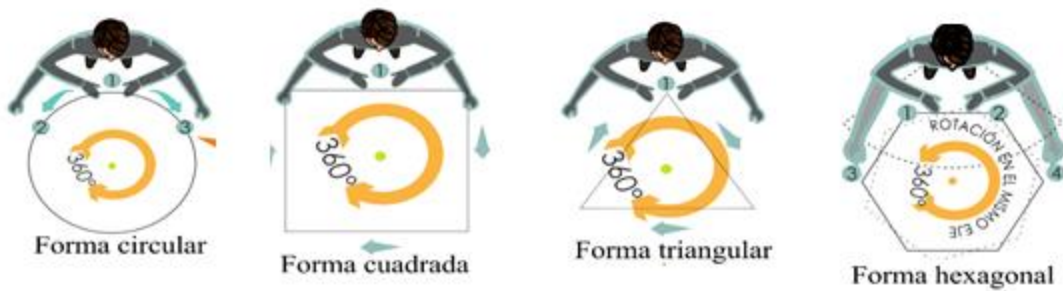


Al evaluar las superficies, se encuentra mayor complejidad en la construcción de las mismas, ampliando los costos que son determinantes en la accesibilidad de la herramienta por parte de las pequeñas empresas, además en función de los objetivos de la investigación, no tendrían una función importante, en la atención de la problemática principal.

Seguidamente se decide que la base no tenga los pliegues, pero que realice una rotación de  $360^\circ$ , sobre una segunda base en forma de rejilla.

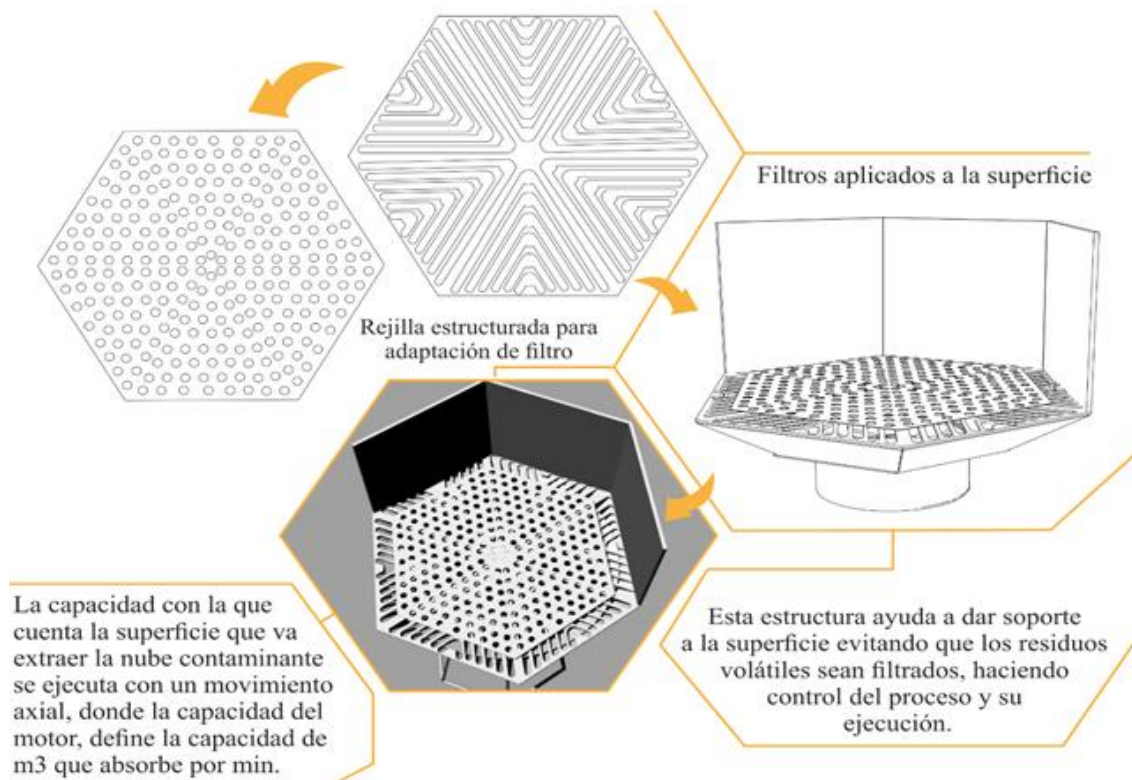


Se analizan y evalúan otras formas geométricas como base y se selecciona el hexágono, pues la superficie en rotación, y de acuerdo a la extensión de los brazos, permitirá al operario mejor control sobre la misma, esta figura en comparación de las otras con seis lados y seis ángulos iguales, rectos y de  $60^\circ$ , permiten una mejor rotación y aplicación de pintura de acuerdo a la ubicación que tendrán las piezas durante el proceso de aspersión.



Cada ángulo externo del hexágono regular mide  $60^\circ$ . Grados que pueden ser aprovechados para tener un mayor control de la rotación del producto a pintar creando capas continuas con mejor uniformidad, mejorando la calidad del tipo de acabado superficial

Ahora bien las perforaciones y rejillas sobre las bases, son pensadas desde un sistema de filtro, por las cuales fluirá el aire y las partículas volátiles, a través de la siguiente estructura:



Las bases no generan interferencia entre ellas, en cuanto a la fluidez del aire, est n diseñadas bajo el parámetro geométrico.

Seguido a estas bases, se ubica una tercera estructura lineal que sostiene la Luffa, como filtro natural, de control, comúnmente conocido Estropajo, es una planta de origen

asiático utilizado como alimento, o como objeto de limpieza en su estado de deshidratación, de acuerdo a la estructura y su composición, tiene las características de filtración y gran durabilidad.

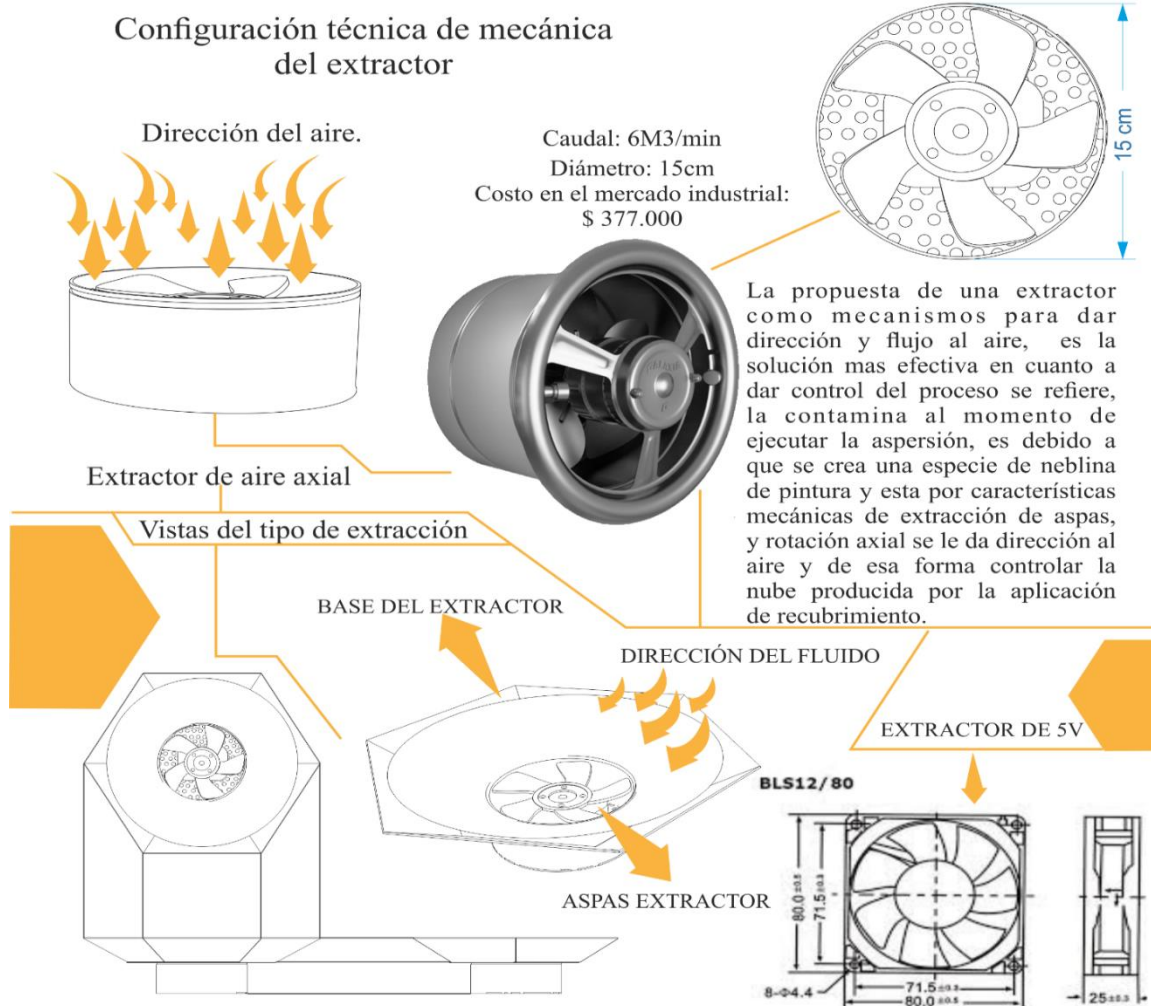


A continuación se observa cómo se procesaría esta materia natural como filtro, dentro de la estructura.

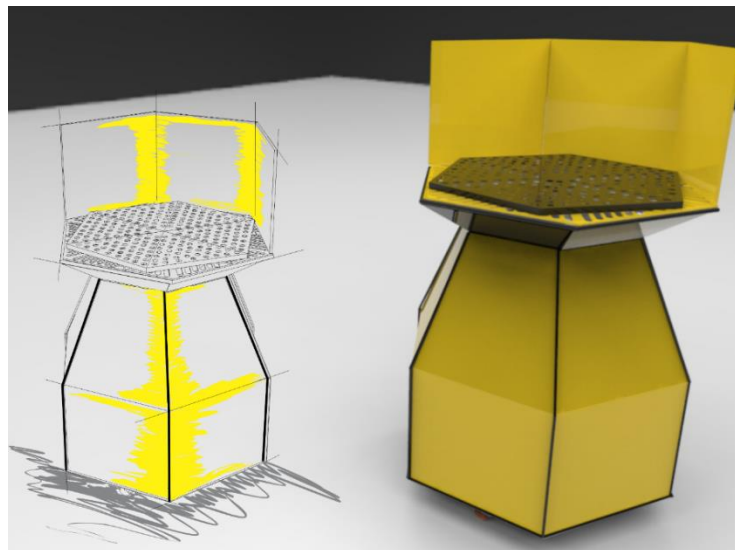




Bajo estas bases de filtración, se ubica el mecanismo de extracción, en cuyo interior se ubica un extractor de aire, cuya funcionalidad cambia la dirección del fluido del aire durante la aspersión, disminuyendo la nube contaminante y las partículas volátiles, además controla la temperatura en el ambiente del taller, o zona de trabajo



Como cubierta del extractor se continúa manteniendo el concepto geométrico hexagonal, y como base final se piensa en la altura del elemento que se está creando, que proporcione al operario una posición adecuada frente a la herramienta durante el proceso de pintado. En el siguiente boceto y render, se observa la configuración formal que se plantea como cobertura de la parte inferior de la herramienta, la estructura que sostiene tanto el extractor, como las bases de filtración, en donde se da el funcionamiento del fluido del aire y control de las partículas.



Al encerrar todos los requerimientos de diseño se evalúan, propuestas alternas y opcionales, dando una breve descripción, de características que enfoquen la selección final. A través de las configuraciones formal, practica y semántica, se describieron las cuatro alternativas anteriormente propuestas, para la base de control de pintura, a través

de un calificación de 1 a 5, se determinaron las características que apuntaban a la solución de la problemática, teniendo en cuenta factores funcionales, ergonómicos, y dinámicos durante el uso que realice el operario de la fase productiva de pintado.

La alternativa cuatro, de acuerdo a la calificación recibida, se convierte en la más práctica y funcional, debido a que su configuración da respuesta a los objetivos planteados.



**ALTERNATIVA 3**

	Descripción	Calificación
Configuración Formal	Desarrollo geométrico de un polígono con sus lados iguales para mayor control.	5
Configuración Práctica	El operario tiene que rodear el producto para pintar en su totalidad el producto a dar acabados.	3
Configuración Semántica	Tiene una semiótica fácil de entender donde el operario tiene confianza al momento de su uso.	4

**ALTERNATIVA 4**

	Descripción	Calificación
Configuración Formal	Figura poligonal con base giratoria para mayor control, facilidad y manipulación de las piezas a pintar.	5
Configuración Práctica	Ayuda a que el operario no tenga que realizar movimientos extras para poder ejecutar su trabajo adecuadamente.	5
Configuración Semántica	Su facilidad de comunicar el uso del producto lo ayuda debido a su simplicidad en su función y forma.	5





1. Se plantean unas paredes traseras al área o superficie de ubicación de las piezas a pintar para mayor control, de la nube de aspersión, y atomización hacia otros espacios, su material es metálico, por lo tanto se puede limpiar con facilidad.
2. La primera base, en forma hexagonal, es una superficie metálica con perforaciones consecutivas tipo filtro, en donde se ubicara directamente las piezas, y la cual realiza una rotación, para evitar la manipulación de las piezas y el movimiento del operario hacia otras direcciones.
3. La segunda base es una rejilla tipo filtro, con aberturas en forma de líneas consecutivas y en base a la forma hexagonal, en cuyo centro sostiene el sistema que permite dar rodamiento a la anterior.
4. La sección cuatro, está configurada con el filtro natural, luffa o estropajo, y una estructura lineal en forma de triángulo, dentro del hexágono para el control de las partículas y residuos contaminantes.
5. La sección cinco es una base de paredes en forma de cajón, que conducen el fluido del aire, partículas volátiles y residuos después de los filtros y por la acción que realiza en la siguiente sección el extractor
6. En esta sección se protege el extractor, un ventilador que funciona con un motor de rotación, que da movimiento a las hélices inversas que dirigen el aire hacia la parte interna de la herramienta.
7. Esta sección, es un conducto cónico en donde se disminuye el fluido y presión del aire, para su eliminación por lo parte inferior
8. La sección ocho es la estructura de cobertura y base de la herramienta quien da la altura al sistema de control de pintado por aspersión.
9. Sección de conexión a energía y encendido.



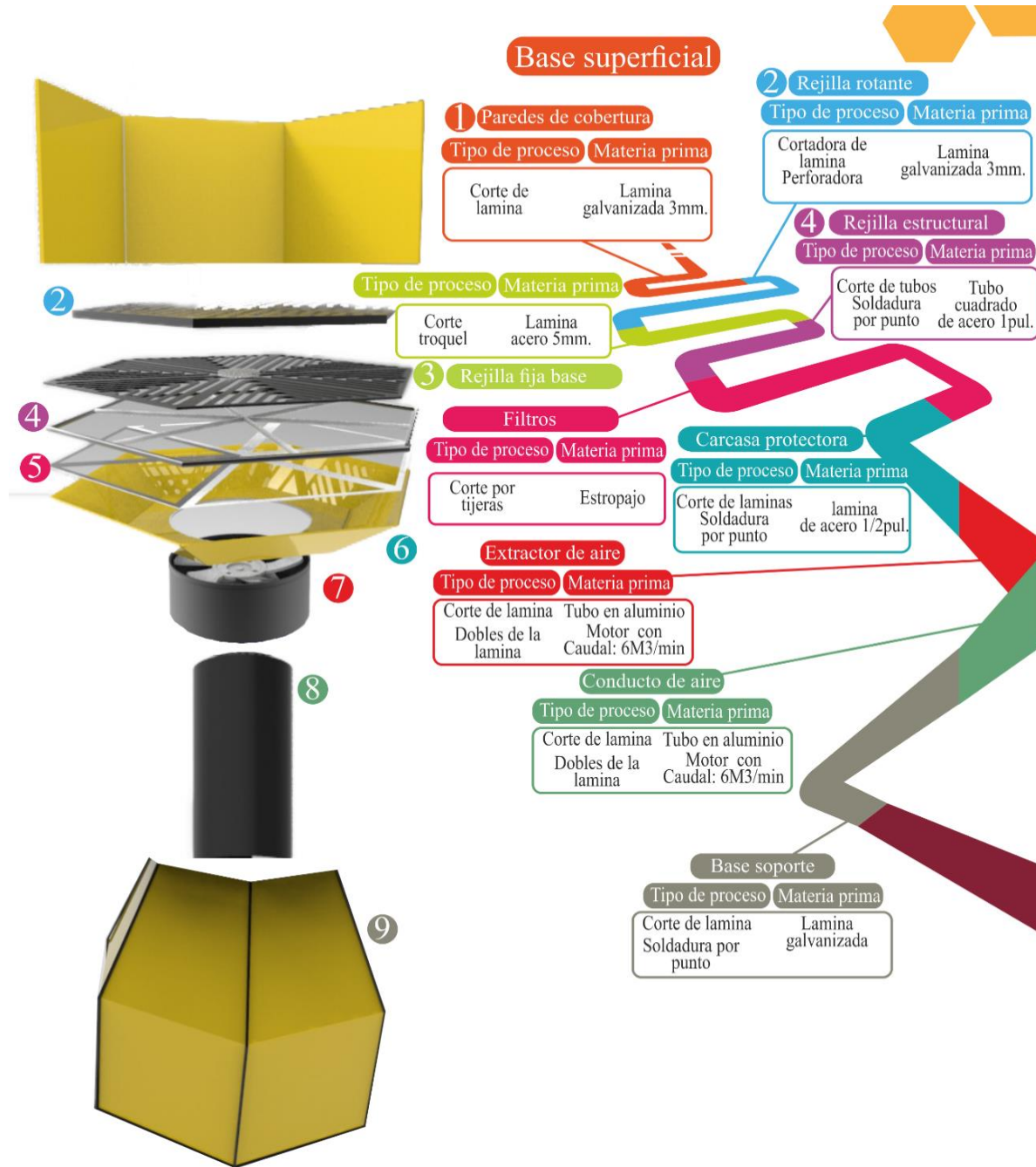


FIGURA 20 Sistema de objetos

Dadas las descripciones del sistema de elementos que compone la propuesta diseñada se presentan, a continuación, los planos de construcción y diseño.

### Explosivo de la base para el control de la aspersión

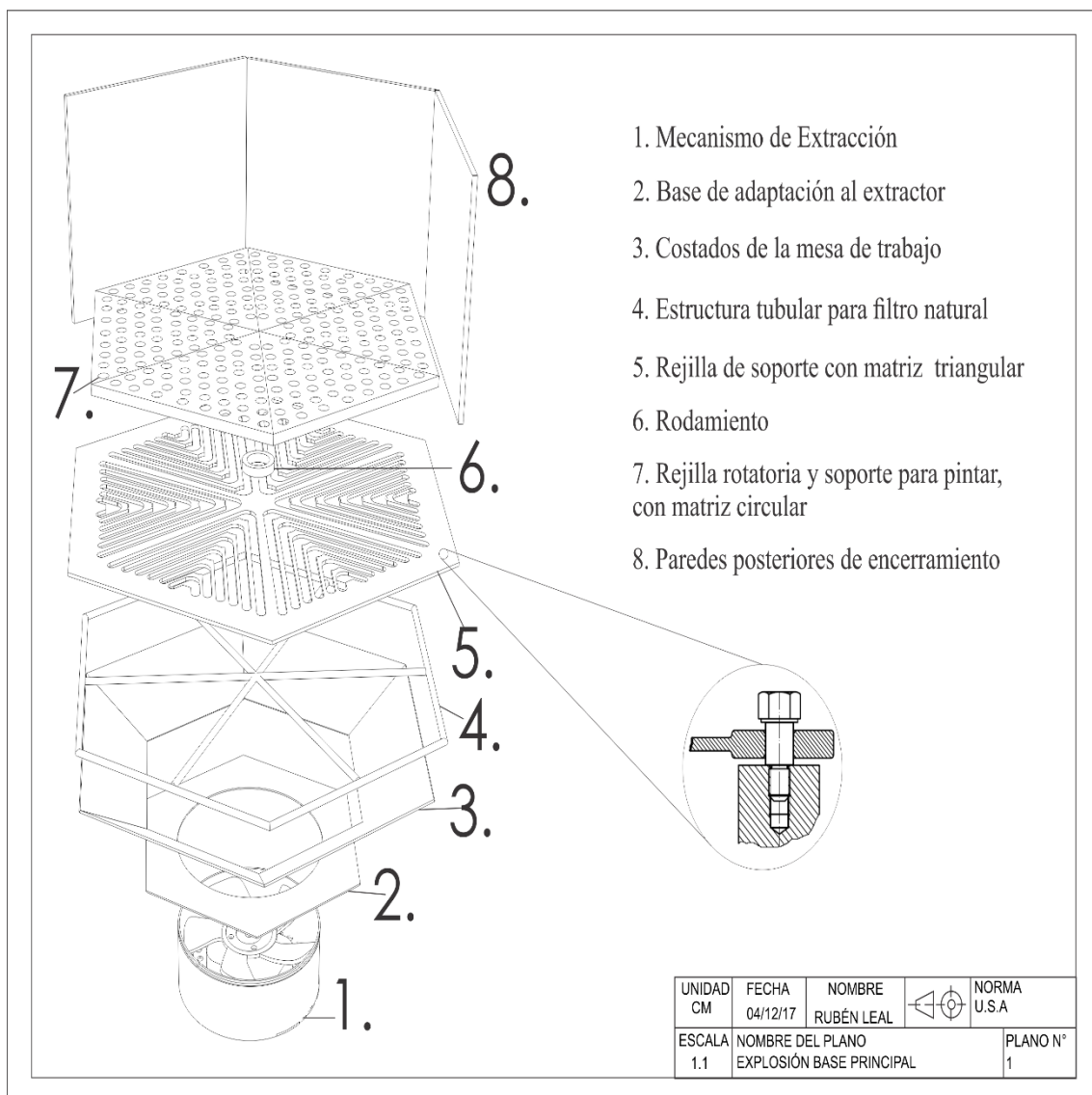


FIGURA 21 Explosivo base control de la aspersión

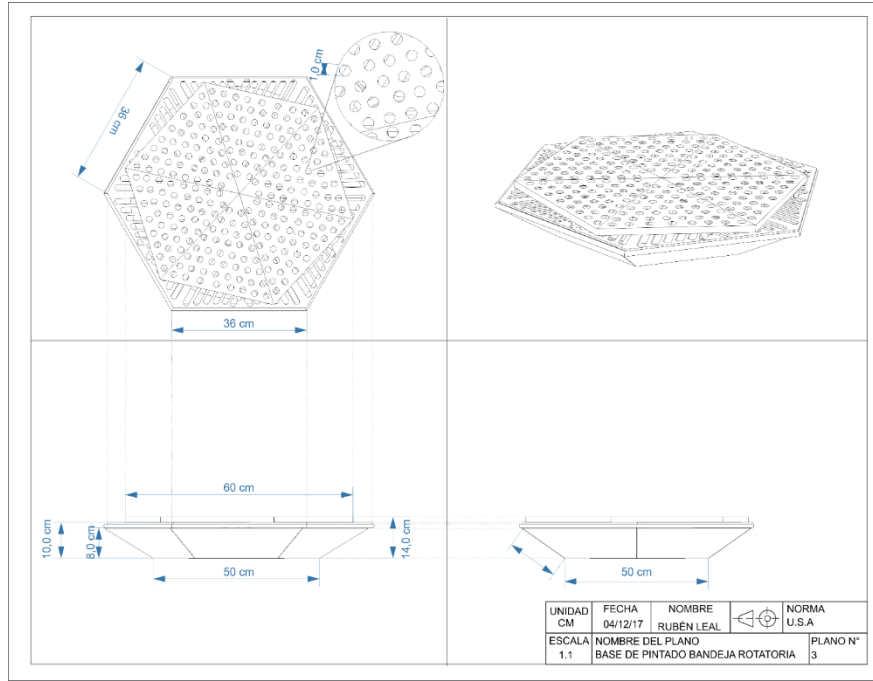


FIGURA 23 Base giratoria

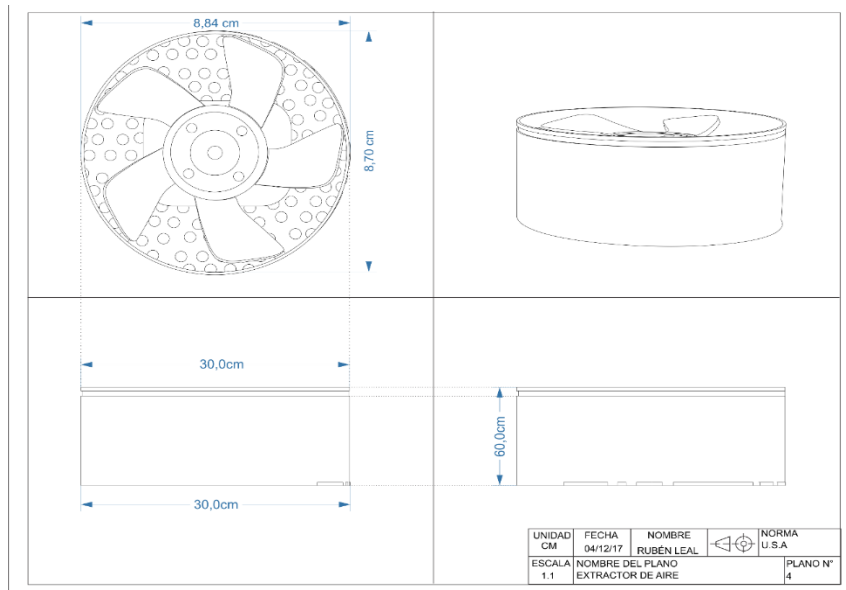


FIGURA 22 Plano técnico extractor de aire



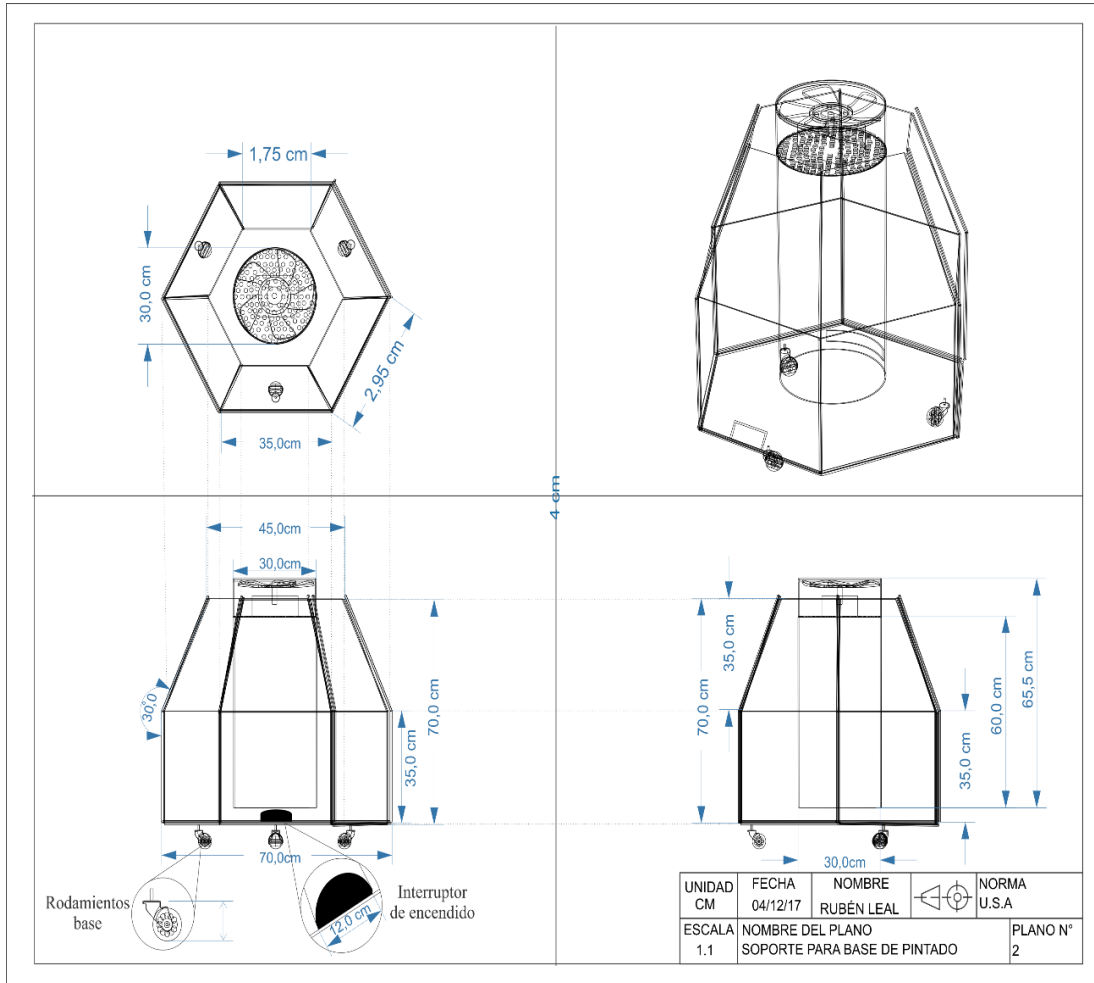


FIGURA 24 Plano técnico soporte para base de pintado



## 5.3 Fase de ejecución

### 5.3.1 Análisis de la configuración formal.

Con el objetivo de mejorar los acabados superficiales, de las diferentes piezas producidas por la empresa Sinestesia S.A.S, se diseñó y construyó un sistema de objetos que apuntan a la disminución de los efectos negativos durante la operación de pintado a través de un control determinante durante el proceso con el método de aspersión.

Control Paint, es el nombre dado a esta herramienta innovadora, dirigida a las pequeñas empresas de la industria manufacturera, en cuyo proceso productivo no tiene una tecnificación en el proceso de pintado, limitando la garantía de productos completamente de calidad, en cuanto acabados superficiales de pintado, brillo y textura se refiere.

La propuesta diseñada apunta al desarrollo de un control de la nube contaminante que se genera durante el proceso de aspersión, regulando la temperatura que influya en el secado correcto de las superficies, beneficiando de la misma manera al operario quien disminuye los movimientos alrededor de la pieza que está pintando, pues permanece en una única posición, al rotar la base en donde ubica el objeto, y evita la manipulación





constante del mismo; como también aprende a conocer la distancia apropiada entre su pistola aspersora y el elemento, por el sensor que controla de forma correcta dicha posición.

Es preciso resaltar que el diseño también está pensado desde los factores de usabilidad y ergonomía durante el uso.

La comparación entre el proceso comúnmente realizado y el uso Control Paint, determinara las ventajas y desventajas de los dos ejercicios desarrollados por el operario a cargo de la actividad de pintado.

A continuación se analizan los elementos fundamentales de su construcción, como costos y factores ergonómicos y las comprobaciones de su funcionalidad.

### 5.3.2 Materiales y costos de producción

Ahora se analizan los materiales que fueron transformados para la configuración del producto, y las posibles variantes que puede tener el producto en su aspecto físico, mecánico y funcional.

Los costos de construcción del producto, se definen en primera medida por las materias primas utilizadas en su diseño





**Costos Fijos**

Materia prima	Imagen	Costo por unidad	Características
Lamina galvanizada		\$ 126.400	Cal 14 1.20*2.40mts
Pintura		\$ 30.900	Pintura solvente Poliuretano 1Gal semi extra
Tubo cuadrado		\$ 17.400	1*1pul 1.1mm*6m Galvanizado
Motor rotatorio		\$ 103.900	Caudal: 6M3/min Diámetro: 15cm
Lamina de poliestireno		\$ 44.900	Lamina 2*1mts calibre 40
Sensor ultrasónico		\$ 15.900	Sensor por ondas de sonido 1pul*2pul
Tarjeta de programación para el sensor		\$ 9.000	2pul*2/1pul
Luz LED		\$ 200	3mm*4mm

Tabla 11 Tabla de costos de producción

## Costos del producto

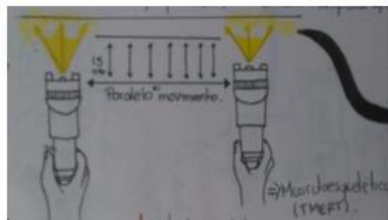
Nombre de la pieza	Número de piezas por artefacto	Tipo de material Cal 14	Dimensiones a neto	Número de odenada	Total	T.uni	T.Mil
Paredes superiores	3	Lamina galvanizada	L43cmX A33cm	1	381,8	1145,4	1.145.400
Rejilla rodante	1	Lamina galvanizada	L60cmX A60cm	2	747	747	747.000
Rejilla base	1	Lamina galvanizada	L60cmX A60cm	3	1095,6	10956	10956.000
Rejilla estructural	1	Tubo cuadrado	1pulx200cm	4	2290,8	22908	2.2908.000
Filtros	1	Luffa	L55cmX A55cm	5	996	996	996.000
Carcasa Protectora	1	Lamina galvanizada	180cmx40cm	6	1743	1743	1743.000
Extractor de aire	1	metal aluminio	40cm diametro	7	1652,49	1652,49	16524900
Conducto de aire	1	Lamina galvanizada	40cm diametro x 40cm alto	8	20916	20916	20916000
Base soporte	1	Lamina galvanizada	L62cmX A60cm	9	33366	33366	33366000

Tabla 12 Tabla de costos de insumos

### 5.3.3 Análisis ergonómico del producto

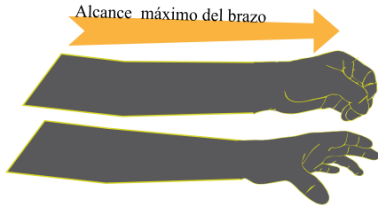
De acuerdo a la usabilidad de la herramienta Control Paint, se analiza que el diseño tiene las condiciones necesarias para que el operario trabaje con comodidad, durante el proceso de pintado.

#### Factor ergonómico 1





### Alcances del brazo



El análisis de la actividad de pintado por aspersión y la interacción que tiene el operario con su área de trabajo, aprehensión y el alcance máximo del brazo con el puño cerrado, determinan la función práctica al momento de pintar un producto sus dimensiones máximas del control de la superficie, el grado de rotación es cada 60° para tener un manejo del producto a pintar sin que el operario tenga que rotar sobre la superficie para realizar la actividad de recubrimiento, ayudando al desarrollo creativo y definir las dimensiones, forma y uso de la superficie.



Se determinan funciones de uso práctico para el análisis del área de trabajo, partiendo del lugar donde se sitúa el operario, sus movimientos de extremidades para desarrollo del proceso pintado, y los tres puntos de alcance de manipulación del producto, definen la configuración formal de la base para pintar, realizando cortes rectos y paralelos al operario, formando 6 lados con ángulos de 60°, para mayor control de la superficie, generando una rotación de 360° sobre el mismo eje sin que el operario tenga de mover su cuerpo.



Alcance del brazo frontal

◀ Percentil 50  
◀ 75,7 cm

Alcance del brazo lateral

◀ Percentil 50  
◀ 81,3 cm

### Movimientos ejecutados por el operario



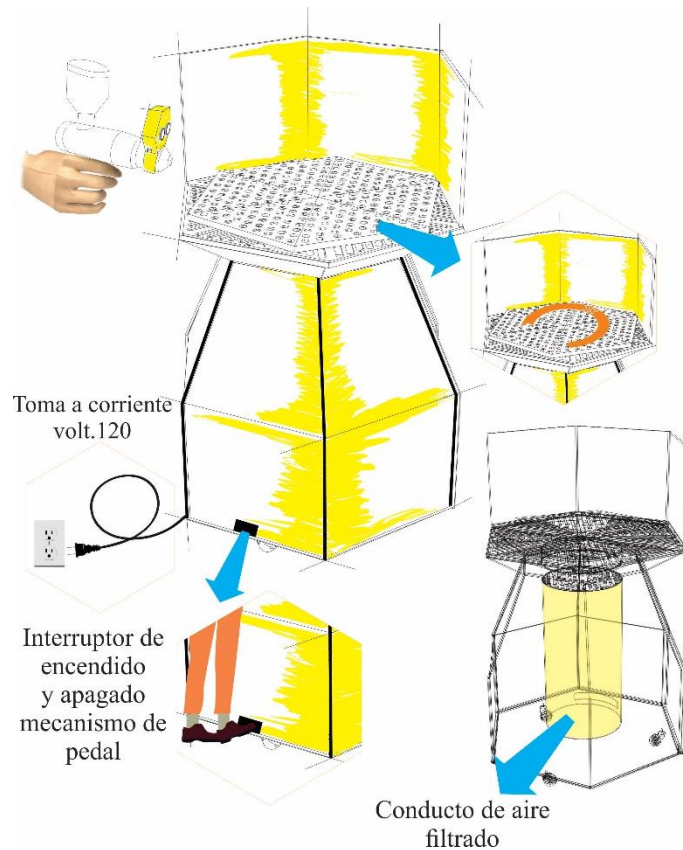
Mayor espacio para realizar el trabajo

Los tipos de movimientos que son ejecutados por el operario al momento de realizar el proceso de pintado, tiene que tener control todo el producto a pintar, lo que recurre a movimientos extras para poder cubrir en su totalidad el producto, al ejecutar esa rotación los tiempos en cuenta a movimiento aumentan a comparación si el operario esta en un solo punto y lo que rota es el producto sobre su mismo eje.



#### Factor ergonómico 4

La secuencia de uso de la herramienta control Paint, ha sido diseñada, para facilitar la labor del operario de pintado, quien primero enciende las funciones del sistema conectando a una fuente de energía común, y con su pie enciende el interruptor sin necesidad de agacharse o inclinarse, enciende el sensor y da inicio a las funciones de la pistola aspersora, con su mano libre va girando la base superior en donde está ubicado el producto y está atento a mantener la distancia correcta que indica la luz led verde y el sonido y luz roja que señala la equivocación.







Factor estructural	Factor de uso	Factor de riesgo
Consta de un sistema de encendido eléctrico, para la base de control de pintura, con toma a corriente de 120 v.	El operario conecta la herramienta Control Paint, hacia un toma donde proporciona energía al producto.	El operario encuentra deficiente la conexión de energía.
Interruptor de encendido de pie, para la activación de las funciones de control Paint.	El operario con su pie, enciende la herramienta Control Paint, sin otro esfuerzo.	El operario utilice otra forma de encendido, diferente a la que corresponde.
Base giratoria para la posición de las piezas a pintar, para el control de movimiento durante la aplicación de la pintura.	El operario gira la base, mientras aplica la pintura sobre la pieza sin cambiar su posición inicial, obteniendo mayor manejo y control sobre el producto.	El operario cambia la posición, que le está facilitando la herramienta, aumentando los movimientos que no debe realizar.
La longitud del producto se aproxima, al promedio de altura del operario, en un percentil 99 de la población nororiental.	El operario tiene facilidad de uso de la herramienta, de acuerdo a la altura de este, sin afectar sus movimientos posturales.	El operario cambie el hábito postural, a una forma inadecuada que influya en afecciones de su corporeidad.



Factor estructural	Factor de uso	Factor de riesgo
<p>El sensor de distancia, controla el nivel adecuado entre la pieza a pintar y la pistola aspersora, de acuerdo al sonido emitido, y utilizando una batería de 5 v portable.</p> <p>El volumen del distanciador no afecta la operación del trabajador.</p>	<p>El operario enciende el sensor, utilizando el interruptor, inicia la aplicación a la adecuada distancia que le indica el sonido.</p> <p>El peso del sensor no influye sobre el peso que carga el operario con la herramienta</p>	<p>El operario, no tenga en cuenta la indicación del sensor, y cambie la posición adecuada de la mano.</p>
<p>La herramienta permite la limpieza y mantenimiento del equipo, con facilidad. Las partes de control Paint, son desarmables, y con superficies fáciles de limpiar de acuerdo al producto que utilice la empresa.</p>	<p>El operario limpia la superficie giratoria y las paredes externas, con el producto que desee, según el tipo de recubrimiento utilizado. Separa las piezas que conforman la herramienta, ya sea para mantenimiento, lavado o disminuir espacio.</p>	<p>El operario no realice el adecuado procedimiento de desancla de las piezas, haciendo complejo el mantenimiento.</p>



### 5.3.4 Manual de función

Manual de uso del sistema para el control del proceso de pintado





### 5.3.5 Definición del mercado

Las pequeñas empresas manufactureras, dedicadas al diseño de piezas en madera y metal, desconocen en ocasiones la posibilidad de desarrollar estudios investigativos, que puedan traer beneficios a su proceso productivo; la idea de diseño y creación de una herramienta que intervenga la operación de pintado y aplicación de recubrimientos, responde a una necesidad insatisfecha en el mercado de indumentarias y herramientas.

Teniendo en cuenta que la empresa Sinestesia S.A.S se encuentra en la ciudad de Bucaramanga, se estudia su segmentación de mercado, según Infocomercio, es una de las ciudades principales con 297 locales dedicados a la venta de herramientas industriales con registro legal en la cámara de comercio junio de 2017, por esta razón se ve la viabilidad de introducir Control Paint con mayor facilidad al mercado de las ferreterías y venta de materiales que estén en posibilidad de comercializar el producto.

El perfil de la ferretería se basa en vender sus productos a bajo costo, enfocado en un segmento minorista que puede adquirir el producto. La comercialización de este producto se realiza por medio de una venta directa dirigida al sector industrial de la ciudad de Bucaramanga, ubicado en la zona norte, donde está centrada la gran mayoría de negocios con esta razón social, también se encuentran fábricas y talleres que son los posibles consumidores del producto, y de esta forma se implementa una serie de





estrategias para dar a conocer el producto, mostrando las cualidades con las que cumple, su uso y función, la fácil relación con el usuario u operario encargado del proceso para dar acabados superficiales.

Partiendo de que en el mercado actual como control del proceso se encuentran cabinas de filtración, indumentaria de protección y extractores, pero no un sistema pensado para las micro empresas, puesto que máquinas de gran escala, sobre pasan la accesibilidad de una pequeña empresa o taller, para la solución de los problemas en la actividad de pintado, la idea de introducción al mercado, se amplía hacia todo el país.

Los pequeños ferreteros presentan inconvenientes al momento de entrar a competir en el mercado, debido al hábito de compra de tienen muchos de los consumidores que se dirigen en busca de algún producto necesario, esta forma de consumo del pequeño empresario se basa en comprar lo requerido para su labor, esto quiere decir que compra al por menor y de ese modo no generar mayor costo en materia prima.

La industria ferretera está centrada en zonas donde los pequeños talleres normalmente acostumbran adquirir los productos necesarios para su desarrollo laboral, esto quiere decir que existe una cobertura amplia en cuanto a este tipo de locales especializados en vender productos que ayuden en la transformación de la materia prima; este segmento de mercado destinado a proporcionar productos con un rango económico determinado,





los que se les puede ofrecer el sistema de productos, y que así como Sinestesia, muchas otros pequeños talleres pueden mejorar y tecnificar sus métodos para dar acabados superficiales, este tipo de negocios, no solo no se acabarán, sino que además representan uno de los mercados más prometedores del comercio. Así lo aseguran los expertos, luego de conocer los resultados del quinto censo de establecimientos comerciales Infocomercio (Censo más completo de Colombia), realizado por Servinformación.

Con el producto se está dando solución a una problemática que solo se ha implementado para grandes industrias, pero no se ha tenido en cuenta los pequeños talleres que manejan y transforman materias primas, y que dentro de ellas necesitan dar buenos acabados superficiales, y a su vez no genere una alza en sus costos para adquirir posibles herramientas que den solución, de esta forma se ha pensado en la producción no sea de gran costo, con materiales asequibles, y de esa manera puedan adquirirlo esas pequeñas industrias y talleres que manejan este método de aplicar acabados.

La estrategia para llegar a comercializar el producto se enfoca en los talleres que necesiten adquirir productos en la ferretería más cercana, siendo el medio comercial a utilizar para dar a conocer el producto y de esta forma lo compren para mejorar sus acabados superficiales.



El estudio de mercado como las entrevistas a usuarios especializados, observaciones de uso, análisis comparativo de productos, tendencias y el ensamblado, ayudaron a formalizar el análisis hecho para determinar cómo llegar al público objetivo y que realmente sea un producto que muchos puedan adquirir y usar sin tener mayor conocimiento alguno de la actividad para pintar y dar acabados superficiales.

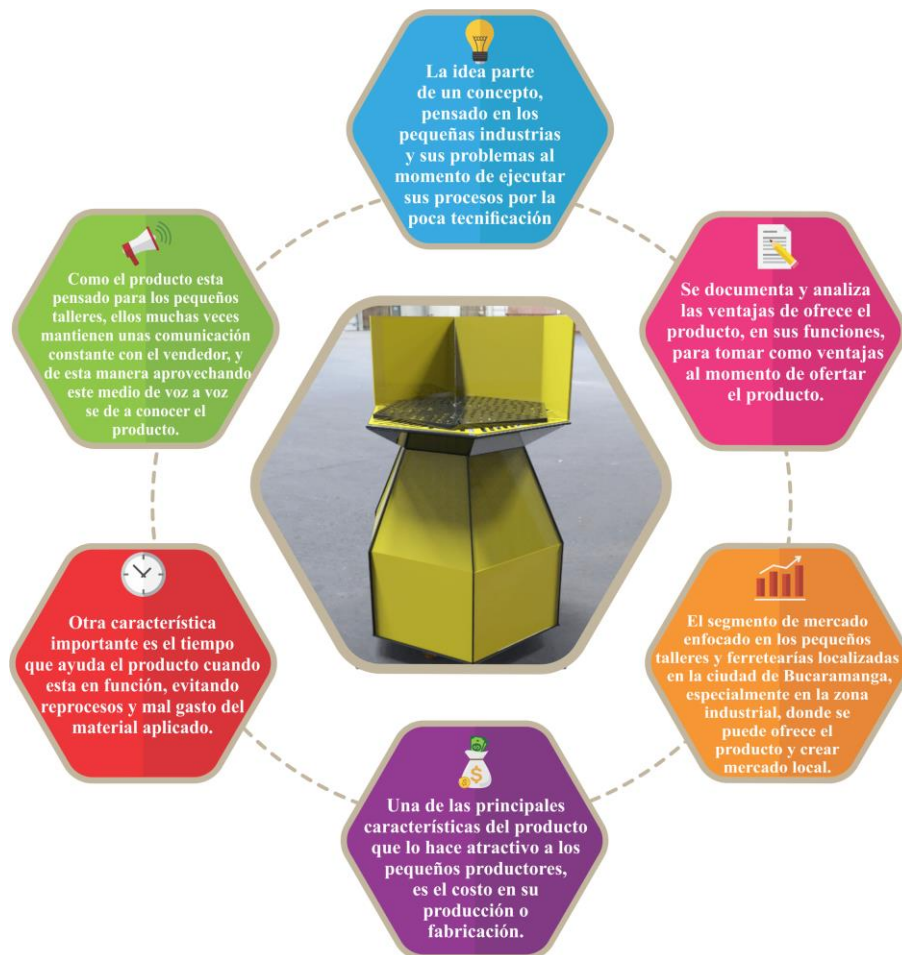


FIGURA 25 Diagrama de marketing



El benchmarking, según Juan Carrión Moroto en su libro, Estrategia de la visión a la acción pag 139, al cual podemos definir como un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de trabajo, se enfoca en optimizar cada factor involucrado en la producción, logística, de uso, desecho, y cumplir con todo el ciclo natural del producto. A continuación se define con exactitud: los diferentes factores involucrados en el producto para tener una producción venta y consumo satisfactorio.

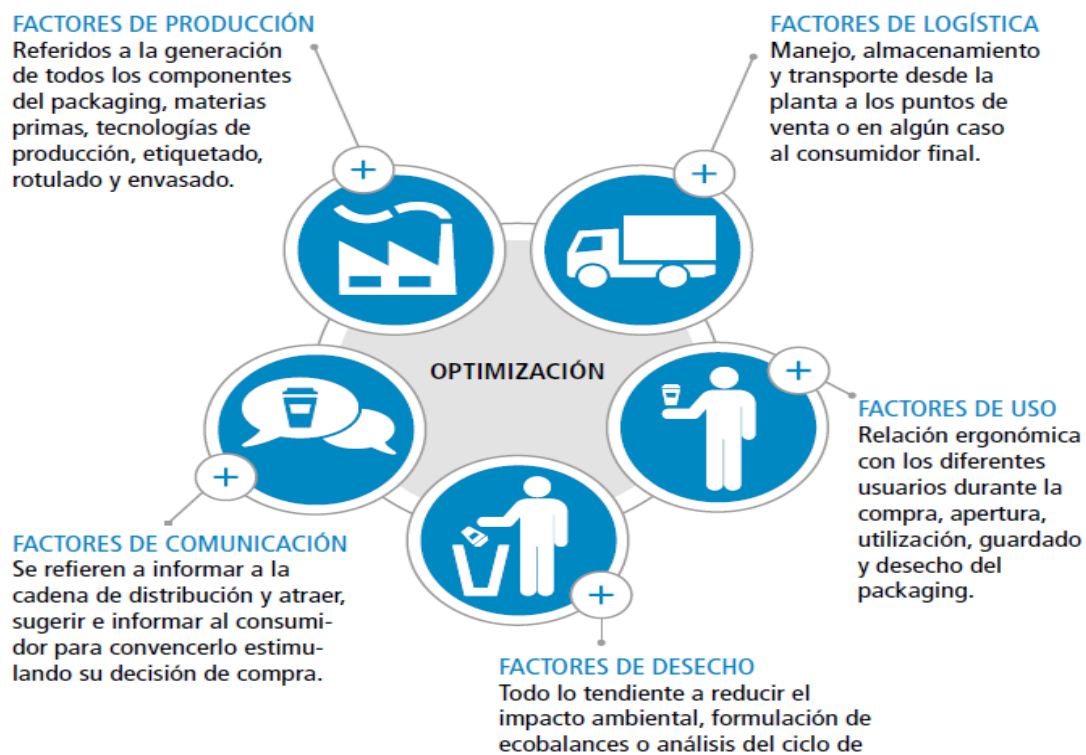


FIGURA 26 Análisis benchmarking

a los usuarios o reacciones de material, entre otros.







empezar a definir las diferencias de cambio en cuento a las ventajas, que el operario encuentra, las opiniones que se recojan, pueden ayudar al mejoramiento de la propuesta. Analizar el artículo antes de su salida al mercado permite verificar que el producto, y los clientes están preparados para el lanzamiento.

Una vez a prueba, se realiza el plan de lanzamiento en donde se promocióne la herramienta, hacia las microempresas que son el principal público exponiendo sus características y costo, y beneficios dentro de su proceso productivo. La publicidad presentara en video sus funcionalidades en ejecución y el lugar como principal mercado las ferreterías. Se estima que diez de cada cien empresarios dentro de las principales de la ciudad empiecen a realizar la compra y el voz a voz de sus ventajas, aumente su comercialización a mayor escala.

Una vez realizadas estas etapas, se lanza la herramienta Control Paint al mercado, y se empieza el seguimiento de mercadeo del mismo, estableciendo las metas que se esperan alcanzar al beneficiar a los empresarios que empiecen hacer uso de esta, en la fase de desarrollo de acabados superficiales.

Después del lanzamiento y seguimiento se continúan recopilando opiniones sobre el producto, para determinar las alternativas de mejoramiento y continuar atendiendo las exigencias del mercado.





### 5.3.7 Innovación

La gestión de innovación dentro del proyecto, se desarrolla bajo el objetivo de mejorar los acabados superficiales de las piezas que elabora la empresa Sinestesia S.A.S, los resultados que se han alcanzado en la propuesta de innovación y su desarrollo tecnológico aplicado.

En primera medida el diseño desarrollado abarca una problemática no antes tratada dentro de las pequeñas empresas, ventaja abarcadora puesto que la solución planteada, encierra un diseño diferente de control de los efectos implícitos durante el pintado por aspersión, teniendo en cuenta que en el mercado únicamente se encuentran sistemas de gran escala dirigidas a industrias de altos volúmenes de producción, como cabinas con filtración, extractores de aire externos, entre otros, inasequibles para los talleres o micro empresas.

El sistema construido cuenta con las características, que disminuyen los daños superficiales que se presentan en las piezas que se pintan, por la no existencia de un control, que permita al operario desarrollar un mejor proceso, aumentando así la calidad de los productos en elaboración, y tecnificando el proceso pues el trabajador conocerá el abanico y distancia apropiada durante la atomización.





La propuesta de utilización de la Luffa o estropajo como un filtro natural dentro de su estructura interna, apuesta a la introducción al mercado de una herramienta cuya materia prima es diferente a las ya utilizadas, ningún sistema de filtración en su configuración ha utilizado este material. La mayoría de sistemas de control de pintura utilizan filtros de espumas y papel, materiales de poca durabilidad de uso.

El sistema propuesto entraría al mercado como una idea diferente, con un diseño totalmente diferente a los convencionales, su concepto geométrico hexagonal, además de ser atractivo a la vista, tiene características ergonómicas, claves en su funcionalidad y manipulación del operario.

El trabajador dedicado a la aplicación de recubrimientos, con el método de aspersión comúnmente adapta una zona de trabajo rudimentaria sin control alguno y con técnicas impropias, que no aseguran la calidad de sus productos, además debe realizar movimientos durante la operación, que no son efectivos en la manipulación de las piezas, y generan incomodidades físicas, en el desplazamiento que realiza entorno al elemento en proceso de pintado. El uso de control Paint, mejora sus condiciones durante la actividad, le permite tener un ambiente menos contaminado y piezas con mejores acabados, disminuyendo todos aquellos efectos que no favorecen la operación.





### 5.3.8 Análisis ambiental de la propuesta

Control Paint, además de cumplir con los objetivos, de atención a las dificultades en el proceso de pintado, en cuanto a la calidad de los acabados, ofrece a la pequeña empresa un control en el ambiente de la zona de trabajo, a la vez que se reducen las partículas en torno a las piezas de trabajo, se está disminuyendo la nube que contamina el entorno, que influye en la salud del operario, y de las personas más cercanas.

De acuerdo a los enfoques ambientales, durante el proceso de pintado de las pequeñas empresas, no existe un control técnico, para evitar los efectos negativos durante la operación, la propuesta desarrolla permite a la empresa, conocer los daños ambientales que durante la aspersión suceden, implementar el uso de la herramienta control Paint, evidentemente mejora el entorno laboral, de este sector productivo, en cuya zona laboral, solo hacen uso de extractores comunes.

Ahora bien, la utilización de un material natural dentro de la estructura del sistema de objetos diseñado, no genera un daño ambiental por su extracción, teniendo en cuenta que la fibra es el residuo final de la planta que lo genera, pues el fruto de esta al secarse da como resultado la trufa o comúnmente conocido estropajo.



### 5.3.9 Fase de comprobaciones

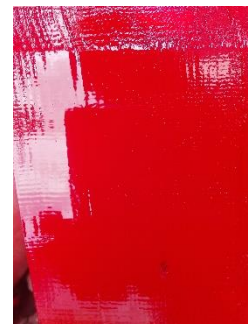
En primer lugar era necesario que el operario de pintura, ejecutara el procedimiento de pintado que comúnmente realiza; para comparar y encontrar las diferencias en los resultados finales de los acabados con el uso o no de la herramienta Control Paint.



#### Comprobación 1.

El operario realiza el proceso de pintado con la pistola aspersora, sobre piezas de madera y metal, como comúnmente lo desarrolla.

Al culminar la aplicación se observan en cada una de las piezas diferentes texturas, que no muestran una calidad total en la superficie.



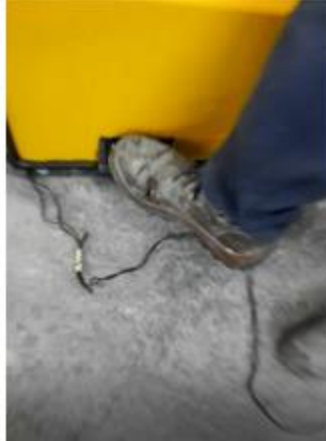
Algunas de las superficies presentaban principalmente ampollamiento, efecto causado por pequeñas partículas de suciedad que caen en la superficie y retienen la humedad, por la no regulación de la presión del aire en el entorno a las piezas. En otras se evidencio un goteo de pintura, así como sobrecarga de manos de pintura por no manejar la distancia adecuada, en el secado se observó la tendencia de la superficie a una piel de naranja.

Después el operario conoce la herramienta Control Paint, y se realiza la explicación de usabilidad, del sistema completo.



Seguidamente el operario interactúa con la herramienta, conoce la función que realiza, observa el sistema de filtrado, interpreta la función de la base rotatoria y el sensor de distancia, para estar atento durante el proceso de la ubicación que debe mantener.





### Comprobación 2

El operario conecta la herramienta a un toma de energía, y enciende el interruptor

El operario encuentra facilidad en el encendido, e interpreta la función que empieza a desarrollar control Paint, en cuanto al fluido de aire que dirige hacia su interior.



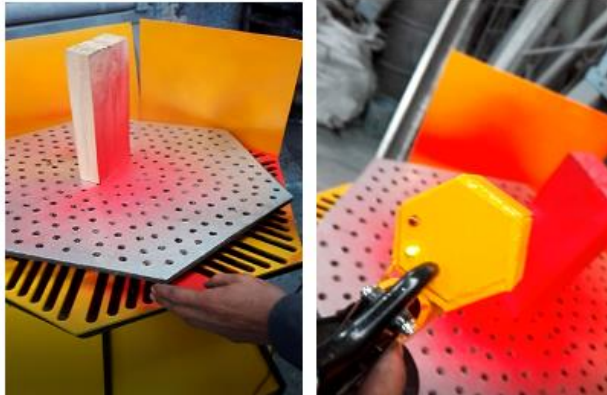
### Comprobación 3

El operario ubica con facilidad las piezas sobre la base giratoria, encuentra una altura apropiada a su posición.

El trabajador comprende la función giratoria de la base superficial e interpreta la función de las perforaciones como sistema de filtrado.

Seguidamente prepara la pistola aspersora y manipula el sensor ubicándolo sobre esta.





#### Comprobación 4

El operario interactúa con el sensor de distancia, está atento al mantener la distancia que corresponde, con la luz led y el sonido

El operario empieza a ejecutar la aplicación de pintura, mientras gira la base rotatoria con el elemento en la ubicación correspondiente, realiza el movimiento de la pistola aspersora e interpreta que al no tener una posición adecuada el sensor se activa emitiendo un sonido y encendiendo la luz roja, mientras realiza la operación de forma correcta y manteniendo la distancia eficaz, solo estará encendida la luz verde.



#### Comprobación 5

El operario repite la operación con varias piezas, analizando el resultado de los acabados.

Ocho de las diez piezas pintadas, mostraron un estado óptimo en cuando a calidad superficial. El trabajador analiza la calidad superficial de las piezas pintadas y encuentra que en comparación el primer ejercicio desarrollado, las piezas tienen un mejor acabado, además en el entorno disminuyo la nube aspersora, y mantuvo una distancia que no conocía, la atomización mejoro al usar la herramienta control Paint.

En cuanto al aspecto ergonómico encontró una diferencia en los desplazamientos que debía desarrollar comúnmente para llegar a todos los espacios de la pieza y manipulación que en ocasiones afecta el acabado.



#### Comprobación 5

El operario al culminar la aplicación de pintura, realiza la limpieza de la base superficial y las paredes traseras, como el material de las mismas es de lámina galvanizada lo realiza con facilidad.

Al culminar la ejecución, el operario describe que en la primera comprobación, encuentra algunas desventajas durante el proceso de pintado, centra su atención en las dificultades que presenta, en cuanto el desperdicio de pintura, goteo sobre las superficies, el no control de la nube generada en el entorno, que influye directamente



en la calidad del producto, una posición incorrecta en cuanto la distancia de la pistola aspersora y los objetos, así como un desplazamiento que debe realizar quien ejecuta la actividad, alrededor de los elementos.

Al entrar en contacto con las funciones de control Paint, siguiendo el procedimiento de su utilización, dirige la actividad de acuerdo a los beneficios que le está proporcionando, la bandeja donde ubica los elementos, le permite permanecer en una sola posición, mientras realiza la aspersion, se observa un control de la nube en el entorno más cercano a las piezas, por el flujo de aire hacia el interior de la herramienta, y el indicador con sonido permitió darle a conocer la distancia correcta que debía utilizar para un mejor acabado.

El operario realiza la comparación de las piezas pintadas, y de los dos procesos realizados, y se le aplica una entrevista abierta, para conocer sus puntos de vista, y analizar los resultados de la propuesta.





## Entrevista al operario encargado del proceso de acabados superficiales

1. ¿Cuáles son las principales dificultades que presenta en el proceso de pintado?

Durante la aplicación de pintura sobre piezas de madera o metal, las dificultades que se presentan están en la calidad como tal de estas, en el giro que se debe hacer para pintar todos sus lados, el goteo de pintura que se hace alrededor y en ocasiones la formación de grumos o burbujas.

2. ¿Qué defectos evidencia en las piezas después del proceso de pintado?

Daño por contacto, chorreo de pintura, daño en el brillo, exceso de capas de pintura, en ocasiones las burbujas y grumos que quedan, que no permiten mostrar un buen acabado.

3. Al utilizar la herramienta Control Paint ¿Observa cambios en el proceso de pintado? ¿Cuáles?

Si, al usar esta herramienta uno encuentra beneficios, para la actividad que se está realizando, está permitiendo que no haya manipulación de contacto directa



con las piezas, su acabado no está siendo afectado, por el flujo de aire hacia dentro, con el sensor se conoce la distancia que se debe manejar y evita que se salga del rango, favoreciendo un mejor control del proceso.

4. ¿Qué ventajas le proporciona el uso de este mecanismo de control durante el proceso de acabados superficiales?

Las ventajas que encuentro están, en la realización de acabados superficiales de mejor calidad, la disminución de errores, el ahorro de pintura, la ergonomía para quien desarrolla la actividad, la disminución de la nube de partículas volátiles que afectan el pintado.

5. ¿Considera que el uso de esta herramienta favorece su proceso de producción, en cuanto a la calidad de los acabados de productos? ¿por qué?

La herramienta favorece el proceso de producción en cuanto a los acabados, porque se está facilitando el trabajo del operario, y además no se afectan las piezas.





## CONCLUSIONES

La investigación y metodología planteada con el objetivo de mejorar los acabados superficiales de las piezas desarrolladas por la empresa Sinestesia SAS, en cuya operación utiliza el método de pintado por aspersión, y quien evidenciaba en los acabados finales algunos defectos, por la nube generada durante el atomizado, permitió realizar un estudio y análisis, de las causales de la problemática seleccionada, arrojando que la gran mayoría de las dificultades en esta fase productiva es la ausencia de un sistema de control, que posibilitara el desarrollo de una operación tecnificada.

La fase productiva enfocada a la aplicación de recubrimientos dentro de las pequeñas empresas es desarrollada de forma rudimentaria, aquella empresa quien adapte un sistema solo organiza una zona para el pintado, con un extractor y una cobertura que no dirija la pintura hacia otros espacios, sin asegurar un control en la calidad final de los acabados.

El ambiente de la zona de trabajo, la superficie de ubicación de las piezas, la temperatura del taller, la distancia de atomización y la ergonomía en la ejecución, son factores no controlados durante la actividad de pintado, y causales determinantes en las dificultades que se presentan.







Por estas razones es común encontrar que pequeñas partículas de suciedad en el ambiente por gravedad caen sobre las superficies, reteniendo una humedad que genera por lo general ampollamiento, cuando el acabado es expuesto a cambios abruptos de presión del aire, la humedad se expande creando una presión en la textura, agrietando la misma. El operario recurre a aplicar más manos de pintura excediendo el grosor de la película sin uniformidad.

De igual forma los ajustes incorrectos de pistola y técnicas de pintar impropias, generan también daños, muy poca presión de aire, patrones anchos de rociado o atomizando a mucha distancia de la superficie, causan que la textura de la pintura se vuelva muy seca; así como la no regulación de la temperaturas genera que la pintura pierde más solvente y no se mezcla adecuadamente. La nube de atomización es determinante en el chorreo, contaminación del entorno a la pieza y espolvoreo, sobre las superficies.

El operario a cargo de la actividad de pintado, en el desarrollo de sus funciones, debe realizar desplazamientos que influyen en su posición física, por la ubicación de las piezas, lo que a su vez no asegura una distancia correcta de aplicación, es claro que la manipulación que debe realizar con el objeto también afecta el acabado, y que desconoce la técnicas apropiadas para una mejor calidad final en las piezas.





Al estudiar las alternativas de solución, que existen en la actualidad, se encuentra que en cuanto al proceso de pintado se refiere, quienes tienen tecnificado el proceso son las grandes industrias, quienes además cuentan con cabinas de filtrado, que en el mercado encuentran con características especiales, no obstante las micro empresas no tienen accesibilidad a un mecanismo de tan alta escala, aún más teniendo en cuenta que sus zonas de trabajo no sobrepasan el tamaño de un taller común y que generalmente las piezas que diseñan y construyen son de un volumen pequeño.

De acuerdo a esta idea, el pensar y crear un diseño que disminuya los efectos negativos sobre las piezas y controle el proceso de forma más técnica, la introducción al mercado del producto final resulta ser tentadora, al satisfacer las necesidades del cliente que la adquiera para mejorar la fase productiva de aplicación de recubrimientos por aspersión.

Dadas estas razones de acuerdo a la metodología de diseño desarrollada, se establecieron los parámetros que disminuyeran los efectos negativos y encaminaran a dar solución de la problemática central, durante el proceso se evaluaron y seleccionaron las alternativas que apuntaban a los objetivos de la investigación.

De esta manera se definió la configuración formal del sistema de objetos para el control del proceso de pintado por aspersión, el diseño de un sensor de distancia permite al usuario conocer la forma apropiada de aplicación, manteniendo 20 cm entre la pieza y la





pistola de aplicación, para una mejor atomización, disminución de capaz y rendimiento del material o pintura, y asegurar texturas de superficie más uniformes; la estructura de soporte con bases y secciones de filtrado, con un extractor interno para un mejor flujo de la presión del aire y control de las partículas volátiles, permiten disminuir la nube contaminante y regular la temperatura de la zona directa de ubicación de las piezas.

El rotamiento de la base superficial y altura de la estructura, benefician directamente al operario, quien se mantiene en una sola posición, evita el desplazamiento y manipulación por contacto con las piezas, tanto este aspecto como el diseño geométrico hexagonal pensado, evidencian las características ergonómicas que aseguran un mayor éxito del producto final creado.

La fase de comprobaciones, permite analizar las ventajas de la herramienta control Paint, al encontrar una diferencia y mejoramiento en el resultado de los recubrimientos finales de las piezas producidas, Control Paint permite disminuir los defectos en los acabados superficiales, controlando la nube de partículas que se genera, al momento de ejecutar el método de pintado por aspersión con aire a presión y tecnifica los sistemas de control y ciclos utilizados, influyendo positivamente en el éxito productivo de las pequeñas empresas quienes utilizan dicho método, dando así cumplimiento a los objetivos propuestos.





## ANEXOS

### ANEXO 1 Contexto de la empresa



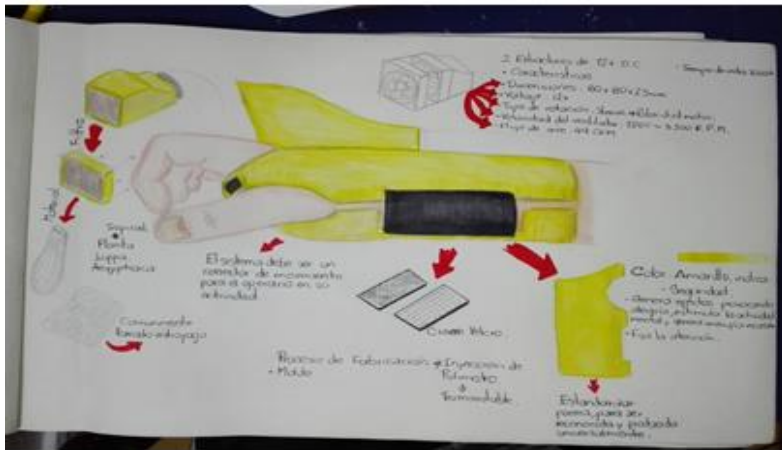




## ANEXO 2 Proceso de pintado en Sinestesia S.A.S



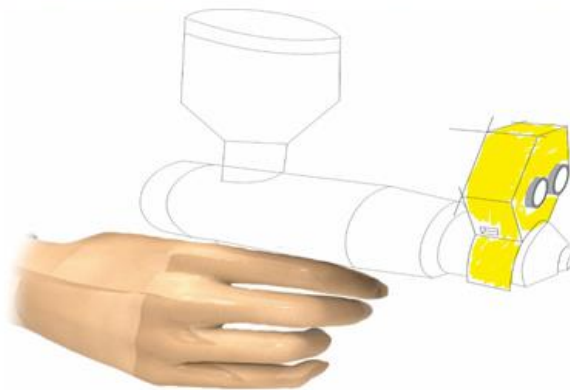
### ANEXO 3 Bocetos fase creativa sensor



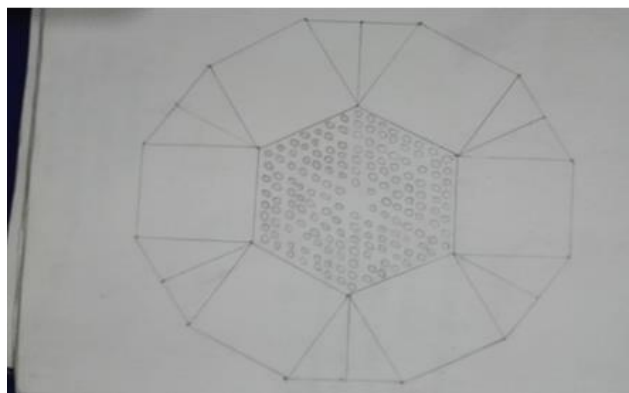
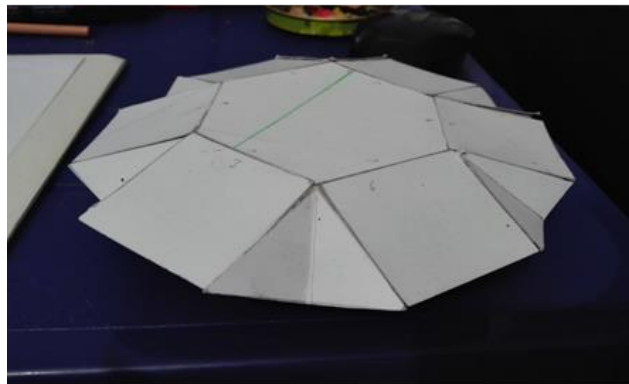




## ANEXO 4 Fase creativa bocetos sensor desde la mano a sensor desde la pistola



## ANEXO 5 Boceto superficies giratorias para ubicar los objetos y orificios filtración



ANEXO 6 Registro fotográfico de las diferentes pruebas realizadas del funcionamiento del producto y su relación con el usuario.



FIGURA 27 Pruebas mecanismo de extracción

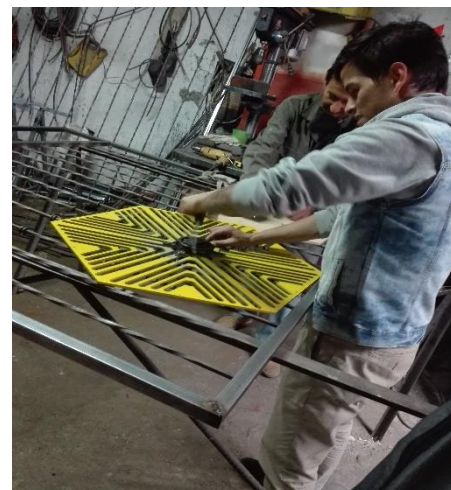
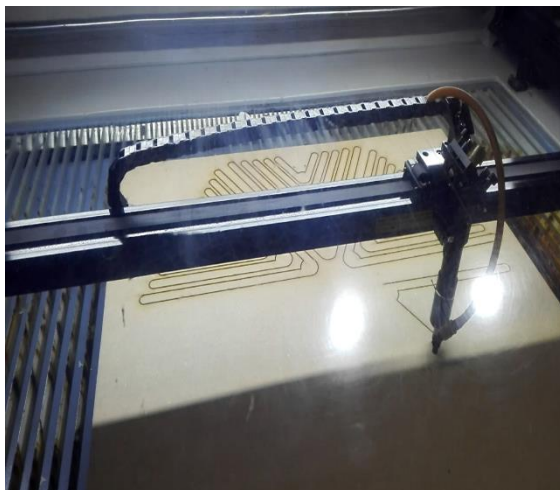


FIGURA 28 Construcción de las bases, rotación y rejillas.



FIGURA 29 Prueba extracción de la pintura y fluido del aire

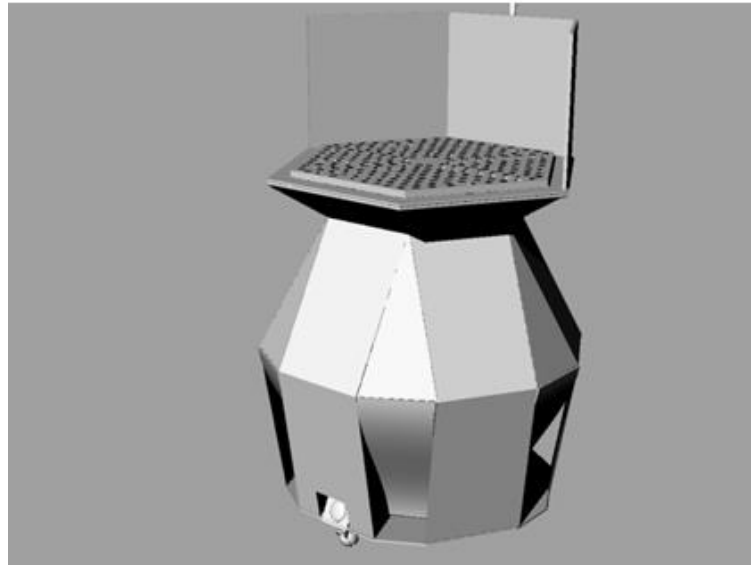
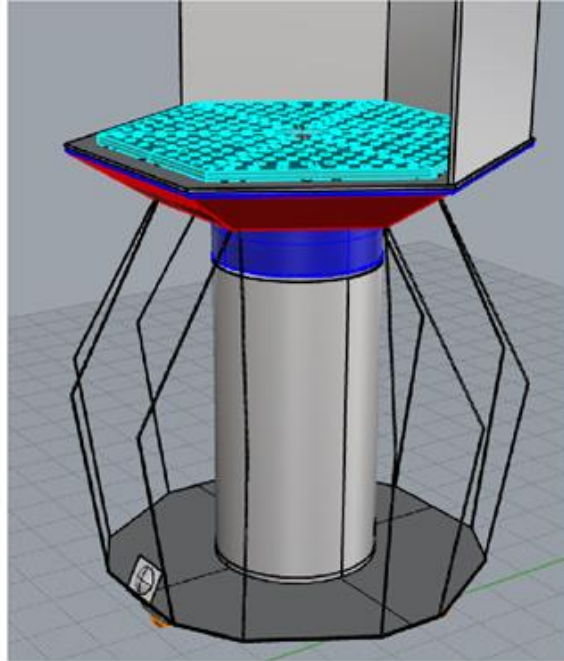


FIGURA 30 Prueba filtro natural





## ANEXO 7 Boceto tipo render de la propuesta





## ANEXO 8 Imágenes modelo funcional



DQS is member of:







## BIBLIOGRAFIA

Álvarez Fernando (2002). *Filtros verdes. Un sistema de depuración ecológico*. Ingeniería hidráulica y ambiental. Vol. 23 n° 1, p. 25- 28.

Asociación Colombiana de Acondicionamiento de Aire y de refrigeración ACAR (2008). *Sistemas de filtración de alta eficiencia*. ACAIRE. N° 29. Colombia.

Beltrán Fredy & Orduz José Gregorio (2006). *Diseño de una cabina para el pintado de muebles de madera*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

CESVIMAP (2004). *Tiempos y materiales de pintura*. Ávila, España. pág. 10-14.

CISTEMA ARL SURA (2014). *Manual de aplicación de pintura*. Bogotá, Colombia. Pag7 – 9.

Colorado Daniel & Posada Manuel (2014). *Evaluación de un proceso de aplicación de pintura para el recubrimiento de paneles de Fibra de Densidad Media (MDF)*. Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

Juan Abarca García, *Manual para el mantenimiento industrial: pinturas y revestimientos* / Juan Abarca García. – 4a. Ed. – San José, C.R.: EDITORAMA, 2003.

DANE (2013). *Informe de industria*. Min comercio, Colombia.

DANE (2015). *Informe de industria*. Min comercio, Colombia.

De la Hoz Fernando, Martínez Mansel, Pacheco Oscar & Bonilla Hernán (2014). *Intoxicaciones por sustancias químicas*. Ministerio de Salud, Colombia.

Fernández Elina & Moltanvo Silvio (2009). *MÉTODOS ECONÓMICOS Y ECOLÓGICAMENTE VIABLES PARA PURIFICAR GASES CONTAMINANTES*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.

Gonzales Eliana (2004). *“PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA SERVIÓPTICA LTDA”*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.



Gonzales Roberto (2004). *“DISEÑO DE LA CABINA DE PINTURA DE UN TALLER AUTOMOTRIZ DE ENDEREZADO Y PINTURA”*. Universidad Rafael Landívar, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Grupo WEG (2012). *Soluciones industriales hidrosolubles*. Unidad de Pinturas, Guaramirim, Brasil.

Leal Rubén (2016). *Estudiante programa de Diseño industrial*. Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia.

Moroni. Silvana. (2008) *¿Qué nos define como diseñadores?* Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

Pantoja Alexander (2016). *Conceptos para la optimización de la pintura*. Metal actual. Vol. 31 n° 2, p. 34- 40.

Poveda Santiago (2001). *Acabados superficiales*. Visual Graphics Group.

Spiegel Jerry & Maystre Lucien (2008). Control de la contaminación ambiental (Ed). *Enciclopedia de salud y seguridad del trabajo*. (pp. 55.1- 55.58). Sumario.

Stellman Jeanne Mager, Mc Cann Michael (2008). Procesado químico. (Ed). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. (pp. 77.1- 77.40). Sumario.

Suarez Pedro, Souza Daniella, Marques Daniela, Canavero Christianne & Martins Sandra (2013). *Relatório de sustentabilidade*. Brasil.

Atlas Copco. Arte de la ergonomía 2007.

(I.M.F.I.A), 2010, INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA AMBIENTAL. Pág. 32.

Trujillo Jorge (2008). *CREACIÓN DE LA EMPRESA JET COLOR LTDA. PINTURAS ESPECIALES PARA PLASTIMODELISMO*. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.





Yakussi Enrique & Martín Fernando (2005). *QFD: CONCEPTOS, APLICACIONES Y NUEVOS DESARROLLOS*. Universidad del CEMA, Buenos Aires, Argentina.

DR. Acevedo Miguel, (2009). *ERGONOMIA HERRAMIENTAS DE MANO*.

(INSHT). Instituto Nacional de Seguridad Social, Portal de ergonomía España.

Revista el Tiempo, agosto, 19 del 2014.

- <http://www.bplustd.org/uploads/designmaturitymodel.pdf>

- <http://www.svid.se/English/About-design/The-Design-ladder>

- <http://managementinnovationgroup.com>

Boxwell, R. *Benchmarking for competitive advantage*. Mc Graw-Hill, 1994. ISBN

Lockwood, T. *Design thinking: integrating innovation, customer experience and brand value*. Nueva York: Allworth Press, 2010. ISBN.

Juan Carrión Moroto en su libro, *Estrategia de la visión a la acción*, edición

