



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**CREACIÓN DE UN SISTEMA DE WATER TRANSFER
PRINTING SEMIAUTOMÁTICO PARA LA APLICACIÓN DE LA
HIDROGRAFÍA EN LA PERSONALIZACIÓN DE AROS,
TANQUES DE GASOLINA Y ACCESORIOS DE VEHÍCULOS Y
MOTOS**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

WIDER IVÁN LÓPEZ MAYA

DIRECTOR: ING. ALEX GUZMÁN

Quito, enero 2017

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2017
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

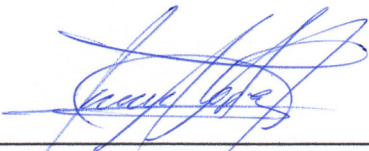
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	171908941-7
APELLIDO Y NOMBRES:	López Maya Wider Iván
DIRECCIÓN:	San Francisco del Norte psj 9B casa 10
EMAIL:	ivanlopezmaya@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2425974
TELÉFONO MOVIL:	0995228839

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Creación de un sistema de water transfer printing semiautomático para la aplicación de la hidrografía en la personalización de aros, tanques de gasolina y accesorios de vehículos y motos
AUTOR O AUTORES:	Wider Iván López Maya
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Enero 2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Alex Rodolfo Guzmán Antamba
PROGRAMA;	PREGRADO ☒ POSGRADO ☐
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	Mediante el presente trabajo se analizaron las formas para construir un sistema de wáter transfer printing el cual fue diseñado mediante un software de modelación, con la ayuda de cálculos para la selección de materiales. Una vez seleccionados los materiales, se construyeron cada uno de sus partes en el taller de metal mecánica INMEDEC, usando herramienta adecuada para formar las piezas que se acoplaron a los sistemas eléctricos e hidráulicos. El sistema conformado por planchas de acero inoxidable tiene un peso de 41.08Kg el cual es capaz de soportar 201.5 litros en el área de inmersión y 32 litros en el área de recirculación, la resistencia del material

	permite soportar la presión que se crea en las paredes del tanque que es de 22.96Pa y en el fondo del tanque de 4.5Pa, la densidad del material hace que la deformación del tanque sea de 0.001091mm. El tanque posee niquelinas las cuales calientan el agua a 32°C en 40 minutos para asegurar una buena aplicación, y el sistema hidráulico ayuda a oxigenar y limpiar el agua después de haberse realizado un proceso de pintado. Al terminar la construcción se realizó el proceso de impresión hidrográfica la que necesita una constante practica para evita fallas al momento de su colocación en los diferentes materiales, una vez aplicado el sistema WTP se procedió a realizar pruebas en carshapes y en un aro de vehículo con el fin de determinar su adherencia, resistencia química y resistencia al impacto, pruebas que fueron realizadas en base a normas INEN. Para la utilización del sistema se desarrolló un manual de usuario y técnico que permitirá conocer el funcionamiento de cada uno de sus componentes, tanto de forma individual como conjunta y se puede encontrar información detallada sobre el proceso del sistema Water Transfer Printing.
PALABRAS CLAVES:	Sistema Water Transfer Printing, carshapes, impresión hidrográfica, resistencia.
ABSTRACT:	Through this work, we analyzed the ways to build a system of water transfer printing which was designed by a software modeling, with the help of calculations for the selection of materials. Once you have selected the materials, were built each one of its parts in the INMEDEC mechanical metal workshop, using proper tool to form the parts to be coupled to the electrical and hydraulic systems. The system is made up of stainless steel plates has a weight of 41.08Kg which can withstand 201.5 liters in immersion and 32 liters around exhaust gas recirculation, the strength of the material to withstand the pressure created in the walls of the tank that is 22.96Pa and at the bottom of the tank of 4.5Pa, the density of the material makes the deformation of the tank to be of 0.001091mm.

	The tank has niquelinas which heat the water to 32°C in 40 minutes to ensure a good application, and the hydraulic system helps to oxygenate and clean water after a painting process. At the end of the construction was carried out the printing process catchment area that needs constant practice to avoid failures at the time of their placement in the different materials, once applied the system WTP is proceeded to perform tests on carshapes and in a vehicle to determine their adhesion, chemical resistance and resistance to impact, tests that were carried out based on standards INEN. For the use of the system was developed a user manual and technical support that will reveal the operation of each of its components, both individually and in combination and you can find detailed information about the process of the system, water transfer printing.
KEYWORDS	System Water Transfer Printing, carshapes, hydrographic, resistance.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 
 LÓPEZ MAYA WIDER IVÁN

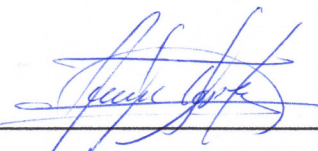
171908941-7

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **WIDER IVÁN LÓPEZ MAYA**, CI 171908941-7 autor/a del proyecto titulado: Creación de un sistema de water transfer printing semiautomático para la aplicación de la hidrografía en la personalización de aros, tanques de gasolina y accesorios de vehículos y motos previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, enero del 2017

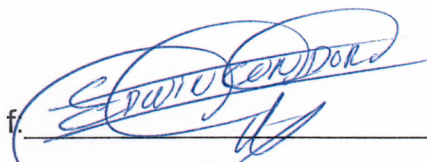
f: 
LÓPEZ MAYA WIDER IVÁN

171908941-7

Quito, enero del 2017

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, EDWIN ANDRES CONDOR MENESES con cédula de identidad N.-1001310317-1 en calidad de Propietario del taller INMEDEC. autorizo a WIDER IVÁN LÓPEZ MAYA, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "CREACIÓN DE UN SISTEMA DE WATER TRANSFER PRINTING SEMIAUTOMÁTICO PARA LA APLICACIÓN DE LA HIDROGRAFÍA EN LA PERSONALIZACIÓN DE AROS, TANQUES DE GASOLINA Y ACCESORIOS DE VEHÍCULOS Y MOTOS", basada en la información proporcionada por compañía.

f. 

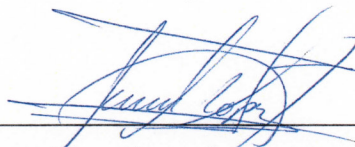
EDWIN ANDRES CONDOR MENESES

100310317-1

DECLARACIÓN

Yo **WIDER IVÁN LÓPEZ MAYA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

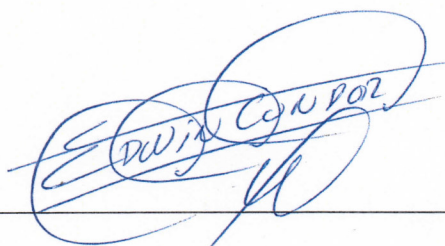


WIDER IVÁN LÓPEZ MAYA

C.I. 171908941-7

CARTA DE AVAL DE LA EMPRESA

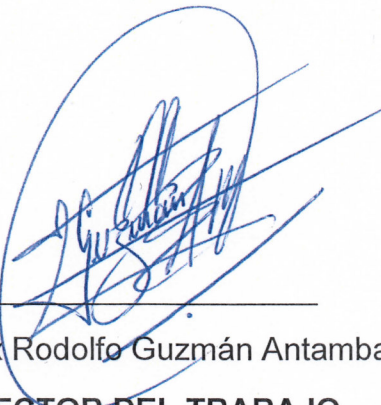
Yo, **EDWIN ANDRES CONDOR**, con cédula de identidad N.- 1001310317-1 en calidad de Gerente General de INMEDEC. certifico que el(la) Sr(Srta.) Wider Iván López Maya, realizó su trabajo de titulación con el tema "CREACIÓN DE UN SISTEMA DE WATER TRANSFER PRINTING SEMIAUTOMÁTICO PARA LA APLICACIÓN DE LA HIDROGRAFÍA EN LA PERSONALIZACIÓN DE AROS, TANQUES DE GASOLINA Y ACCESORIOS DE VEHÍCULOS Y MOTOS.", por requerimientos, y basada en la información proporcionada por la empresa, Los resultados del trabajo se entregaron el día 17 de septiembre del 2016.

f: 
EDWIN ANDRES CONDOR

1001310317-1

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título **“Creación de un Sistema de Wáter Transfer Printing semiautomático para la aplicación de la hidrografía en la personalización de aros, tanques de gasolina y accesorios de vehículos y motos”**, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Wider Iván López Maya**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.

f: 

Ing. Alex Rodolfo Guzmán Antamba.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1716331291

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios y a mi Cristo que ha permitido que este sueño se haga realidad.

A mis padres que constante y abnegadamente estuvieron a mi lado y me apoyaron con su amor, sacrificio y confianza, permitiendo que pueda seguir día a día trabajando para ser mejor.

A mi Esposita Gaby que es el motor de mi vida, a la cual le debo esto y mucho más.

A mis amigos y familiares, que con su apoyo y su motivación apoyaron para que este proyecto salga adelante.

Iván López

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por haberme acompañado y guiado en mi camino de lucha por la vida y permitirme alcanzar mis anhelos y metas planteados. Por ser mi fortaleza en tiempos difíciles y brindarme momentos de dicha y felicidad.

Mi amor y gratitud profunda, a mis padres Mariany y Wider quienes me dieron la vida y brindarme su apoyo incondicional para seguir adelante en mi proyecto de vida y profesional; ser excelentes amigos y ejemplos de vida.

A mi esposa Gaby, por ser una excelente amiga y compañera, por su dedicación, apoyo y confianza para salir adelante.

A mi hijo, aunque no está conmigo siempre lo llevo en mi mente y en mi corazón.

A mis tíos Edu y Viche que me apoyaron y me dieron la mano para terminar este proyecto.

A mis profesores, por haberme brindado sus conocimientos, consejos y aprendizajes durante el periodo de la carrera.

A la Universidad Técnica Equinoccial, por haberme abierto sus puertas y brindado la oportunidad de crecer como persona y profesional alcanzando siendo apoyo evaluarte para alcanzar mis objetivos.

A Edwin Cóndor quien es propietario del taller IMEDEC, quien me dio la oportunidad de realizar mi proyecto de grado acogiéndome de la mejor manera y lograr establecer una relación de respeto y amistad.

Iván López

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	12
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1. ANÁLISIS DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA WTP.	14
3.2. DISEÑO DEL TANQUE	14
3.1.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE TANQUE DE INMERSIÓN Y DEL RECOLECTOR DE AGUA.	16
3.1.2 ANÁLISIS DE DEFORMACIÓN DEL TANQUE	16
3.1.3 RECUBRIMIENTO DEL WTP	17
3.1.4 CÁLCULO DE PRESIONES AL INTERIOR DEL TANQUE	17
3.2 SISTEMA HIDRÁULICO	18
3.2.1 PROCESO DE DESFOGUE DE AGUA DEL SISTEMA	18
3.3 SISTEMA ELÉCTRICO	19
3.4 SELECCIÓN DE MATERIALES	20
3.4.1 LÁMINA DE ACERO	20
3.4.2 SELECCIÓN DE RUEDAS	20
3.4.3 RIEL DIN METÁLICA	21
3.4.4 NIQUELINA	21
3.4.5 CONTACTORES	22
3.4.6 TIMER DIGITAL	23
3.4.7 CONTROL DE TEMPERATURA	23
3.4.8 PULSADOR DE EMERGENCIA	23
3.4.9 SELECTOR DE 2 POSICIONES	24
3.4.10 LUZ PILOTO (VERDE)	24
3.4.12 BREAKER 50A	24
3.4.13 BREAKER 10A	25
3.4.14 TERMINAL	25
3.4.15 TERMOCUPLA	26
3.4.16 TERMINAL PREAISLADO PUNTA REDONDA	26
3.4.17 BOQUILLAS DE RETORNO	26
3.4.18 TUBO PAGABLE	26
3.4.19 BOMBA HIDRÁULICA	27
3.4.20 FILTRO	28
3.4.21 CODOS	28
3.4.22 LLAVE DE BOLA	29
3.4.23 MANGUERA DE AGUA	29
3.5 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA WATER TRANSFER PRINTING.	29
3.5.1 TANQUE	29
3.5.2 RECUBRIMIENTO DEL TANQUE (MUEBLE)	30
3.5.3 INSTALACIÓN DEL TANQUE DENTRO DEL MUEBLE	30

3.5.4	RECUBRIMIENTO TOTAL DEL MUEBLE DEL TANQUE	30
3.5.5	ADAPTACIÓN DE LOS SOPORTES DE LAS MALLAS	31
3.5.6	ORIFICIOS DE ENTRADA, SALIDA Y RECIRCULACIÓN DE AGUA	31
3.5.7	COLOCACIÓN DE LAS MALLAS PARA CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS	31
3.5.8	INSTALACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO	32
3.5.9	INSTALACIÓN DE BOQUILLA DE INGRESO AL AGUA	32
3.5.10	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE DRENAJE	32
3.5.11	COLOCACIÓN DE LA PUERTA Y PIEZA DE RECUBRIMIENTO LATERAL	33
3.5.12	INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.	33
3.6	APLICACIÓN DEL PROCESO WTP	33
3.6.1	PREPARACIÓN DE LA PIEZA	34
3.6.1.1	Lijado de la pieza	34
3.6.1.2	Limpieza de la pieza	34
3.6.1.3	Primer	34
3.6.1.4	Capa base	34
3.6.2	INMERSIÓN	34
3.6.2.1	Película o film	34
3.6.2.2	Activador	35
3.6.3	ACABADO FINAL	35
3.6.3.1	Proceso de lavado	35
3.6.3.2	Barnizado	35
3.7	PRUEBAS DE ACABADOS SUPERFICIALES	35
3.7.1	RESISTENCIA QUÍMICA	35
3.7.2	CAPACIDAD DE ADHERENCIA	37
3.7.3	RESISTENCIA AL IMPACTO	39
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
4.1.	CONCLUSIONES	41
4.2.	RECOMENDACIONES	42
5.	BIBLIOGRAFÍA	43
6.	ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Ventajas y desventajas del sistema WTP	5
Tabla 2. Características de la capa de pintura de WTP	7
Tabla 3. Water Transfer Printing frente a otros procesos de personalización.	8
Tabla 4. Características de los materiales	14
Tabla 5. Matriz de selección de material	14
Tabla 6. Especificaciones de masa y peso del sistema del WTP	15
Tabla 7. Propiedades del acero inoxidable ASTM A240	20
Tabla 8. Amperaje nominal del motor eléctrico	23
Tabla 9. Aplicación de compuestos químicos a objetos WTP.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Modelos de objetos pintados bajo water transfer printing. (Hidropaint, 2016)	4
Figura 2. Diseños de películas para Water Transfer Printing de varias empresas	5
Figura 3. Lacas para WPT	6
Figura 4. Capas del sistema wáter transfer printing	7
Figura 5. Dimensiones generales	16
Figura 6. Análisis de deformación	17
Figura 7. Circuito hidráulico del sistema WTP	18
Figura 8. Circuito del proceso de desfogue de agua recirculada.	18
Figura 9. Circuito del sistema eléctrico	19
Figura 10. Nomenclatura utilizada en el diagrama del sistema eléctrico	19
Figura 11. Rueda de plástico.	21
Figura 12. Riel DIN metálica	21
Figura 13. Esquema del tanque con la niquelina.	21
Figura 14. Contactor AF26-30-00-13(izquierda) y AF09-30-10-13 (derecha)	22
Figura 15. Timer digital 999min asy-3d-110v cnc 9 pines	23
Figura 16. Control de temperatura	23
Figura 17. Pulsador de emergencia	24
Figura 18. Selector de 2 posiciones	24
Figura 19. Luz piloto (verde)	24
Figura 20. Luz piloto con buzzer	24
Figura 21. Terminal	25
Figura 22. Termocupla	26
Figura 23. Terminal preaislado punta redonda	26
Figura 24. Boquilla de retorno	26
Figura 25. Tubo pagable	27
Figura 26. Filtro	28
Figura 27. Codos	28
Figura 28. Llave de bola	29
Figura 29. Manguera de agua	29
Figura 30. Construcción del tanque	30
Figura 31. Construcción de recubrimiento del tanque.	30
Figura 32. Instalación del tanque dentro del mueble	30
Figura 33. Recubrimiento total del mueble del tanque	31
Figura 34. Adaptación de los soportes de las mallas	31
Figura 35. Orificios de entrada y salida	31
Figura 36. Colocación de las mallas para control y manejo de residuos	31
Figura 37. Instalación del sistema hidráulico.	32
Figura 38. Instalación de boquilla de ingreso al agua	32
Figura 39. Instalación de tubería de drenaje	32
Figura 40. Colocación de la puerta y pieza de recubrimiento lateral	33

Figura 41. Instalación del sistema eléctrico.	33
Figura 42. Aplicación de productos químicos a objetos WTP	36
Figura 43. Prueba a base de compuestos químicos sin protección	36
Figura 44. Prueba a base de compuestos químicos sin protección	36
Figura 45. Corte en X sobre el área WTP	38
Figura 46. Aplicación de la cinta adhesiva sobre el corte en X	38
Figura 47. Aplicar un trapo con fuerza sobre el corte	38
Figura 48. Retirar la cinta para revisar resultados de adherencia	38
Figura 49. Aro de vehículo aplicado WTP	39
Figura 50. Primera prueba – cepillo de alambre	39
Figura 51. Resultado de la prueba 1	40
Figura 52. Segunda prueba - martillo	40
Figura 53. Resultados de la prueba 2	40

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. Manual técnico y de usuario	45
ANEXO 2. Manejo de errores	54
ANEXO 3. Selección de ruedas	55
ANEXO 4. Características de los brakers a utilizar	56
ANEXO 5. Unidades derivadas del S.I.	57
ANEXO 6. Metodos de medición de calidad de pintura	58
ANEXO 7. Resultados de la prueba de adherencia	59
ANEXO 8. Tanque	60
ANEXO 9. Tapa del tanque frontal	61
ANEXO 10. Tapas del tanque traseras	62
ANEXO 11. Base	63
ANEXO 12. Tapas izquierda y derecha	64
ANEXO 13. Carcasa del tanque	65

RESUMEN

Mediante el presente trabajo se analizaron las formas para construir un sistema de wáter transfer printing el cual fue diseñado mediante un software de modelación, con la ayuda de cálculos para la selección de materiales.

Una vez seleccionados los materiales, se construyeron cada uno de sus partes en el taller de metal mecánica INMEDEC, usando herramienta adecuada para formar las piezas que se acoplaron a los sistemas eléctricos e hidráulicos.

El sistema conformado por planchas de acero inoxidable tiene un peso de 41.08Kg el cual es capaz de soportar 201.5 litros en el área de inmersión y 32 litros en el área de recirculación, la resistencia del material permite soportar la presión que se crea en las paredes del tanque que es de 22.96Pa y en el fondo del tanque de 4.5Pa, la densidad del material hace que la deformación del tanque sea de 0.001091mm.

El tanque posee niquelinas las cuales calientan el agua a 32°C en 40 minutos para asegurar una buena aplicación, y el sistema hidráulico ayuda a oxigenar y limpiar el agua después de haberse realizado un proceso de pintado.

Al terminar la construcción se realizó el proceso de impresión hidrográfica la que necesita una constante practica para evita fallas al momento de su colocación en los diferentes materiales, una vez aplicado el sistema WTP se procedió a realizar pruebas en carshapes y en un aro de vehículo con el fin de determinar su adherencia, resistencia química y resistencia al impacto, pruebas que fueron realizadas en base a normas INEN.

Para la utilización del sistema se desarrolló un manual de usuario y técnico que permitirá conocer el funcionamiento de cada uno de sus componentes, tanto de forma individual como conjunta y se puede encontrar información detallada sobre el proceso del sistema Water Transfer Printing.

Palabras claves

Sistema Water Transfer Printing, carshapes, impresión hidrográfica, resistencia.

ABSTRACT

Through this work, we analyzed the ways to build a system of water transfer printing which was designed by a software modeling, with the help of calculations for the selection of materials.

Once you have selected the materials, were built each one of its parts in the INMEDEC mechanical metal workshop, using proper tool to form the parts to be coupled to the electrical and hydraulic systems.

The system is made up of stainless steel plates has a weight of 41.08Kg which can withstand 201.5 liters in immersion and 32 liters around exhaust gas recirculation, the strength of the material to withstand the pressure created in the walls of the tank that is 22.96Pa and at the bottom of the tank of 4.5Pa, the density of the material makes the deformation of the tank to be of 0.001091mm.

The tank has niquelinas which heat the water to 32°C in 40 minutes to ensure a good application, and the hydraulic system helps to oxygenate and clean water after a painting process.

At the end of the construction was carried out the printing process catchment area that needs constant practice to avoid failures at the time of their placement in the different materials, once applied the system WTP is proceeded to perform tests on carshapes and in a vehicle to determine their adhesion, chemical resistance and resistance to impact, tests that were carried out based on standards INEN.

For the use of the system was developed a user manual and technical support that will reveal the operation of each of its components, both individually and in combination and you can find detailed information about the process of the system, water transfer printing.

Keywords

System Water Transfer Printing, carshapes, hydrographic, resistance.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación tiene como objeto proponer una solución al inconveniente que se presenta al personalizar aros, tanques de gasolina y accesorios de vehículos y motos en menor tiempo, con un menor costo y un inmejorable acabado.

La falta de equipos para la aplicación de la hidro impresión impulsa a crear un sistema para su implementación, es por ello que se analizó y diseñó un sistema de wáter transfer printing conformado por elementos mecánicos, eléctricos e hidráulicos seleccionados uno a uno mediante cálculos, los cuales definieron los materiales a usar en la construcción del sistema.

Con la presentación de un prototipo experimental se busca cubrir las necesidades que se crean al momento de implementar este tipo de impresión en el mercado ecuatoriano facilitando la construcción del equipo que brinde las condiciones adecuadas para una excepcional aplicación de la hidrografía. Para poder desarrollar el sistema wáter transfer printing se planteó como objetivo general lo siguiente.

Crear un sistema de Water Transfer Printing semiautomático para la aplicación de la hidrografía en la personalización de aros, tanques de gasolina y accesorios de vehículos y motos.

Para cumplir el objetivo planteado se definieron los siguientes objetivos específicos.

Analizar las características y procesos que se utilizan en la impresión hidrográfica para determinar las ventajas y desventajas frente a otros procesos de pintura en el mercado nacional en el área automotriz.

Diseñar y seleccionar los componentes adecuados para la implementación del Sistema Water Transfer Printing.

Construir el equipo de impresión mediante métodos idóneos de ensamblaje.

Comprobar el funcionamiento del sistema de Water Transfer Printing realizando pruebas demostrativas en carshapes, con el fin de observar el acabado final del proceso y puesta a punto del sistema.

Elaborar un manual técnico de mantenimiento y uso del equipo.

El sistema wáter transfer printing llamado también transferencia de impresión gráfica por inmersión es un proceso de decoración de superficies, donde se plasma imágenes como madera, fibra de carbono, camuflaje, diseños geométricos, etc. se aplican a un objeto tridimensional sea cual sea su forma mediante un proceso de inmersión en el agua.

La empresa Hydrotransfer (2016), expone la definición de WTP como:

Impresión de la transferencia del agua (Hydro inmersión TM), es una tecnología de decoración de la superficie que utiliza una película especializada impreso con diseños naturales, como la madera de raíz, nogal, mármol) y diseños geométricos para decorar casi cualquier sustrato. Tiene capas complejas y formas tridimensionales de muy alta calidad. (Párrafo 1)

A este sistema de Water Transfer Printing, se lo conoce con las siguientes denominaciones:

- Impresión hidrográfica.
- Hidrografía.
- Impresión por inmersión.
- Impresión cúbica.
- Hidro inmersión.
- Proyección de imagen hidro.
- Proyección de imagen de fluido.
- La impresión hydrographic.

“Es un proceso de decoración de superficie 2D y 3D que permite ser pintado y decorado con un diseño gráfico detallado a través del agua.” (Hydrographics Monterrey, 2015, párrafo 1)

En la figura 1 se puede observar las diferentes aplicaciones del WTP.

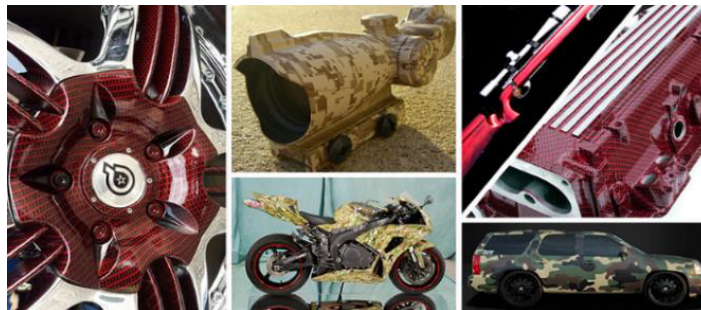


Figura 1. Modelos de objetos pintados bajo water transfer printing. (Hidropaint, 2016)

La durabilidad del sistema WTP según Agua Transfer (2015), “Es resistente al paso del tiempo y soporta perfectamente la exposición a los elementos. Se garantiza la durabilidad de más de dos años, depende del barniz aplicado.” (Párrafo 5)

Por otra parte, Hydrochrome Desing (2015), expone que la calidad y durabilidad del producto pintado se debe a que el barniz sea de alta calidad para protegerlo durante años de los rayos UVA, agua, abrasiones, ácidos, corrosión, etc.

Para la aplicación del sistema wáter transfer printing en los diferentes tipos de superficies segun Hydrotransfer (2016), afirma que: “Se aplica WTP a cualquier material de superficie dura y no porosa” (Párrafo 4); la mayoría de empresas que aplican esta técnica utilizan generalmente materiales que no se afecten al contacto con el agua como son plásticos, madera, metal, fibra de vidrio, cerámica entre otros.

El sistema wáter transfer printing presenta ventajas y desventajas frente a otros procesos de pintura y personalización automotriz, en la tabla 1 se detallan las principales ventajas que hacen que este proceso sea conveniente para su aplicación, además se observan las desventajas que pueden causar inconvenientes al momento de emplear el sistema en objetos.

Tabla 1. Ventajas y desventajas del sistema WTP

Ventajas	Desventajas
Permite aplicar diseños en superficies irregulares y en 3D. (Hydra, 2014)	Las películas o films se dañan porque son muy sensibles a la humedad y la temperatura. (Naukas, 2016)
El proceso es relativamente económico comparado con las demás técnicas y además resuelve los problemas que se tiene con otros procesos. (Hydra, 2014)	Descuelgues de pintura. (Pearls and Flakes, 2016)
La tecnología admite decorar el objeto de forma mixta por ejemplo aerografía e hidrografía y así circunstancialmente con otras técnicas. (Hydro/chrome Desing , 2015)	En Ecuador, no existe lugares donde poder adquirir una gama variada de productos y si se lo consigue los precios son altos.
Respeta el medio ambiente, controlado la Contaminación, depuración, reutilización del agua (Hydra, 2014)	Piel de naranja y suciedad o polvo durante el proceso de imprimación. (Hydrotransfer, 2016)

En la aplicación del sistema wáter transfer printing son necesarios elementos básicos para ejecutar este proceso en los cuales se encuentra

- Película o film
- Activador
- Capa base
- Laca o barniz

Películas o film de alcohol polivinilico, producto solvente al agua aplicable a todo tipo de superficie no porosa, su fórmula química es (C_2H_4O).

En el mercado se encuentran dos tipos de películas las gruesas y delgadas, las gruesas poseen una carga de tinta excesiva estas pueden ser las películas con diseños de madera calaveras y llamas, mientras tanto las películas delgadas están compuestas de poca carga de pintura.

Depende del tipo de película que se vaya a emplear el uso de activador y de temperatura del agua para tener un buen resultado en la aplicación.

La humedad que deben tener los espacios de almacenamiento de los films debe ser por debajo del 60% a una temperatura de 20 a 25 grados centígrados.

Las películas de polivinilo son transparentes, para colocar diseños se debe imprimirla con una impresora convencional de chorro de tinta, haciendo que los diseños previamente creados en programas de edición de imágenes como Adobe Ilustrador, Adobe Photoshop entre otros, se puedan transmitir a innumerables artículos.



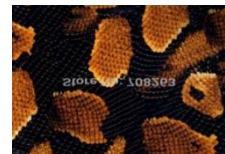
HGARTS- México.
\$4,90/ 50 cm



HYDRA-España
\$3,50/ 50 cm



VISION DIGITAL- México \$3.5/ 50 cm



AguaTransfer – España
30 cm /€4.5

Figura 2. Diseños de películas para Water Transfer Printing de varias empresas

Para que la película obtenga las propiedades adecuadas para realizar el proceso es necesario un activador el cual está compuesto por una fórmula química, esta fórmula es propiedad de cada empresa que la distribuye, también es el elemento que permite dar una elasticidad a la película empleada para su respectiva adherencia.

Realizando un análisis sobre las precauciones que se debe tener al momento de la aplicación el activador, la mayoría de empresas coincide con lo siguiente.

- EL producto es inflamable.
- Nocivo por inhalación.
- Nocivo por contacto en la piel.
- Usar guantes, mascara y gafas.

El activador es la sustancia que permite disolver el papel en el agua, dejando a la película con un efecto tipo espejo sobre el agua.

El activador está compuesto por los químicos:

- Xileno
- CAD (Éter de etilenglicol vinagre elaboración de la cerveza éster)
- 783 (Diluyente dispersor de películas)
- MBIK (Metilisobutilcetona)
- Quitapintura (Agente A)
- Quitapintura (Agente B)
- Aceite PU
- Butilo

Los elementos que se someten a este proceso deben contar con una capa de material base el cual consiste básicamente en aplicar pintura poliéster, conocido también como “base” es derivado del poliuretano. Su rápido secado hace que el trabajo sea más fácil, la cual otorga un acabado opaco, tanto en las pinturas sólidas como perlados. Esto implica un uso de barniz para dar brillo. Solo requiere diluyente poliuretano para su uso (Pintura Helios, 2016).

“No se aplique este producto si la temperatura ambiente esta abajo de 4 °C, o por arriba de los 43 °C. La humedad relativa deber ser inferior a 90%” (Street Tuning, 2013, párrafo 5).

La laca o barniz producto para acabados superficiales según SODIMAC (2016) afirma que: “Barniz duro y brillante, hecho con laca natural o con productos sintéticos, que se emplea para decorar objetos” (párrafo 1). En la figura 3 se observa las diferentes presentaciones de las lacas o barnices.



Figura 3. Lacas para WPT
(Hydrawtp, 2016)

Para la empresa Quiminet (2013), en su publicación expone que la laca: “Es un tipo de barniz que se utiliza para disimular golpes y arañazos en la superficie. Su principal ventaja, respecto a otros materiales, es que muy resistente y aporta una gran protección a la superficie.” (Párrafo 3)

Por lo tanto, su finalidad en WTP, es principalmente la protección de la impresión frente al desgaste que puede sufrir el producto pintado (la corrosión, el agua, la abrasión, el contacto con la grasa de las manos, etc.

Para la verificación de las capas de pintura de water transfer printing, se procedió a investigar las capas que posee y realizar un corte a un objeto que tiene tratamiento WTP para el respectivo análisis:

Según especificaciones técnicas HGARTS, water transfer printing maneja las siguientes características que se pueden observar en la tabla 3.

Tabla 2. Características de la capa de pintura de WTP

Materia	Cantidad
Primer	30 a 35 μm
Capa Base	30 μm
Película o Film	75 μm a 100 μm
Laca o Barniz	35 a 50 μm

En la figura 4 se observa las capas de pintura a las que se encuentra sometido el material para la aplicación del sistema water transfer printing.

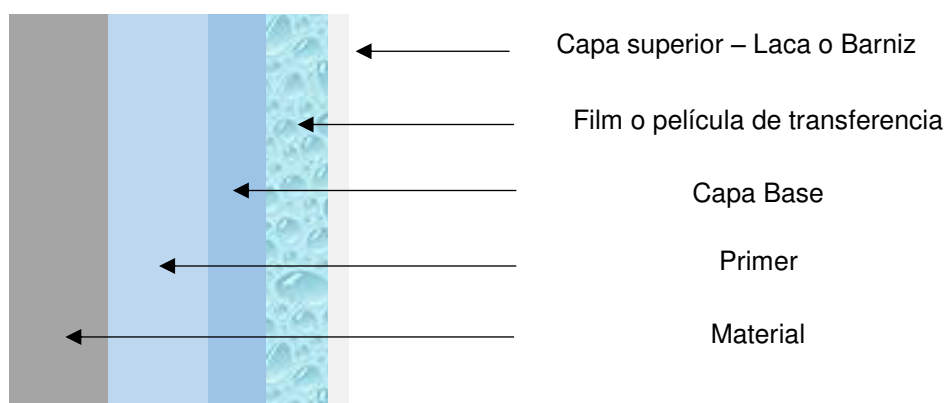


Figura 4. Capas del sistema wáter transfer printing

En la tabla 3 se define la durabilidad, complejidad del proceso, tipos de superficies a las que se puede aplicar este proceso, el tiempo de aplicación, costos, etc. Comparando el sistema WTP con otras técnicas que existen en el mercado

Tabla 3. Water Transfer Printing frente a otros procesos de personalización.

Técnica de pintura	Durabilidad exteriores	Complejidad del proceso	Superficies aplicadas	Tiempo de aplicación	Corrección de Errores	Temperaturas máximas	Costo
VINILO FIBRA DE CARBONO	Más de 4 años	Baja	Irregular	20 min	Sí	400°C	30
AEROGRAFÍA	Más de 4 años	Media	Irregular	6 horas	No	300°C	150
STIKER	2 años	Baja	Regular	15 min	No	120°C	40
SERIGRAFÍA	Más de 4 años	Media	Regular	30 min	No	A 160 °C	90
WATER TRANSFER PRINTING	Más de 5 años	Baja	Irregular y regular	10 min	Sí	Más de 400°C	20

Para la construcción del sistema wáter transfer printing se emplearon ecuaciones que facilitaron a la selección de materiales a continuación se detallan los siguientes.

Para el cálculo del volumen de líquido en un tanque rectangular se usó la ecuación 1 basada en la fórmula del volumen que es parte de la hidrostática.

$$V = X \times Y \times L \quad [1]$$

Donde:

X: Ancho del contenedor [m]

Y: Altura del contenedor [m]

L: Longitud [m]

Para determinar la densidad de un sólido o un líquido se utilizó la ecuación 2, ecuación basada en la estática de los fluidos en la que es necesario tener la masa y el volumen de este.

$$D = \frac{M}{V} \quad [2]$$

Donde:

M: Masa [g]

V: Volumen [cm³]

Para calcular el caudal de salida de un tanque, se realiza el siguiente análisis con la ecuación 3 referente a la dinámica de fluidos.:

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta(mgh)}{\Delta t} = \frac{gh\Delta m}{\Delta t} = gh\delta_{agua} \frac{\Delta V}{\Delta t} = gh\delta_{agua} Q \quad [3]$$

Dónde:

P: Potencia que genera el motor de la bomba. [kW]
W: Trabajo del proceso. [kg m]
 Δt : Variación del tiempo. [s]
 ΔE : Variación de la energía potencial del agua.
m: Masa del cuerpo. [kgf]
g: Gravedad. [m/s^2]
 δ : Densidad del agua. [kg/m^3]
h: Altura del tanque. [m]
 ΔV : Variación de la velocidad del fluido (Burbano S).
Despejando Q, tenemos que:

$$Q = \frac{p_{max}}{gh\delta_{agua}} \quad [4]$$

Dónde:

Q: Caudal [m^3/s]
Pmax: Potencia máxima generada por una bomba. [HP]
g: gravedad [m/s^2]
h: altura de un tanque [cm]

La ecuación 5 referente al principio de Bernoulli señala el cálculo de la velocidad del agua que sale por la boquilla de retorno.

$$\frac{1}{2} \delta V_1^2 + \delta g h_1 = \frac{1}{2} \delta V_2^2 + \delta g h_2 \quad [5]$$

Donde:

V₁: Velocidad del fluido en la sección considerada (inicial) [m^3/s]
V₂: Velocidad del fluido en la sección considerada (alcanzada) [m^3/s]
 δ : Densidad del fluido. [kg/m^3]
g: Aceleración gravitatoria. [m/s^2]
h₁: Altura inicial en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.
h₂: Altura alcanzada en la dirección de la gravedad desde una cota.
Para calcular la velocidad a la que el fluido sale por el orificio cuando la superficie del líquido está a una altura predeterminada se emplea la ecuación 6.

$$V_{max} = \frac{Q_{max}}{A} \quad [6]$$

Dónde:

V_{max}: Velocidad máxima de salida del agua. [m/s]
Q_{max}: Caudal máximo que pasa por un orificio. [m^3/s]
A: Área del orificio [m^2]

Para el cálculo de la presión hidrostática se emplea la ecuación 7 la cual señala el cálculo de la presión que ejerce el agua en las paredes del acero inoxidable.

$$PL = \delta \times g \times h \quad [7]$$

PL: Presión de un líquido [N/m^2]
 δ : Densidad del agua [kg/m^3]
 g : Gravedad [m/s^2]
 h : Altura del recipiente [cm].

La selección del acero inoxidable se la realiza mediante la ecuación 8, referente a la selección del espesor de láminas de acero.

$$t = L \sqrt{\partial_n \frac{P_n}{S}} \quad [8]$$

Dónde:

t: Espesor de la placa requerido
L: Longitud del tanque
 ∂_n : Factor que depende de la relación de altura y longitud.
 P_n : Presión absoluta = $\varphi \times g \times h + P_{atm}$
S: Valor del esfuerzo de la placa

Para calcular la masa del tanque y de cada una de las piezas que lo conforma se empleó la ecuación 9.

$$m = \rho \times v \quad [9]$$

Donde

ρ : Densidad [kg/m^3]
v: Volume [m^3]

Equivalencias:

1Kg: 1000 g.

1 g: 1000 mg

La selección de las niquelinas se la realizo mediante el uso de la ecuación 10.

$${}_1Q_2 - {}_1W_2 = \Delta U \quad [10]$$

Donde:

${}_1Q_2$: Calor.
 ${}_1W_2$: Trabajo.
 ΔU : Incremento de energía.

Para la selección del grado de protección del motor y las niquelinas se empleó la ecuación 11.

$$\begin{aligned} IP_{motor} + IP_{niquelina \text{ total}} &= \\ IP_{motor} &= \text{Amperaje} \times I_{Nominal} \\ IP_{niquelina} &= \text{Amperaje} \times I_{Nominal} \end{aligned} \quad [11]$$

El grado de protección para el tablero se la realizo mediante la ecuación 12 referida al índice de protección IP.

$$ct = Ipct + Iplp + Iplpt \quad [12]$$

Dónde:

ct: Control de temperatura

tm: Timer

lp: Luz piloto

lpt: Luz piloto total

$$IPct = \text{Amperaje} \times I \text{ Nominal}$$

$$IPtm = \text{Amperaje} \times I \text{ Nominal}$$

$$IPlp = \text{Amperaje} \times I \text{ Nomina}$$

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

En la construcción del sistema wáter transfer printing se analizó mediante una matriz la forma, el material y la capacidad que tendrá el tanque, una vez definidos estos parámetros se procedió con el diseño mediante un software de modelación Autocad y Solidworks los cuales permitieron diseñar cada una de las piezas que conformaron el tanque y permitió observar la deformación a la que está expuesto el tanque al ponerse en funcionamiento.

Para definir el espesor del material se aplicó la formula [8] usando las características del material diseñamos la estructura con cada componente en autocad y mediante las medidas de cada pieza se pudo definir el volumen de la estructura aplicado la ecuación [1], para observar la deformación dentro del tanque se usó la densidad del material aplicando una simulación de carga en el interior del tanque con el programa solidworks.

Para calcular la masa de agua que el tanque soportara en su interior se aplica la ecuación [2], definiendo la cantidad de agua que ingresara en el tanque de inmersión y el tanque de recirculación.

Una vez definido el diseño de la estructura del tanque se procedió a identificar los componentes hidráulicos que formaran parte del tanque con la ecuación [3] referente a la dinámica de fluidos se realizó un análisis definiendo en la ecuación [4] el cálculo que necesita la bomba para recircular el agua en el interior del tanque, necesitando de esta manera boquillas de retorno que fueron seleccionadas con la ecuación [5] referente al principio de Bernoulli, definiendo así un caudal de salida, de esta manera usando la ecuación [6] se calculó la velocidad que el agua tendrá al salir por los orificios de las boquillas de retorno.

Para conocer la presión que se creara dentro de la estructura del tanque cuando este se encuentra con agua se empleó la ecuación [7] determinando la presión que ejerce el líquido en las paredes y en el fondo.

Para la conformación de la estructura del tanque se definió su espesor con la ecuación [8] usando planchas de acero inoxidable ASTM A240 de 1mm formando las piezas y uniéndoles mediante soldadura MIG en el exterior para asegurar la unión y en su interior con una soldadura TIG para unir las paredes del tanque de inmersión evitando fugas y oxidaciones.

Con la ecuación [9] se calculó la masa del tanque para definir el peso que es capaz de soportar las ruedas de plástico que se instalaron en cada esquina del tanque.

Al sistema WTP se le implementaron niquelinas que son capaces de calentar el agua en el tanque de inmersión las cuales fueron seleccionadas con la ecuación [10], la conexión de las niquelinas necesito instalar protecciones que fueron calculadas con la ecuación [11] referentes al grado de protección.

El grado de protección para el tablero se la realizo mediante la ecuación [12] referida al índice de protección IP. Una vez definido estos componentes se acoplo la estructura con los sistemas eléctricos e hidráulicos.

Al terminar de construir el sistema se realizó las respectivas pruebas del equipo, el cual sirvió para corregir fallas de construcción para después realizar un análisis de funcionamiento y finalmente analizar sus ventajas y desventajas.

Para el análisis de pruebas con respecto a resistencia de los acabados superficiales de forma química a los productos pintados por WTP, se sometió el producto terminado a productos químicos como la acetona, gasolina y thinner.

Las pruebas de desgaste de la pintura y por medición visual determinan datos de opacidad, color y brillo manejando una escala de colores; en la cual se empleó procesos y datos de los estándares de las normas RTE INEN 061 - Pinturas.

Para verificar el espesor de pintura y la capacidad de adherencia se realizó un ensayo de corte enrejado, que consiste en cortar en rejas las capas del producto para determinar el grado de adherencia aplicando la norma NTE INEN 1 006:98 - Pinturas y productos afines. Determinación de adherencia mediante prueba de la cinta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA WTP.

Los materiales que se usan comúnmente en la construcción del sistema wáter transfer printing son el acero inoxidable, la fibra de vidrio y el plástico en la tabla 4 se observan las características que posee cada material.

Tabla 4. Características de los materiales

Material	Densidad (g/cm ³)	Resistencia Máxima	Temperatura de ablandamiento
Acero inoxidable	7.96	642.3 MPa	659 °C
Fibra de vidrio	2.58	3445 MPa	546°C
Plástico	2.18	140 MPa	260 °C

Para el análisis de construcción se realizó una matriz comparando el acero inoxidable, la fibra de vidrio y el plástico con el fin de seleccionar el material adecuado para la construcción. Para determinar la mejor alternativa se realizó una lista de criterios evaluados subjetivamente con valores del 1 al 5, siendo 5 el puntaje máximo y 1 el puntaje mínimo. El mayor del promedio de evaluación para cada sistema refleja cuál de estos es el más conveniente siendo 35 la puntuación más alta.

Tabla 5. Matriz de selección de material

Material	Durabilidad	Mantenimiento de temperatura	Disponibilidad de material	Costo	Mantenimiento	Oxidación	Construcción
Acero inoxidable	5	5	5	5	5	4	5
Fibra de vidrio	5	3	5	4	4	5	3
Plástico	4	3	5	5	4	5	4

El matriz arroja que el acero inoxidable posee una puntuación de 34, la fibra de vidrio tiene una puntuación de 29 y el plástico una puntuación de 30, definiendo así la utilización de planchas de acero inoxidable para la construcción del sistema WTP.

Las medidas del tanque se seleccionarán para que se sumerjan un aro de vehículo rin 15, su forma cuadrada aprovechara toda la superficie sin desperdiciar ningún espacio, los sistemas WTP tienen formas rectangulares.

3.2. DISEÑO DEL TANQUE

El diseño del sistema mecánico consistió en analizar cada uno de los componentes que conforman la estructura del equipo se forma de dos

componentes que son el taque de inmersión con su recolector de agua y el recubrimiento que es un mueble de soporte para el tanque.

La masa del tanque se calcula mediante la densidad del acero inoxidable que es de 7.96 gr/cm^3 y su espesor de 1mm, en la tabla 6 se observa las dimensiones de cada pieza y el cálculo de su masa.

Tabla 6. Especificaciones de masa y peso del sistema del WTP

Descripción	Dimensiones (cm)	Área (cm^2)	Volumen = área x espesor (cm^3)	Masa =densidad x volumen (gramos)
Pieza 1	125.5x64	8032	803,2	6393.5
Pieza 2	87x50	4350	435	3462.6
Pieza 3	87x50	4350	435	3462.6
Pieza 4	64.2x47	3017.4	301.74	2401.85
Pieza 5	60x80	4800	480	3820.8
Pieza 6	60x80	4800	480	3820.8
Pieza 7	60x80	4800	480	3820.8
Pieza 8	60x80	480	48	382.08
Pieza 9	80x71	5680	568	4521.28
Pieza 10	71x80	5680	568	4521.28
Pieza 11	20x63	1260	126	1002.96
Soporte de mallas	10x6	60	6	47.76
Base	120.5 x 70.2x4	823,5	82.35	655.506
Soporte de filtro	30.5x27	8435	84635	671.426
Niquelina				600 gramos
Llantas de plástico				80 gramos
Filtro				1.2 kg
Total				41865.2144

La masa total es: $41865.2144 \text{ g} = 41.865 \text{ Kg}$

El peso total del taque se lo calcula con la ecuación 1.

$$Pt = m \times g$$

$$Pt = 41.0865 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

El tanque tiene forma de prisma rectangular, es la zona donde se realiza la inmersión del objeto a pintar, diseñado para sumergir hasta aros de autos de Rin 18; esta unidad está compuesta por 6 piezas para la formación del mismo, la que se muestra en la figura 5, el tanque es dividido por una pieza que forma el área de recirculación de agua.

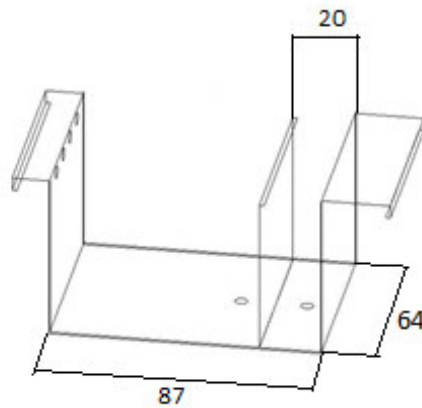


Figura 5. Dimensiones generales

3.1.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE TANQUE DE INMERSIÓN Y DEL RECOLECTOR DE AGUA.

Usando la ecuación 1 encontramos el volumen del área de inmersión con los siguientes datos.

Largo = (largo de la pieza 2 o 3) – ancho de las mallas

$$L = 87 \text{ cm} - 20 \text{ cm}$$

$$L = 67 \text{ cm}$$

Así el volumen es:

$$V_{\text{inmersión}} = 67 \text{ cm} \times 64 \text{ cm} \times 47 \text{ cm}$$

$$V = 201536 \text{ cm}^3 = 0.2015 \text{ m}^3 = 201.5 \text{ litros}$$

Las medidas para efectuar el cálculo del volumen del recolector son:

Ancho del recolector = 20 cm

Largo = 64 cm

Altura = 25 cm

Así el volumen es:

$$V_{\text{recolector}} = 20 \text{ cm} \times 64 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$$

$$V_{\text{recolector}} = 32000 \text{ cm}^3 = 32 \text{ litros}$$

Para el cálculo del volumen del recolector de agua la altura debe llegar hasta el medio del tanque para permitir que las mallas que posee el recolector realicen su función que es detener los residuos que quedan después de realizar el proceso.

3.1.2 ANÁLISIS DE DEFORMACIÓN DEL TANQUE

Una vez diseñada el área de inmersión y el área de recolección de agua se construyó el tanque en solidworks con el fin de saber la deformación que sufre al simular la colocación de carga dentro de este.

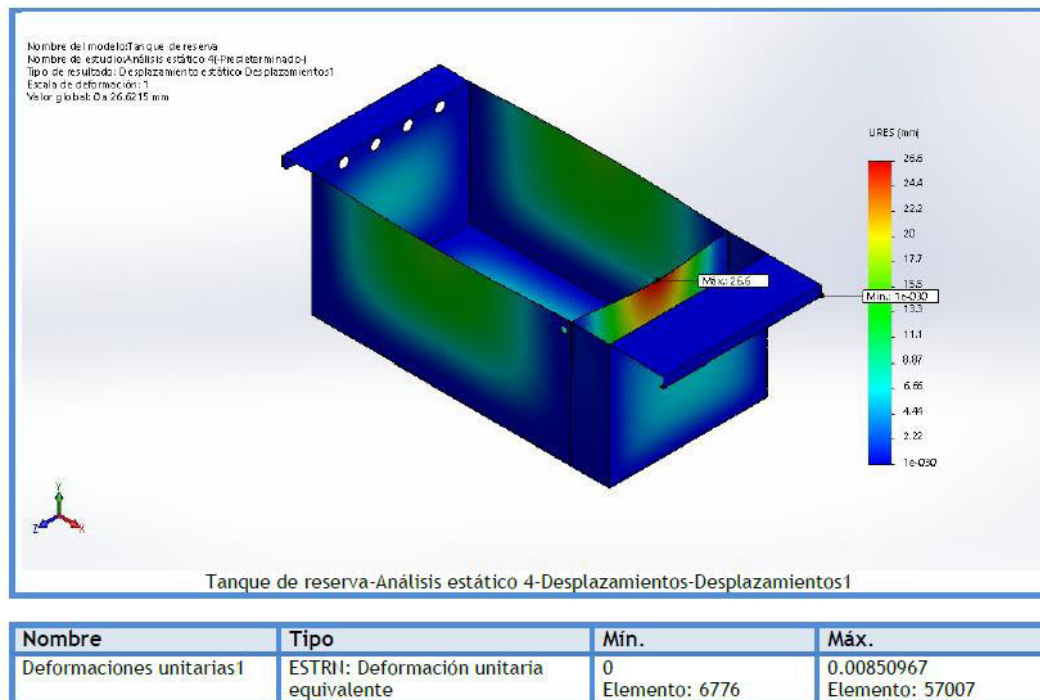


Figura 6. Análisis de deformación

La deformación mínima en el tanque es de 0 y la deformación máxima dentro de este es de 0.00850.

3.1.3 RECUBRIMIENTO DEL WTP

En el diseño para el recubrimiento del sistema water transfer printing, necesita 6 láminas de acero ASTM A240 de 1mm de espesor independientes, las cuales se someten al proceso de cortado y soldado para formar el armazón del sistema.

3.1.4 CÁLCULO DE PRESIONES AL INTERIOR DEL TANQUE

Al interior del tanque de inmersión y en el recolector se generan presiones de tipo hidrostático cuando sistema esté lleno de agua esto se lo puede calcular con la ecuación 7.

$$PL = \delta \times g \times h$$

Dónde:

δ : densidad del agua = 1000 kg/m³

g: gravedad 9.7727 m/s

h: altura del tanque = 0.47m = 47 cm

Así la presión en el fondo del tanque de inmersión es el mismo que en el recolector:

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.7727 \text{ m/s}^2 \times 0.47 \text{ m} = 4.5 \text{ Pa}$$

La presión en las paredes se calcula en el centro de ellas, es decir que corresponde a una altura de la mitad de alto del tanque.

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.7727 \text{ m/s}^2 \times 0.235 \text{ m}$$

$$P = 22.96 \text{ Pa}$$

3.2 SISTEMA HIDRÁULICO

En la figura 7, se indica el funcionamiento del sistema de recirculación del agua consiste de un tanque de almacenamiento de agua que se conecta a un filtro para retener las impurezas, luego se conecta a la bomba hidráulica accionada por un motor eléctrico bifásico para generar el caudal y presión necesarios hacia las boquillas de retorno del agua, hacia el tanque de inmersión.

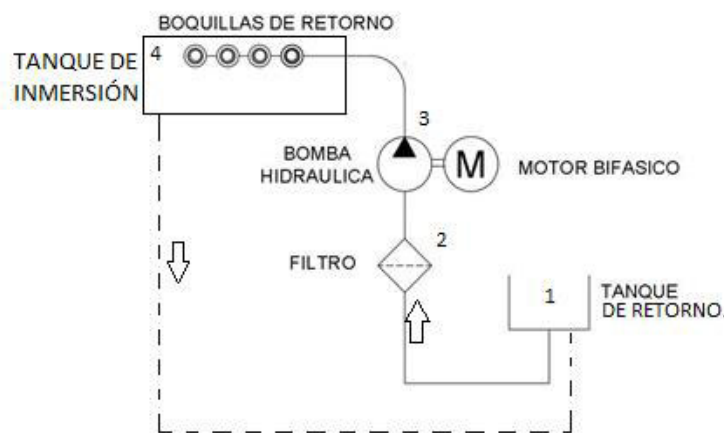


Figura 7. Circuito hidráulico del sistema WTP

3.2.1 PROCESO DE DESFOGUE DE AGUA DEL SISTEMA

Para realizar el proceso del desfogue del agua, el líquido del tanque se dirige hacia la tubería flexible, y luego desembocar a la llave de bola. La tubería flexible tiene una longitud de 65 cm, como se presenta en la figura 8.

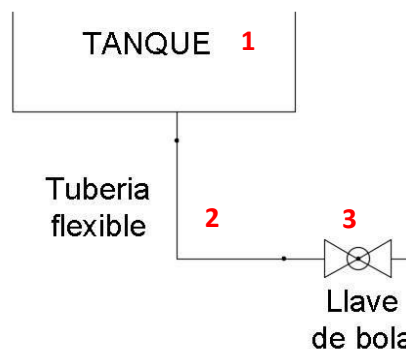


Figura 8. Circuito del proceso de desfogue de agua recirculada.

3.3 SISTEMA ELÉCTRICO

En la figura 9 se indica el circuito eléctrico implementado en el sistema wáter transfer printing.

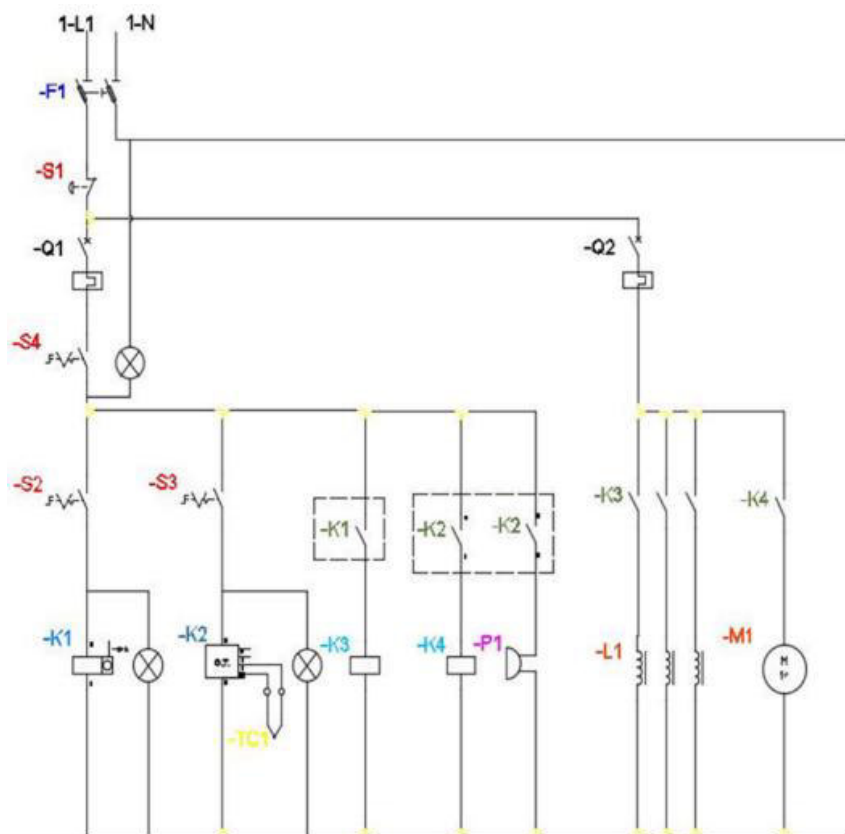


Figura 9. Circuito del sistema eléctrico

A continuación, en la figura 10 se presenta la descripción de la nomenclatura de los componentes eléctricos del sistema.

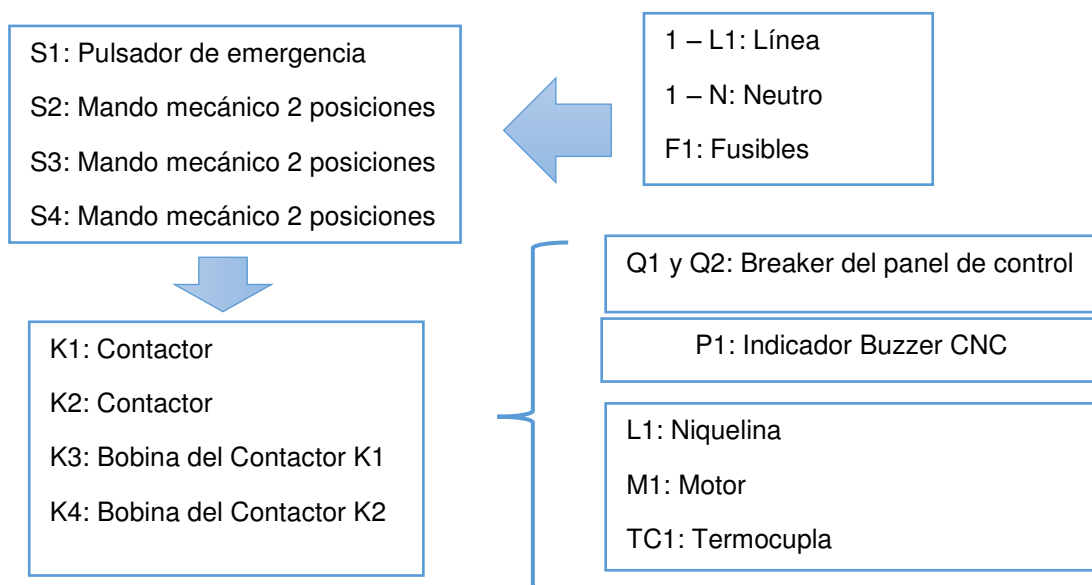


Figura 10. Nomenclatura utilizada en el diagrama del sistema eléctrico

3.4 SELECCIÓN DE MATERIALES

3.4.1 LÁMINA DE ACERO

Para realizar la selección del acero inoxidable ASTM A240 de 1mm de espesor se utilizó la ecuación 8, tomando como datos la densidad y la resistencia del acero inoxidable detallada en la tabla 7.

Tabla 7. Propiedades del acero inoxidable ASTM A240

Características	Detalle
Resistencia a la fluencia	310 MPa (45 KSI)
Resistencia máxima	642.3 MPa (90 KSI)
Elongación	30 % (en 50mm)
Módulo de elasticidad	200 GPa (29000 KSI)
Densidad del acero inoxidable	7.96 gr/cm ³

(Sherwin-industria, 2012)

Aplicación de la ecuación 8.

$$t = L \sqrt{\partial_n \frac{P_n}{S}}$$

Dónde:

$$L: 87\text{cm} \times \frac{1\text{pulg}}{2.54\text{ cm}} = 34.26\text{pulg}$$

$$\partial_n: 0.012$$

$$P_{\text{atm Quito}} = 70432\text{Pa}$$

$$P_n: 1000\text{ kg/m}^3 \times 0.47\text{m} \times 9.7727\text{m/s}^2 + 70432\text{Pa}$$

$$P_n = 102.15\text{ PSI}$$

S: Resistencia del acero inoxidable ASTM A240

$$642.3\text{MPa} = 93155.7\text{ PSI}$$

Aplicación de la ecuación:

$$t = 34.26\text{pulg} \sqrt{0.012 \frac{102.15\text{ PSI}}{93155.7\text{ PSI}}}$$

$$t = 0.0393\text{pulg} = 1\text{mm}$$

3.4.2 SELECCIÓN DE RUEDAS

Para seleccionar el tipo de rueda se consideró la masa total del equipo que es de 41.865 Kg y el volumen del tanque es de 233.5 litros con la ecuación 9 se calculó el peso del tanque para determinar el tipo de llantas en función de la carga.

$$m_{agua} = \rho_{agua} \times V$$

$$m_{agua} = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 233.5 \text{ m}^3$$

$$m_{agua} = 233.5 \text{ kg}$$

$$Peso_{agua} = 233.5 \text{ kg} \times 9.772 \text{ m/s}^2$$

$$Peso_{agua} = 2281.762 \text{ N}$$

$$Masa \text{ estructural} + Masa \text{ tanque} = Masa \text{ total}$$

$$Masa \text{ total} = 41.865 \text{ kg} + 233.5 \text{ kg}$$

$$Masa \text{ total} = 275.36 \text{ kg}$$

$$Masa \text{ total} \div 4 \text{ esquinas del tanque} = 68.84 \text{ kg}$$

La masa que las ruedas de la figura 11 deben soportar es de 68.06kgf en las 4 esquinas del tanque. Con la ayuda de una tabla vista en el anexo 3 se determinó el tipo de rueda que se debe usar en la construcción.



Figura 11. Rueda de plástico.

3.4.3 RIEL DIN METÁLICA

Se necesita ubicar el breaker y los dos contactores, es necesario utilizar este riel para la adecuación de los elementos dentro del panel de control, se utilizó con la medida de 35 mm de alto por 7,5 mm de ancho en la figura 12 se observa el riel DIN.

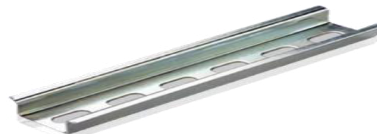


Figura 12. Riel DIN metálica

3.4.4 NIQUELINA

Para determinar el uso de las niquelinas para calentar los 278.4 litros de agua se definió la temperatura inicial del agua (T1) es 15°C y se necesita que el agua alcance una temperatura de 32°C promedio en 40 min; para lo cual se supone que la perdida de calor es significativa (Q= 0KJ), en la figura 13 se observan los datos necesarios para realizar los cálculos.

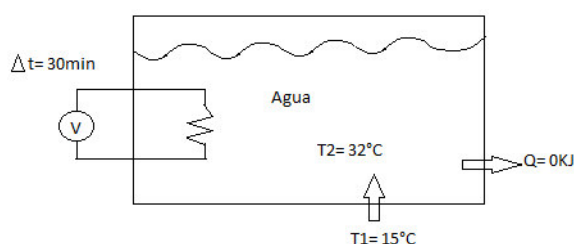


Figura 13. Esquema del tanque con la niquelina.

como la temperatura de 32°C es menor a la temperatura de ebullición del agua en Quito, entonces se tiene un estado de líquido comprimido, para realizar la selección de la niquelina se aplica la ecuación 10.

$$\begin{aligned} {}_1Q_2 - {}_1W_2 &= \Delta U \\ {}_1W_2 = W_e &= V \times I \times \Delta t ; W_e = \frac{W_e}{\Delta t} \\ -W_e &= \Delta U \\ -W_e &= m(\mu_2 - \mu_1) \end{aligned}$$

$$\mu_2 \text{ a } 32^\circ\text{C} = 125.73 \text{ kJ/kg}$$

$$\mu_1 \text{ a } 15^\circ\text{C} = 62.980 \text{ kJ/kg}$$

$$m = 278.4 \text{ kg}$$

$$-W_e = 278.4 \text{ kg} (125.73 - 62.98) \text{ kJ/kg}$$

$$-W_e = 17469.6 \text{ kJ}$$

$$W_e = -17469.6 \text{ kJ}$$

El signo negativo significa que los alrededores (resistencia) realizan trabajo sobre el sistema.

$$W_e = \frac{17469,6 \text{ kJ}}{40 \text{ min} \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}}} = 7.275 \text{ kW}$$

Según el cálculo el sistema necesita una potencia de 7.275 kW para calentar el agua a 32°C en 40 minutos, en el mercado se pueden encontrar niquelinas de 7.5 kW las cuales se usaron para la construcción del tanque.

3.4.5 CONTACTORES

Dispositivos encargados de soportar la carga eléctrica de las niquelinas que es de 7500Watts y del motor eléctrico que tiene una carga de 5600 Watt y un amperaje de 68A y 13,8 A respectivamente.

El contactor debe soportar un amperaje de 150A y funciona a un voltaje de 110V-220V, mientras que el otro contactor soporta un amperaje de 16A funcional a 110V-220V, permitiendo cubrir las necesidades del sistema en la figura 14 se observan los contactores.



Figura 14. Contactor AF26-30-00-13(izquierda) y AF09-30-10-13 (derecha)

En la tabla 8 se observa el amperaje nominal del motor eléctrico.

Tabla 8. Amperaje nominal del motor eléctrico

HP	KW	I	FUS	PROT
		115	115	115
1/6	0.12	4.4	8	16
1/4	0.19	5.8	10	16
1/3	0.25	7.2	16	20
1/2	0.37	9.8	20	25
3/4	0.56	13.8	25	40
1	0.75	16	32	40
1.5	1.12	20	40	50
2	1.49	24	50	63

3.4.6 TIMER DIGITAL

Se escogió el timer digital de 110V con pines límite de 999 minutos, porque este permite visualizar el tiempo de trabajo de la bomba en minutos, lo que facilita llevar la contabilidad de los 10 minutos requeridos para el proceso de limpieza y recirculación de agua. Se utilizó la que se presenta en la figura 15.



Figura 15. Timer digital 999min asy-3d-110v cnc 9 pines

3.4.7 CONTROL DE TEMPERATURA

Se seleccionó el control de temperatura que se observa en la figura 16 ya que ayuda a visualizar los grados Celsius que presenta el tanque, además muestra la temperatura a la que debe llegar el agua, el control de temperatura funciona con 110V.



Figura 16. Control de temperatura

3.4.8 PULSADOR DE EMERGENCIA

Se necesita un pulsador de emergencia seleccionado por su facilidad de uso y funcionamiento, para desconectar por completo el sistema, el pulsador trabaja con un voltaje de 110V a 220V y con un grado de protección IP de 40. Como se presenta en la figura 17.



Figura 17. Pulsador de emergencia

3.4.9 SELECTOR DE 2 POSICIONES

Seleccionados para encender y apagar los componentes del sistema WTP son capaces de soportar las cargas de cada componente y su variación de resistencia de voltaje de 110 V a 220V lo hace ideal para el control del tanque, ver en la figura 18.



Figura 18. Selector de 2 posiciones

3.4.10 LUZ PILOTO (VERDE)

Escogido por que es compatible a la corriente que se maneja en todo el sistema (110V), posee una alerta visual que indica el encendido del sistema y de sus componentes, ver en la figura 19.



Figura 19. Luz piloto (verde)

3.4.11 LUZ PILOTO CON BUZZER

Escogido por que es compatible a la corriente que se maneja en todo el sistema (110V), posee una alerta visual y auditiva que indica que el agua ha llegado a la temperatura pre programada, ver la figura 20.



Figura 20. Luz piloto con buzzer

3.4.12 BREAKER 50A

Breaker de 50A seleccionado por que cubre la corriente de protección calculada con la ecuación 11.

$$IP_{motor} + IP_{niquelina\ total} = IP_{proteccion}$$

$$IP_{motor} = 1.25 \times I_{Nominal}$$

$$IP_{motor} = 1.25 \times 9 = 11.25A$$

$$IP_{niquelina} = 1.25 \times I_{Nominal}$$

$$IP_{niquelina} = 1.25 \times 10 = 12.5A$$

$$IP_{niquelina\ total} \rightarrow 12.5 \times 3 = 37.5A$$

$$11.25A + 37.5A = 48.75A.$$

Por lo tanto, se seleccionó un breaker de 50A.

3.4.13 BREAKER 10A

Breaker de 10A seleccionado por que cubre la corriente de protección calculada con la ecuación 11.

$$ct = Ipct + Iplp + Iplpt$$

Donde:

ct= Control de temperatura

tm= Timer

lp= Luz piloto

lpt= Luz piloto total

$$IPct = 1.25 \times I_{Nominal}$$

$$IPct = 1.25 \times 3A = 3.75A$$

$$IPtm = 1.25 \times I_{Nominal}$$

$$IPtm = 1.25 \times 5A = 6.25A$$

$$IPlp = 1.25 \times I_{Nominal}$$

$$IPlp = 1.25 \times 0.02A = 0.025A$$

$$IPluz\ piloto\ total \rightarrow 0.025 \times 4 = 0.1A$$

$$IPct + IPlp + IPlpt = \\ 3.75A + 6.1A + 0.1 = \mathbf{10\ A}$$

3.4.14 TERMINAL

Terminales capaces de soportar hasta 800 voltios y 27 A en cada conexión, seleccionados para asegurar las conexiones eléctricas entre los conductores, los dos tipos instalados en el tablero son; gris estándar es para línea y el azul son para los conductores negativos (neutros), ver figura 21.



Figura 21. Terminal

3.4.15 TERMOCUPLA

Se seleccionó esta termocupla ya que posee un recubrimiento con fibra de vidrio, alambre balanceado y blindado en su exterior, posee un rango de medición de 0° a 400°, trabaja correctamente con el control de temperatura previamente seleccionado, ver la figura 22.



Figura 22. Termocupla

3.4.16 TERMINAL PREAISLADO PUNTA REDONDA

Se utilizó los terminales de punta redonda con el fin de garantizar una unión completa con todos los hilos del cable, evitando falsos contactos que podrían provocar cortos circuitos en el sistema, ver la figura 23.



Figura 23. Terminal preaislado punta redonda

3.4.17 BOQUILLAS DE RETORNO

Boquillas utilizadas principalmente para el retorno del agua previamente filtrada, poseen una cabeza giratoria que permite modificar el ángulo de desfogue del agua. Seleccionada por su diseño y su fácil instalación normalmente van sumergidas, pero por su necesidad para limpiar el tanque se colocaron al mismo nivel del agua, las boquillas de retorno son seleccionadas por el área se instala 1 boquilla por cada 25m², ver la figura 24.



Figura 24. Boquilla de retorno

3.4.18 TUBO PAGABLE

Tubo seleccionado por su gran resistencia a las temperaturas, a la mayoría de ácidos y a los ambientes severos de trabajo, la instalación de esta tubería es fácil gracias a su ligero peso y de bajo costo.

Las presiones en las que pueden trabajar esta tubería son de 5 Kg/cm², ver figura 25.



Figura 25. Tubo pagable

3.4.19 BOMBA HIDRÁULICA

Se empleó una bomba periférica de modelo PK70-1; marca TEMCO cuyas especificaciones de fábrica determinan una potencia de 0.75HP, voltaje 110V frecuencia 60 Hz, tiene una capacidad de caudal máxima 45 l/min; todas estas características que presenta la bomba son las más óptimas para la correcta recirculación de agua en el interior del tanque, facilitando la limpieza del mismo e impidiendo la sedimentación de los residuos de la película en el tanque principal.

La recirculación del agua mediante la bomba periférica, facilita la oxigenación del agua, permitiendo su purificación haciendo posible que esta se pueda reutilizar en un número de 6000 procesos de hidroimpresión.

Cálculo de la velocidad máxima de la salida del agua por las boquillas de retorno

Se considera para este cálculo los 4 orificios ubicados en la parte superior del tanque, de este modo cuando la bomba de agua funciona genera un caudal tal que se reparte en 4 (cuatro orificios), así, resulta importante medir la velocidad a la cual el agua sale por cada orificio calculada con la ecuación 6.

$$V_{max} = \frac{Q_{max}}{A}$$

$$v_{max} = \frac{\text{caudal máximo que cruza el orificio}}{\text{area del orificio}} = \frac{Q_{max}/4}{A}$$

$$v_{max} = \frac{Q_{max}/4}{A}$$

Q_{max} : 45 litros/min

A: 0.5cm

$$v_{max} = \frac{(45 \text{ litros/min})/4}{4\pi(0.5 \text{ cm})^2} = \mathbf{2.38 \text{ m/s}}$$

Cálculo del caudal de salida a través por las boquillas de retorno

La potencia que genera el motor de la bomba cuando el sistema bombea el agua es igual a la variación de la energía potencial del agua al ser transportada desde la parte inferior del tanque a su parte superior, calculada con la ecuación 4.

$$Q = \frac{p_{max}}{gh\delta_{agua}}$$

$$P_{max} = 0.75 \text{ HP} = 0.75 \times 745.7 \text{ watt} = 559.275 \text{ watt}$$

$$Q_{max} = \frac{559.275 \text{ watt}}{9.8 \frac{m}{s^2} \times 0.88 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3} = 64.85 \text{ m}^3/s$$

Por lo tanto, la potencia del motor de 0.75HP abastece a alcanzar la velocidad de 2.38 m/s y de caudal de salida de 64.85 m³/s.

3.4.20 FILTRO

Se seleccionó debido a su capacidad de retención de sólidos en suspensión mayores que 50 micras, trabaja a una presión de 0.5 - 7kg/cm² ideal para el sistema, además las temperaturas de trabajo del filtro son de 4°C a 60°C siendo este rango el más óptimo ya que la temperatura de trabajo del water transfer printing es de 32°C, ver la figura 26.



Figura 26. Filtro

3.4.21 CODOS

Se los selecciono de acuerdo al diámetro de la tubería de PVC que es de 25.4mm, empleado en el sistema, facilitando el cambio de dirección del agua sin presentar fugas, dichos codos presentan en su estructura un ángulo de 90°, ver en la figura 27.



Figura 27. Codos

3.4.22 LLAVE DE BOLA

Se seleccionó este tipo de llave ya que ofrece una mínima resistencia a la circulación, permitiendo la salida del agua, ver en la figura 28.



Figura 28. Llave de bola

3.4.23 MANGUERA DE AGUA

Se seleccionó una manguera reforzada resistente al sol, para transportar el agua de una toma hacia el tanque, la manguera trabaja a una presión de 10 bar, ver la figura 29.



Figura 29. Manguera de agua

3.5 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA WATER TRANSFER PRINTING.

Tras la fase de diseño y selección de materiales se procedió a construir el equipo de WTP, empezando por el tanque.

Para construir el tanque se realizan la operación de trazado con la ayuda de un flexómetro, escuadra y rayador, con la guillotina se realizan los cortes en el acero inoxidable previamente marcado y con la dobladora hidráulica y mecánica se realizó los dobleces para dar forma al tanque.

3.5.1 TANQUE

El tanque está formado por tres piezas, el cuerpo del tanque y las dos tapas. El cuerpo está formado por nueve dobleces, mientras que las tapas están formadas por tres, para unir el cuerpo con las tapas se emplea una soldadora TIC, esta permite unir las tres piezas sin que el material sufra algún cambio en sus propiedades, una de ellas es la resistencia a la corrosión.

Una vez formado el tanque se procede a realizar un corte en el mismo para dividir el área de inmersión con el recolector de agua, esto se lo realizó con una plancha de acero inoxidable y sellándolo con la soldadora TIC, formando de esta manera el tanque del sistema WTP. Como se observa en la figura 30.



Figura 30. Construcción del tanque

3.5.2 RECUBRIMIENTO DEL TANQUE (MUEBLE)

El mueble está formado por 5 piezas, una base, cuatro tapas que forman los soportes del tanque que sirven para soportar al tanque.

Los soportes del tanque se conforman por cuatro piezas, dos son frontales soldados juntas y dos traseros de la misma manera mediante puntos con una soldadora MIG.

Estas piezas una vez soldadas entre sí, se acoplan a la base formada por una plancha de acero inoxidable con seis dobleces y se colocan cuatro ruedas de plástico, como se observa en la figura 31.



Figura 31. Construcción de recubrimiento del tanque.

3.5.3 INSTALACIÓN DEL TANQUE DENTRO DEL MUEBLE

Se aplicó diferentes puntos de suelda para fijar el tanque a la carcasa del sistema. Como se observa en la figura 32.



Figura 32. Instalación del tanque dentro del mueble

3.5.4 RECUBRIMIENTO TOTAL DEL MUEBLE DEL TANQUE

En la figura 33, se presenta la forma cómo se procedió a montar una carcasa para forrar completamente la parte superior del mueble, con el fin de garantizar el sellado hermético del tanque.



Figura 33. Recubrimiento total del mueble del tanque

3.5.5 ADAPTACIÓN DE LOS SOPORTES DE LAS MALLAS

En la figura 34, se observa cómo se procedió a colocar las mallas en el tanque de inmersión, utilizando una tijera y un playo.



Figura 34. Adaptación de los soportes de las mallas

3.5.6 ORIFICIOS DE ENTRADA, SALIDA Y RECIRCULACIÓN DE AGUA

Se realizaron 4 orificios a una distancia de 15 cm cada uno, con un diámetro de 5 cm. En la figura 35, se presenta todas las fases de la realización de los orificios.



Figura 35. Orificios de entrada y salida

3.5.7 COLOCACIÓN DE LAS MALLAS PARA CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS

Se adapta dos rejillas ubicadas en el área del recolector de agua a una distancia de 13 cm de una de la otra. Como se presenta en la figura 36.



Figura 36. Colocación de las mallas para control y manejo de residuos

3.5.8 INSTALACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO

La instalación se realiza con tubo PVC pagable de 1 pulgada de diámetro, se formó la flauta en donde se instalaron las boquillas de retorno, a continuación, se coloca dos tuberías de 50cm, una de 32cm y uno de 5cm que va hacia la bomba de agua unidos por codos. Se cortó dos tubos PVC de 1 pulgada de diámetro, uno de 35 cm y otro de 6 cm de longitud; estos unidos mediante un codo de 1 pulgada el cual conecta la bomba con el filtro, se adaptó un tubo de 8cm de longitud para acoplar una tubería flexible, la cual conecta el filtro con el recolector de agua, como se observa en la figura 37.

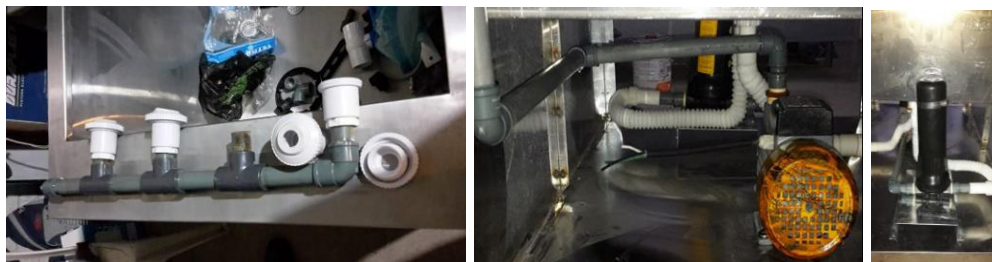


Figura 37. Instalación del sistema hidráulico.

3.5.9 INSTALACIÓN DE BOQUILLA DE INGRESO AL AGUA

Para la entrada del agua se colocó un adaptador con rosca en el tanque, ubicado en la parte superior del tanque; permitiendo acoplar una manguera flexible y esta se conecta a una toma de agua. Como se muestra la figura 38



Figura 38. Instalación de boquilla de ingreso al agua

3.5.10 INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE DRENAJE

Se coloca una tubería flexible conectada a un tubo de 7 cm de longitud y 1 pulgada de diámetro, los cuales se adaptan a dos acoples que permiten su fijación al tanque. Después se conecta una llave de bola para facilitar el vaciado del tanque. Como se observa en la figura 39.



Figura 39. Instalación de tubería de drenaje

3.5.11 COLOCACIÓN DE LA PUERTA Y PIEZA DE RECUBRIMIENTO LATERAL

Para culminar el ensamblaje del sistema se procedió a colocar la pieza lateral izquierda por medio de tornillo que permitió la fijación de la misma al tanque. Así mismo, se colocó la pieza lateral derecha (puerta) mediante bisagras y tornillos, la cual permitirá observar los componentes internos del tanque, como se puede observar en la figura 40 en esta pieza se colocó la caja térmica correspondiente a los componentes eléctricos.



Figura 40. Colocación de la puerta y pieza de recubrimiento lateral

3.5.12 INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

Consiste en la adaptación de componentes eléctricos, los cuales cumplen la función de controlar los sistemas para brindar propicias condiciones de trabajo, controlando la temperatura del agua y el tiempo de funcionamiento de la bomba.

Se conectaron los breakers y los contactores sobre una base mediante un riel DIN, así mismo se instalados los organizadores de cables.

Se instaló los componentes de control como son los selectores para la activación y desactivación de cada componente, a sí mismo, se instaló el timer y el controlador de temperatura que regulan la temperatura del agua y el tiempo de funcionamiento de la bomba.

Una vez terminada la conexión de todos los componentes del panel de control, se procedió a crear el interfaz entre los elementos de control con los elementos auxiliares de mando, ver en la figura 41.

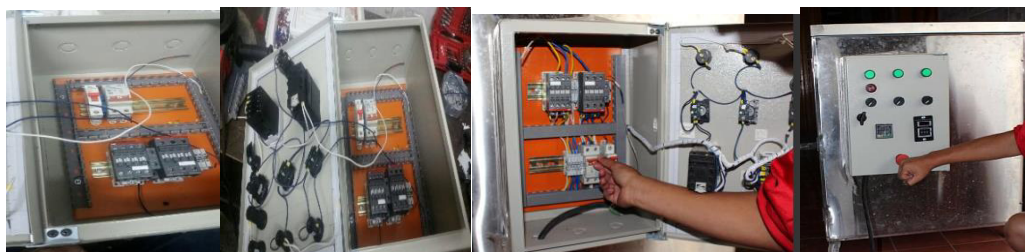


Figura 41. Instalación del sistema eléctrico.

3.6 APLICACIÓN DEL PROCESO WTP

Para este proceso se debe tomar en cuenta que la pieza debe ser menor al área de inmersión del tanque, para sumergir la pieza completamente durante el proceso de hidroimpresión.

La pieza que va a ser sometida al proceso debe resistir por lo menos 10 segundos sumergida, es importante preparar la pieza antes de la inmersión.

3.6.1 PREPARACIÓN DE LA PIEZA

3.6.1.1 Lijado de la pieza

Este paso es fundamental en el proceso permitiendo a la pieza obtener una superficie adecuada para la aplicación del primer y la capa base.

3.6.1.2 Limpieza de la pieza

Se limpia la pieza para eliminar grasas, polvo o cualquier partícula de suciedad que pueda estar sobre la superficie de la pieza.

3.6.1.3 Primer

El primer permite al plástico y al metal obtener la propiedad de adherencia con la pintura, se lo debe aplicar uniformemente en la superficie, una vez terminada la aplicación se deja secar de 15min a 20min.

3.6.1.4 Capa base

El color base define el contraste que dará la pieza a la película o film, se aplica 2 pasadas asegurándose que la pieza ha sido cubierta completamente y se deja secar 20min aproximadamente.

3.6.2 INMERSIÓN

3.6.2.1 Película o film

Antes de colocar la película se debe identificar la cara de este que debe ir en el agua, este proceso se lo define en el anexo 1, a continuación, se realizan los siguientes pasos:

Desenrollar el film en una superficie seca y limpia

- Situó la pieza que va a ser sometida al proceso y dejé un margen de 10cm por lado.
- Con cinta adhesiva se realiza un margen, evitando que el film se expanda cuando se transforma en líquido.

Colocar el film en el agua

- Establecer el agua en 32°C
- Colocar el film siempre desde una esquina para evitar que se produzcan burbujas que puedan dañar la calidad del proceso.
- El film debe permanecer en el agua un minuto y medio aproximadamente antes de colocar el activador.

3.6.2.2 Activador

Para la aplicación del activador se recomienda el uso de una mascarilla para evitar la inhalación del mismo ya que es nocivo y perjudicial para la salud.

El activador se aplica uniformemente por toda la superficie del film y se lo deja actuar durante 5 a 10 segundos, una vez realizado esto el film deberá transformarse en líquido presentando un efecto espejo.

Inmersión de la pieza

La pieza previamente preparada para la inmersión se introduce lentamente desde una esquina a 45° permitiendo que no se formen burbujas durante el proceso, la colocación de esta pintura requiere técnica y práctica.

3.6.3 ACABADO FINAL

3.6.3.1 Proceso de lavado

Una vez terminado el proceso de hidroimpresión se lava la pieza para poder retirar el residuo de película que queda en la pieza, la temperatura del agua para el lavado es de 48°C a 52°C ya que esta temperatura ayuda a que el film se adhiera de mejor manera.

3.6.3.2 Barnizado

El barnizado en la pieza ayuda a que la pintura adquiera una propiedad de protección y durabilidad, este paso es muy importante y es recomendado aplicar de 2 a 3 manos de barniz.

3.7 PRUEBAS DE ACABADOS SUPERFICIALES

3.7.1 RESISTENCIA QUÍMICA

Para la comprobación de la resistencia química se consideró dos procedimientos, en el que consistió en someter a los carshape a base WTP; el primero con las pruebas sin protección y el otro con la aplicación de la capa protectora.

Procedimiento 1

Se procedió a aplicar una gota de acetona, gasolina y thinner sobre una pieza pintada a través de wáter transfer printing pero no lacada por 5 minutos; la cual fue dividida con cinta adhesiva en tres partes para verificar sus resultados como se puede observar en la figura 42.

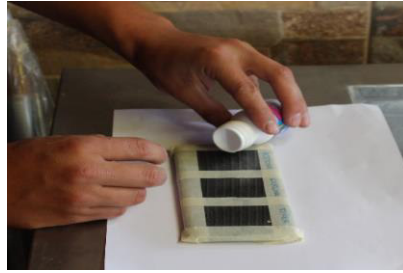


Figura 42. Aplicación de productos químicos a objetos WTP

En la figura 43 se observan los resultados que arroja la prueba con las tres sustancias previamente aplicadas.

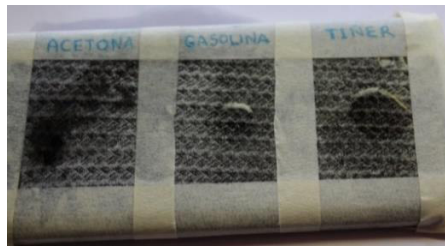


Figura 43. Prueba a base de compuestos químicos sin protección

Se considera aceptable el comportamiento de la pintura de WTP, ante los dos disolventes fuertes en el mercado. La dureza de la película de WTP se determinó como fuerte; ya que la lámina tiene un espesor de 0,5 mm; sin embargo, resiste afectaciones de daño eminente, aun sin tener la capa protectora.

Procedimiento 2

Se aplicó el mismo procedimiento anterior a las piezas de WTP, con las mismas características, pero con la diferencia que tiene la última capa protectora de laca como se puede ver en la figura 44.



Figura 44. Prueba a base de compuestos químicos sin protección

Después de aplicar los compuestos químicos, no sufrieron daño alguno sin embargo en los disolventes de pintura como es el caso de la acetona y thinner se tornó el área levemente viscosa, mientras que en el área de la gasolina no ocurrió nada. Por lo tanto, se puede inferir que una vez aplicada la capa protectora el pintado de WTP es muy resistente a la aplicación de productos químicos.

En la tabla 9 se observan los componentes químicos que contiene la acetona, la gasolina y el thinner, en la misma podemos encontrar los resultados de la prueba experimental, en donde la pieza fue puesta en contacto a estas tres sustancias arrojando resultados que se los puede comprobar mediante el tacto y la visión.

Tabla 9. Aplicación de compuestos químicos a objetos WTP.

COMPUESTO QUÍMICO	RESULTADO	OBSERVACIÓN
ACETONA	La pieza se degradó significativamente,	La pieza al no tener la capa de laca se vuelve muy vulnerable con el contacto de compuestos químicos fuertes.
Fórmula: C_3H_6O Densidad: 791 kg/m ³ Punto de ebullición: 56 °C Clasificación: Cetona		
GASOLINA	Las capas de pintura no sufrieron daño algún	La gasolina es una sustancia que no afecta al pintado por WTP; es decir no sufrió ningún daño.
Mezcla componentes hidrocarbonados de C4 a C10 y una temperatura de destilación de entre 30 y 200°C.		
THINNER	No daño la película de pintura pero si tornó a la superficie un estado viscoso.	No sufrió daño significativo, sin embargo con más tiempo de aplicación se pudiera presentar daños.
disolvente de pintura Temperatura de auto ignición: 480 °C Punto de ebullición: 56 - 136 °C. Densidad relativa: 0,77 - 0,83		

3.7.2 CAPACIDAD DE ADHERENCIA

La realización de una prueba de adherencia tras el proceso de revestimiento indica la fuerza con la que el revestimiento está afianzado en la superficie o en otra capa de revestimiento, o la fuerza de cohesión de algunos sustratos.

Método de trama/corte X

El revestimiento del objeto a base de pintura del proceso WTP, se corta en X para reducir la fijación lateral y se mide la adherencia teniendo en cuenta norma NTE INEN 1006:98, pinturas y productos afines. Determinación de adherencia mediante prueba de la cinta es un método de comparación rápido y de bajo coste.

Limitaciones:

- Prueba subjetiva para superficies planas con un rango de espesor limitado.
- Medición visual (depende del ojo humano)

PROCEDIMIENTO

Paso 1:

Sobre la lámina de WTP, se limpia para realizar el corte y hacer con una cuchilla una marca en forma de X como se puede ver en la figura 45.



Figura 45. Corte en X sobre el área WTP

Paso 2:

Poner una cinta adhesiva transparente que tenga un alto poder de adherencia. Ver figura 46.



Figura 46. Aplicación de la cinta adhesiva sobre el corte en X

Paso 3:

Con una tela frotamos la superficie con fuerza para dar mayor adherencia a la cinta. Ver figura 47.



Figura 47. Aplicar un trapo con fuerza sobre el corte

Paso 4:

Retirar en un solo tiempo la cinta adhesiva, aun solo lado. Depende del desprendimiento los resultados arrojados para el análisis. Ver figura 48.



Figura 48. Retirar la cinta para revisar resultados de adherencia

Clasificación de los resultados de la prueba de adherencia por trama cruzada

En el anexo 7 se presentan los diferentes resultados que se puede obtener al realizar la prueba de adherencia, al realizar los cortes sobre la superficie el porcentaje de daño fue de menor al 5% que se ubica en el primer nivel de la tabla, que señala un corte limpio y sin desprendimiento de color.

3.7.3 RESISTENCIA AL IMPACTO

En esta prueba se simula las exigencias a las que son sometidos los objetos que poseen la pintura del proceso WTP, directamente relacionados a los golpes o ralladuras con diferentes objetos.

Esta prueba es visual y está relacionada directamente a la capacidad de absorción de impactos y al efecto de protección contra ralladuras que tiene este proceso, en la figura 49 se observa el objeto que fue sometido a estas pruebas.



Figura 49. Aro de vehículo aplicado WTP

Prueba 1

Esta prueba se la realiza con un cepillo de alambres sobre un aro de un vehículo que posee el proceso WTP, frotándolo varias veces contra este para definir su resistencia como se observa en la figura 50.



Figura 50. Primera prueba – cepillo de alambre

En esta primera prueba se puede observar un grado de afectación mínimo ya que no se encontró desprendimiento de pintura alguno, viéndose afectado únicamente el brillo del objeto como se observa en la figura 51.



Figura 51. Resultado de la prueba 1

Prueba 2

En la siguiente prueba se requiere de un martillo de 500 g dispuesto en el extremo de un brazo de 300 mm de longitud, el martillo debe golpear al casco con la finalidad de observar la capacidad de absorción de impactos.

Esta prueba se puede realizar con una prensa, esta prueba es conocida como Erichsen.

El aro de vehículo se ubica en posición horizontal y el martillo se desplaza desde un plano vertical golpeando este a la superficie del casco como se observa en la figura 52.



Figura 52. Segunda prueba - martillo

En la segunda prueba se puede observar que los impactos no deforman a la superficie y no dañan la textura ni el brillo del proceso WTP como se observa en la figura 53.



Figura 53. Resultados de la prueba 2

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se creó un tanque que sea capaz de soportar un volumen de 214.4 litros de agua, permitiendo identificar el tipo de material adecuado para resistir la presión que exige el proceso de Water Transfer Printing que es de 24.5Pa
- La deformación unitaria que se presenta en el interior del tanque es de 0.00850 haciéndolo resistente a la carga de agua que se requiere dentro del tanque.
- En el ensayo de resistencia química se definió que las piezas aplicadas el wáter transfer printing soportan a la aplicación de sustancias como la gasolina, acetona y thinner.
- En el ensayo de resistencia de adherencia se definió que las piezas aplicadas el tratamiento WTP sufren daños de primer nivel que representan a menos del 5%, en el desprendimiento de pintura.
- En el ensayo de resistencia al impacto se define que no existe deformación alguna mucho menos un desprendimiento de pintura al someterlo a una manipulación brusca.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para evitar daños en el equipo y hacer que funcione de mejor manera, antes de encenderlo se debe leer el manual técnico con la finalidad de que el operario conozca el funcionamiento de cada controlador.
- Seguir cada paso que se señala en el manual de usuario al momento de la aplicación de la capa base, activador, temperatura de agua etc., respetando los tiempos de aplicación, alcanzando así un trabajo impecable.
- Usar este trabajo de investigación con el fin de implementar sistemas automáticos, realizando el proceso de mejor manera y en menos tiempo.

5. BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- BURBANO S., BURBANO E. y GRACIA C. (2004) FÍSICAS General. México. Editorial: Graw Hill
- RESNICK, R. HALLIDAY, D. y KRANE, K. (1996). Física: Estática de los fluidos Vol. 1. (4a. Edición.) México: CECSA.
- ROBBINSON, d. (2006). Manual de Mineralogía. ISBN 0-471-03288-3
- SEARS, F. et al. (2004). Física universitaria. Mecánica de fluidos Vol. 1. (11a. Edición). México: Pearson Educación.
- ISBN: 9702605113
- SEARS, F. et al. (2004). Física universitaria. Vol. 1. (11a. Edición). México: Pearson Educación. ISBN: 9702605113
- TIPPENS, T. (2007) Física General: Física Conceptos y Aplicaciones México Editorial Mc Graw Hill
- AGIOGENT. (2015-05-08). Terminales. Recuperado de: http://www.leroymerlin.es/productos/electricidad/cajas_y_conexiones/terminales_de_cable.html
- ARIAN Conrol & Instrumentation. (2015-1-10). Termocupla Recuperado de: <http://www.arian.cl/downloads/nt-002.pdf>
- CARBOTECNIA (2015-01-12). Válvulas y filtros Recuperado de; <http://www.carbotecnia.info/encyclopedia/filtracion-y-purificacion-diferencia/>
- CLUBENSAYOS. (2013-11-1) Cables. Recuperado de: <https://www.clubensayos.com/Filosof%C3%ADa/DIFERENCIA-ENTRE-UN-CABLE-DE-ALUMINIO-Y-UNO/1207824.html>
- DISENSA. (2015-06-9). Redes de Agua tubería PVC Recuperado de: <http://disensa.com/main/images/pdf/plastigama.pdf>
- ECURED (2016-03-12) Bombas Hidráulicas. http://www.ecured.cu/Bombas_Hidra%C3%BAlicas
- ECURED (2016-12-04). Válvula de bola. Recuperado de: http://www.ecured.cu/V%C3%A1lvula_de_bola
- ENRÍQUEZ, M. (2016 -08 -08) Recuperado de: http://www.academia.edu/10884495/Concepto_de_Breakers_el%C3%A9ctricos 2016 Breakers
- GABEXEL. (2015-02-12). Terminales preaisladas Recuperado de: <http://www.gabexel.com.ar/productos/productoT02-01.Html>
- GARDENA (2016-08-20). Manguera de agua. Recuperado de: <http://www.gardena.com/mx/water-management/garden-hose/>
- GUFERO (2016-10-2). Mangueras. Recuperado de: <http://www.gufero.com/eshop-kategorie-hadice.html?lang=7>
- HOMECENTER. (2015 -03-4). Tubería PVC Recuperado de: <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat10810/Tubos%20de%20PVC>
- THALES (201-05-07) Estándares de medición Recuperado de: <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0265-04/escalas.htm>
- METRING C.A (10-10 2012) Principios de termocuplas <http://www.metring.com/notes/HI-10-10-MT2009.pdf>

- SAEM THALES. Termocupla. (2016 -8-9), Sociedad de Andaluza de matemática de thales. Recuperado de:
<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0265-04/escalas.htm>
- VALVULAS Y TERMOPLÁSTICOS S.A (2014-03-2). Tubería PVC
Recuperado: <http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-80.html>
- WATERPROJECTS. (2016-05-04). Filtro de agua. Recuperado de:
<http://www.waterprojects-ec.com/>
- HYDROTRANSFER. (2016). Que es el wáter transfer printing.
Recuperado de: <http://hydrotransfer.es/>
- RUEDAS Y GARRUCHAS. Catálogo de ruedas. Recuperado de:
<http://www.ruedasygarruchas.com/Catalogo.html>

6. ANEXOS

6.ANEXOS

ANEXO 1.

Manual técnico y de usuario

SISTEMAS WATER TRANSFER PRINTING

MANUAL TÉCNICO Y DE USUARIO



CONSTRUIDO POR: IVÁN LÓPEZ

ENERO 2017

PRESENTACIÓN:

EL siguiente trabajo presenta como utilizar el sistema Water Transfer Printing de una manera óptima y eficiente; presenta su funcionamiento y su uso, detalla los posibles errores que pueden ocurrir durante la ejecución del mismo y el funcionamiento del sistema WTP.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA, INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS:

- Suministro de energía de 110V
- Conexión a tierra
- Suministro de agua
- Área que ocupa el equipo 4 metros cuadrados.

PRECAUCIONES SEGURIDADES

- Tener una toma de suministro de energía de 110V, diferenciar Línea y Neutro de la red eléctrica para proporcionar mayor estabilidad al sistema.
- El suministro de agua debe estar cerca, que sea agua potable, asegurarse que el caudal sea estable.
- Tener un área disponible de trabajo aproximado de 4 m²
- Controlar que, al momento de llenarse el tanque de inmersión, el agua que cae al tanque de recirculación no sobrepase la segunda malla de filtrado ya que, si se sobrepasa a la malla, esta no cumplirá su función de retener las partículas eficazmente.
- Para la realización de trabajos de mantenimiento del equipo, se deberá desconectar la alimentación eléctrica e hidráulica con el fin de evitar accidentes personales y daños al equipo.
- El cableado eléctrico no debe tener contacto con el agua.

PROCESO DE FUNCIONAMIENTO

Proceso 1: Conexión al suministro de corriente eléctrica

Conectar a una toma de corriente a 110 voltios.



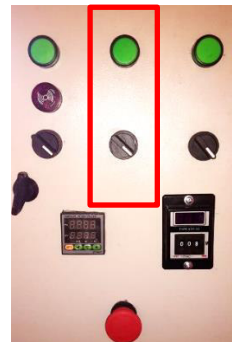
Proceso 2: Conexión al suministro de agua

Se enrosca la terminal de la manguera a la boquilla de la toma de agua.



Proceso 3: Encendido del equipo

En el panel de control girar el selector en sentido horario a las manecillas del reloj, el cual se encuentra ubicado en el medio.



Encendido de la niquelina y controlador de temperatura

Girar el selector que se encuentra ubicado en la parte izquierda para activar el controlador de temperatura y la niquelina, como se muestra la figura.



Una vez que el agua alcanza la temperatura deseada, la luz Buzzer se enciende y emite un sonido de alerta que indica que el proceso de calentamiento ha culminado.



Encendido del motor eléctrico que activa la bomba

Girar el selector que se encuentra ubicado en la parte derecha el cual activa el timer que controla el tiempo de funcionamiento de la bomba, como se muestra la figura.



Filtración del agua

Una vez terminado el proceso de inmersión, activar la bomba que permite desplazar el agua hacia el recolector de residuos para realizar el proceso de filtrado de los mismos.



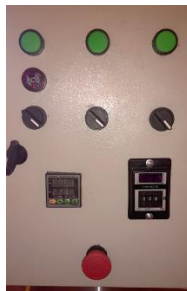
Recirculación del agua

Lo realiza la bomba, esta absorbe agua desde el recolector de residuos, pasando por dos mallas filtrantes para luego ser depurada nuevamente por un filtro más fino, luego pasa por la bomba impulsando el agua hacia las boquillas de retorno.



Apagado equipo

Una vez terminado todos los procesos de la inmersión de los objetos se apaga el equipo girando los selectores en sentido anti horario a las manecillas del reloj.



PROCESO DE PINTADO DE WATER TRANSFER PRINTING

Para poder realizar el pintado se tiene que realizar procesos antes de la inmersión y proceso después del pintado de la pieza.

MATERIALES:

- Imprimación de plásticos o metales.
- WTP Pintura base

- Activador
- Barniz o laca
- Pelicula o film
- Lija
- Guantes
- Tijeras o cuchilla
- Cinta adhesiva

Pasos para el proceso de pintado:

Considerando que el equipo esta prendido realizamos los siguientes pasos:

Antes de cualquier procedimiento se debe encender el equipo y llenar de agua, una vez realizado estos pasos procedemos a programar en el tanque la temperatura del agua: 32°C a 34°C.

1. **Tamaño de la pieza:** Verificar que el objeto a pintar se inserte bien en el sistema WTP.
2. **Lijado de la pieza:** Lijar la pieza utilizando la lija. De este modo se permitirá que la imprimación y la pintura base se adhieran a la pieza.

APLICAR EL COLOR BASE:

- Pintar la pieza con el color base deseado (WTP-Base)
- Aplicar 2 pasadas (esperar 10min entre cada pasada)
- Asegúrese que la pieza ha sido completamente cubierta con el color.
- No tocar la pieza hasta que esté completamente seca. (20min aprox.)

EL FILM

Identifique la cara del film que debe ir en el agua, para ello, se debe mojar el dedo índice/pulgar y apretar el film. Sostener el film apretado durante 5 segundos y después soltarlo. El lado que se pegue el dedo, será la cara del film que deberá ir tocando el agua.

- Desenrolle el film en una superficie limpia y seca.
- Sitúe la pieza a diseñar encima del film y contar con un margen de unos 10cm por lado.

- Encerrar los bordes del film con cinta adhesiva. De esta manera se evitará que el film se expanda en el agua una vez transformado en líquido.



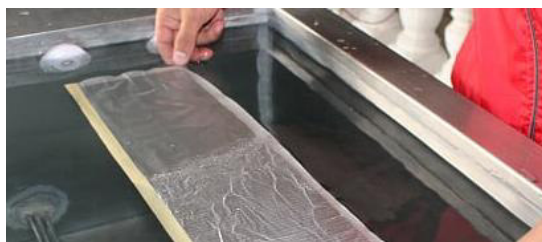
SITUAR EL FILM EN EL AGUA:



- Situar el film en la superficie del agua empezando siempre por una de las esquinas. De esta manera se evitará que se formen burbujas de aire entre la superficie del agua y el film.



- Si detecta que se ha formado alguna burbuja, se sopla lentamente e se intenta desplazarla hacia uno de los extremos del film.
- El Film debe permanecer en el agua durante un tiempo de 1'15" a 1'30" antes de la activación.



ACTIVACIÓN

Aplique el activador uniformemente por toda la superficie del film, con unrociador.

Una vez aplicado el activador, esperar de 5-10 segundos. Si la activación ha sido efectuada correctamente, el film deberá transformarse en líquido (efecto espejo)

INMERSIÓN

A continuación puede realizar el proceso de inmersión. Introduzca la pieza lentamente por una de sus esquinas con un ángulo de 45º. De esta manera evitará que se puedan formar burbujas. Recuerde que el proceso de inmersión requiere técnica, practica y paciencia.



Guarde el film restante en un lugar fresco y seco.

PROCESO DE LAVADO

Una vez realizado el proceso de inmersión, es necesario lavar la pieza. Temperatura de lavado recomendada: 48°C—52°C. Con esta temperatura aumentará la adhesión de la tinta en la pieza. (También puede lavarse con agua fría.)



SECADO

El proceso de secado consta en colocar a la pieza en un lugar limpio y que tenga acceso a la luz solar para poder secar el area pintada, este tratamiento tambien se lo puede hacer mediante luces florecntes, luz infrarroja u hornos de secado para proscesos en serie.



BARNIZADO

El barnizado de la pieza es uno de los pasos más importantes, ya que permitirá prolongar la protección y durabilidad de la pieza. Puede aplicarse barniz brillante o mate dependiendo de sus necesidades.



APAGADO DE EMERGENCIA

Si el tanque se encuentra un funcionamiento y existe una anomalia o se presenta un actividad fuera de la normalidad del tanque se debe presionar el pulsador de emergencia rojo que se encuentra en la parte inferior de la caja termica que contiene los componentes de control, esto permitirá desconectar por completo el circuito y poder evitar daños mas graves en el tanque.



ANEXO 2.

Manejo de errores

- **Encender el motor sin agua en el tanque:** esto puede producir daños directos a la bomba de agua ya que se produce un desgaste prematuro que conllevaría a una pérdida de presión.
- **Encender las niquelinas sin agua:** provocaría un recalentamiento, induciendo que las niquelinas se quemen.
- **Bomba dañada:** si se observa que la bomba no absorbe el agua, el operario debe revisar los terminales de conexión abriendo la caja térmica inspeccionando el cableado del contactor (AF0930).
- **El panel de control no responde:** revisar el breaker de mandos (EBASEE EBS6BN) que se encuentra en el interior de la caja térmica, si se encuentra desactivado el operario debe activarlo manualmente.
- **La bomba y la niquelina no responde:** Se procede a revisar el breaker Hyundai (HiBD63-N), si se encuentra desactivado el operario debe activarlo manualmente.
- **Derrame del agua por falta de control en el llenado del tanque:** Si el operario sufre este descuido debe primeramente presionar el botón de emergencia, después abrir el sistema de drenaje del tanque hasta que el nivel del agua sea el adecuado para su buen funcionamiento.
- **Falta de agua en el área del recolector de residuos:** Si el operario observa que en esta área no existe la presencia de agua, no debe encender la bomba, ya que esta trabajaría en seco y provocaría el desgaste de la bomba. En este caso el operario debe proceder a abrir nuevamente el caudal del agua hasta que dicha área alcance el nivel adecuado.

ANEXO 3.

Selección de ruedas.



ANEXO 4.

Característica de los breakers a utilizar

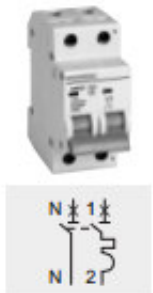
Rating	B curve	
 6kA, 1P+N	1A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00001
	2A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00002
	3A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00003
	4A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00004
	5A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00005
	6A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00006
	10A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00010
	13A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00013
	15A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00015
	16A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00016
	20A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00020
	25A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00025
	32A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00032
	40A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00040
	50A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00050
	63A	HIBD63-N 1NMBS0000C 00063

Imagen	Referencia	Corriente nominal
	EBS6BN 1P 6A	Breaker 6AMP
	EBS6BN 1P 10A	Breaker 10AMP
	EBS6BN 1P 16A	Breaker 16AMP
	EBS6BN 1P 20A	Breaker 20AMP
	EBS6BN 1P 25A	Breaker 25AMP
	EBS6BN 1P 32A	Breaker 32AMP
	EBS6BN 1P 40A	Breaker 40AMP
	EBS6BN 1P 50A	Breaker 50AMP
	EBS6BN 1P 66A	Breaker 66AMP
	EBS6BN 2P 10A	Breaker 10AMP
	EBS6BN 2P 20A	Breaker 20AMP
	EBS6BN 2P 32A	Breaker 32AMP
	EBS6BN 2P 40A	Breaker 40AMP
	EBS6BN 2P 50A	Breaker 50AMP
	EBS6BN 2P 63A	Breaker 63AMP
	EBS6BN 3P 32A	Breaker 32AMP
	EBS6BN 3P 40A	Breaker 40AMP
	EBS6BN 3P 63A	Breaker 63AMP

ANEXO 5.

Unidades derivadas del S.I

Unidad SI derivada coherente			
Magnitud derivada	Nombre	Símbolo	Expresión en unidades SI básicas
viscosidad dinámica	pascal segundo	Pa s	$\text{m}^{-1} \text{kg s}^{-1}$
momento de una fuerza	newton metro	N m	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$
tensión superficial	newton por metro	N/m	kg s^{-2}
velocidad angular	radián por segundo	rad/s	$\text{m m}^{-1} \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1}$
aceleración angular	radián por segundo cuadrado	rad/s ²	$\text{m m}^{-1} \text{s}^{-2} = \text{s}^{-2}$
densidad superficial de flujo térmico irradiancia	vatio por metro cuadrado	W/m ²	kg s^{-3}
capacidad térmica, entropía	julio por kelvin	J/K	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1}$
capacidad térmica másica, entropía másica	julio por kilogramo y kelvin	J/(kg K)	$\text{m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$
energía másica	julio por kilogramo	J/kg	$\text{m}^2 \text{s}^{-2}$
conductividad térmica	vatio por metro y kelvin	W/(m K)	$\text{m kg s}^{-3} \text{K}^{-1}$
densidad de energía	julio por metro cúbico	J/m ³	$\text{m}^{-1} \text{kg s}^{-2}$
campo eléctrico	voltio por metro	V/m	$\text{m kg s}^{-3} \text{A}^{-1}$
densidad de carga eléctrica	culombio por metro cúbico	C/m ³	$\text{m}^{-3} \text{s A}$
densidad superficial de carga eléctrica	culombio por metro cuadrado	C/m ²	$\text{m}^{-2} \text{s A}$
densidad de flujo eléctrico, desplazamiento eléctrico	culombio por metro cuadrado	C/m ²	$\text{m}^{-2} \text{s A}$
permitividad	faradio por metro	F/m	$\text{m}^{-3} \text{kg}^{-1} \text{s}^4 \text{A}^2$
permeabilidad	henrio por metro	H/m	$\text{m kg s}^{-2} \text{A}^{-2}$
energía molar	julio por mol	J/mol	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{mol}^{-1}$
entropía molar, capacidad calorífica molar	julio por mol y kelvin	J/(mol K)	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
exposición (rayos x y γ)	culombio por kilogramo	C/kg	$\text{kg}^{-1} \text{s A}$
tasa de dosis absorbida	gray por segundo	Gy/s	$\text{m}^2 \text{s}^{-3}$
intensidad radiante	vatio por estereorradián	W/sr	$\text{m}^4 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$
radiancia	vatio por metro cuadrado y estereorradián	W/(m ² sr)	$\text{m}^2 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3} = \text{kg s}^{-3}$
concentración de actividad catalítica	katal por metro cúbico	kat/m ³	$\text{m}^{-3} \text{s}^{-1} \text{mol}$

ANEXO 6.

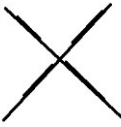
Métodos de medición de calidad de pintura

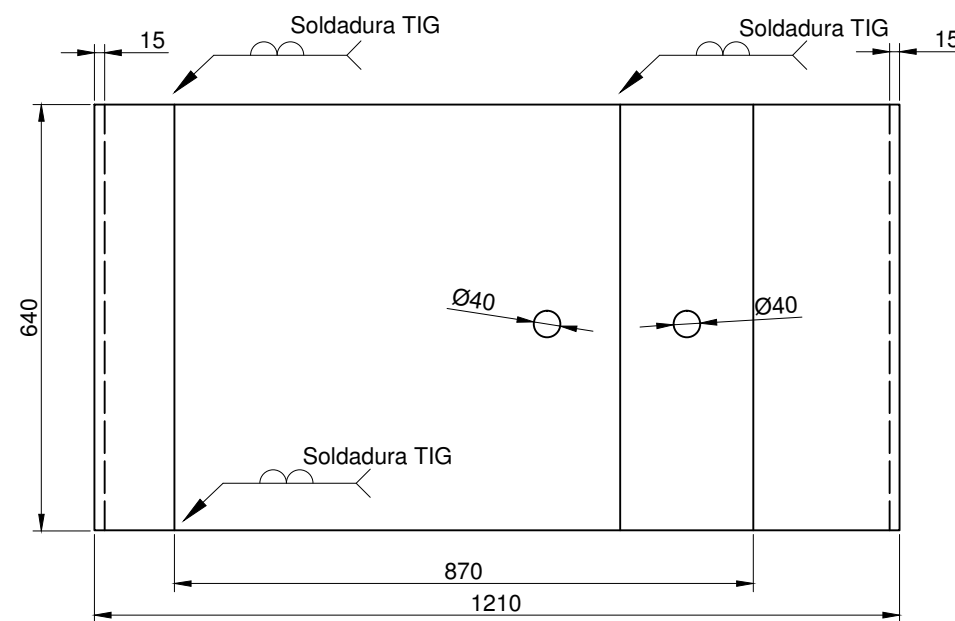
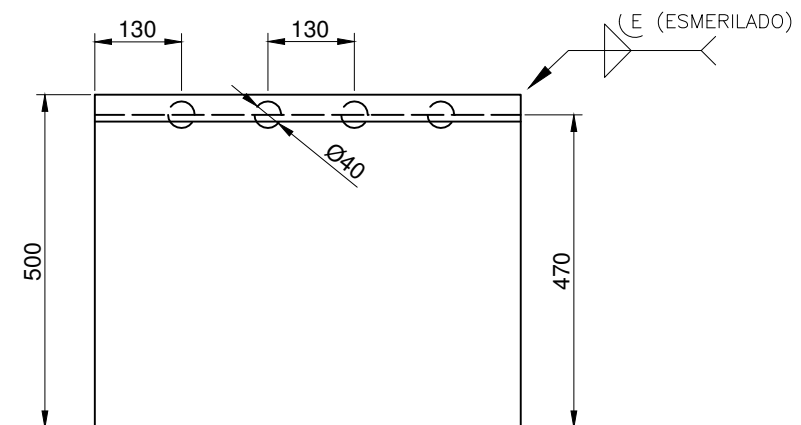
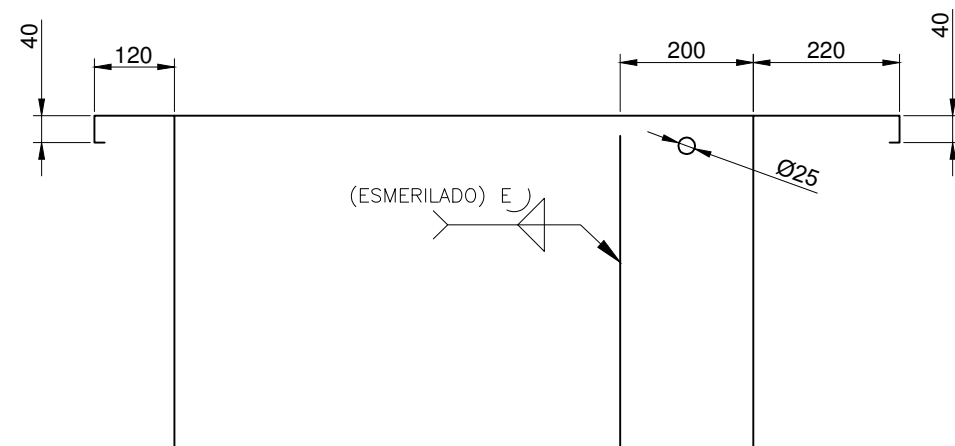
ENSAYO	PARÁMETROS DE ENSAYO	REQUISITOS AL CABO DEL ENSAYO
Impacto	Para espesores de paneles de 1 02 mm, con carga de 28 0 $\frac{dAN}{cm^2}$	La capa de pintura no deberá mostrar grietado tipo o signos de falta de adhesividad
Resistencia a la abrasión	Carga de 1,0 dan	El mínimo número de ciclos para gastar el recubrimiento hasta llegar al metal base de 3000
Resistencia a los líquidos	Ensayado durante 68 h a 90°C de temperatura máxima y con líquidos de trabajo	La capa de pintura no mostrará signos de pérdida de adhesividad (ensayado por método 6), pérdida de elasticidad (ensayado por método 7), ampollado o cambio de color
Resistencia al envejecimiento acelerado	Ensayado durante 1000 h (Nota 1)	La capa de pintura no mostrará cambios de color, ampollado, pérdida de adherencia
Resistencia al envejecimiento acelerado	Ensayado durante 600 h	La capa de pintura no mostrará corrosión a los costados del rayado a más de 1 mm El panel en general no mostrará signos de corrosión o mancha de óxido. No habrá pérdida de adherencia a más de 3 mm
Adhesividad	20 $\frac{dAN}{cm^2}$ mínimo	No habrá pérdida de adherencia a más de 3 mm
Adhesividad		Este valor deberá ser cumplido entre las capas del recubrimiento y entre la 1ª capa y el metal base.
Elasticidad	Sobre mandril de 6 mm	Observando con lupa de 10 aumentos, en la zona doblada, no presentará cuarteado, agrietado, descascarado u otra falla.

(INEN, 2011)

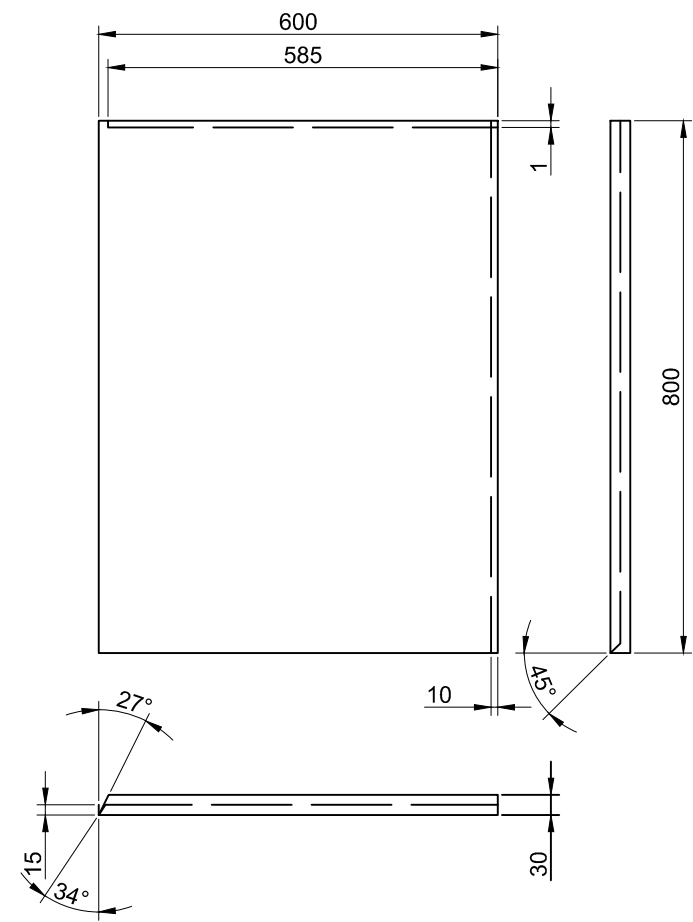
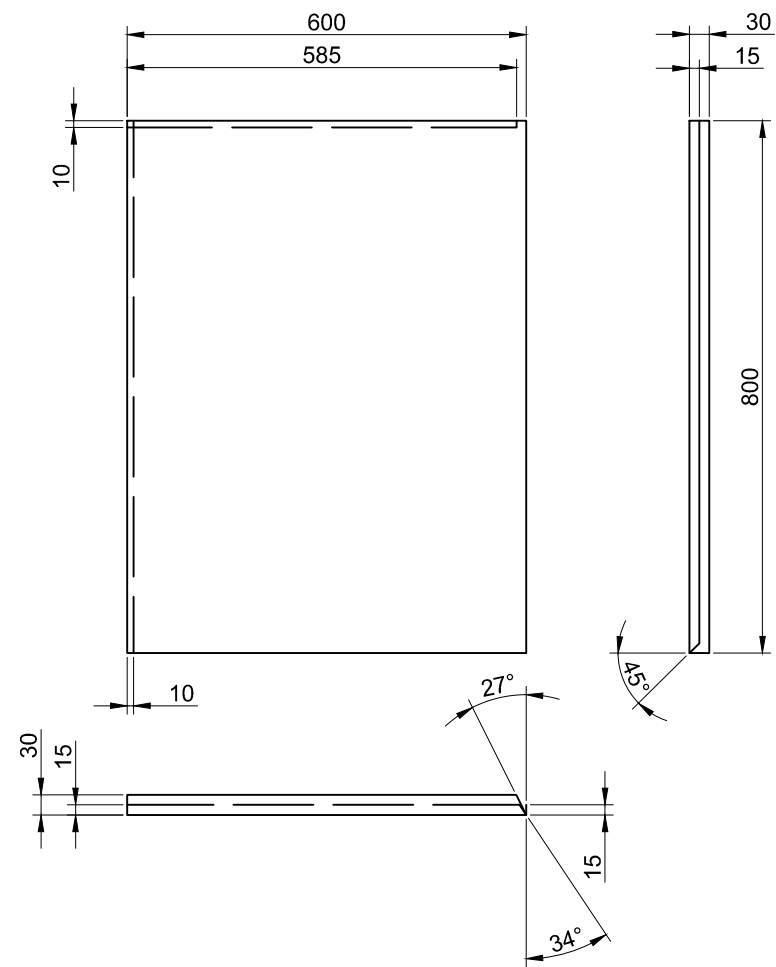
ANEXO 7.

Resultado de la prueba de adherencia

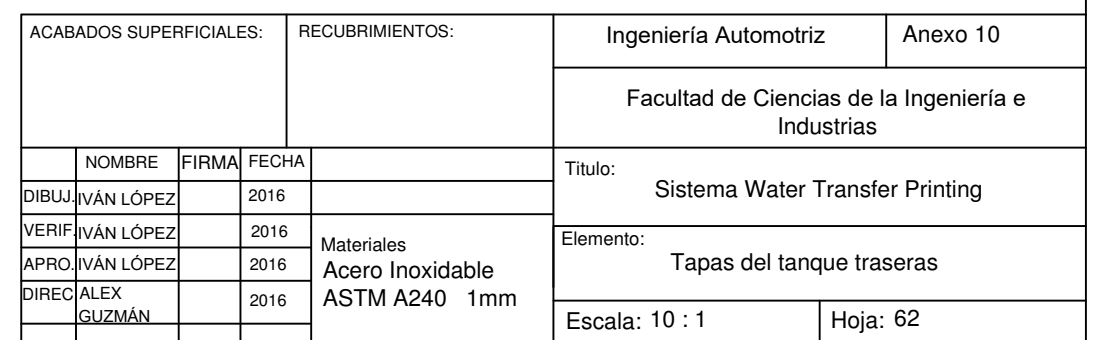
CLASIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ADHERENCIA POR TRAMA CRUZADA				
DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE	% DAÑO	Color	RESULTADO
NIVEL 1: Los cortes de la cuchilla son limpios, no se han desprendido cuadrados del enrejado		Menos del 5%	Nítido Menos del 4%	NIVEL 1 Sufrió daño a un porcentaje menor del 5% y la calidad del COLOR después de la sustracción de la cinta fue nítido afectado al 1% del color. 
NIVEL 2: Desprendimiento de pequeñas partes del revestimiento. Sólo afecta a un área de corte no mucho mayor del 5%.		10% A 20%	Opaco al 10% afectado	
NIVEL 3: Afecta a un área de corte mucho mayor del 5%, pero no muy superior al 15%.		30%	Opaco al 20% afectado	
NIVEL 4: El revestimiento se desconcha por los bordes. Afecta al 15%, pero no mucho mayor del 35%.		+ 50%	Opaco al 40% afectado	
NIVEL 5: El revestimiento se desconcha por los bordes. Afecta a un área mucho mayor del 35%, pero no muy superior al 65%.		MAS DE 75%	Más del 50% afectado	

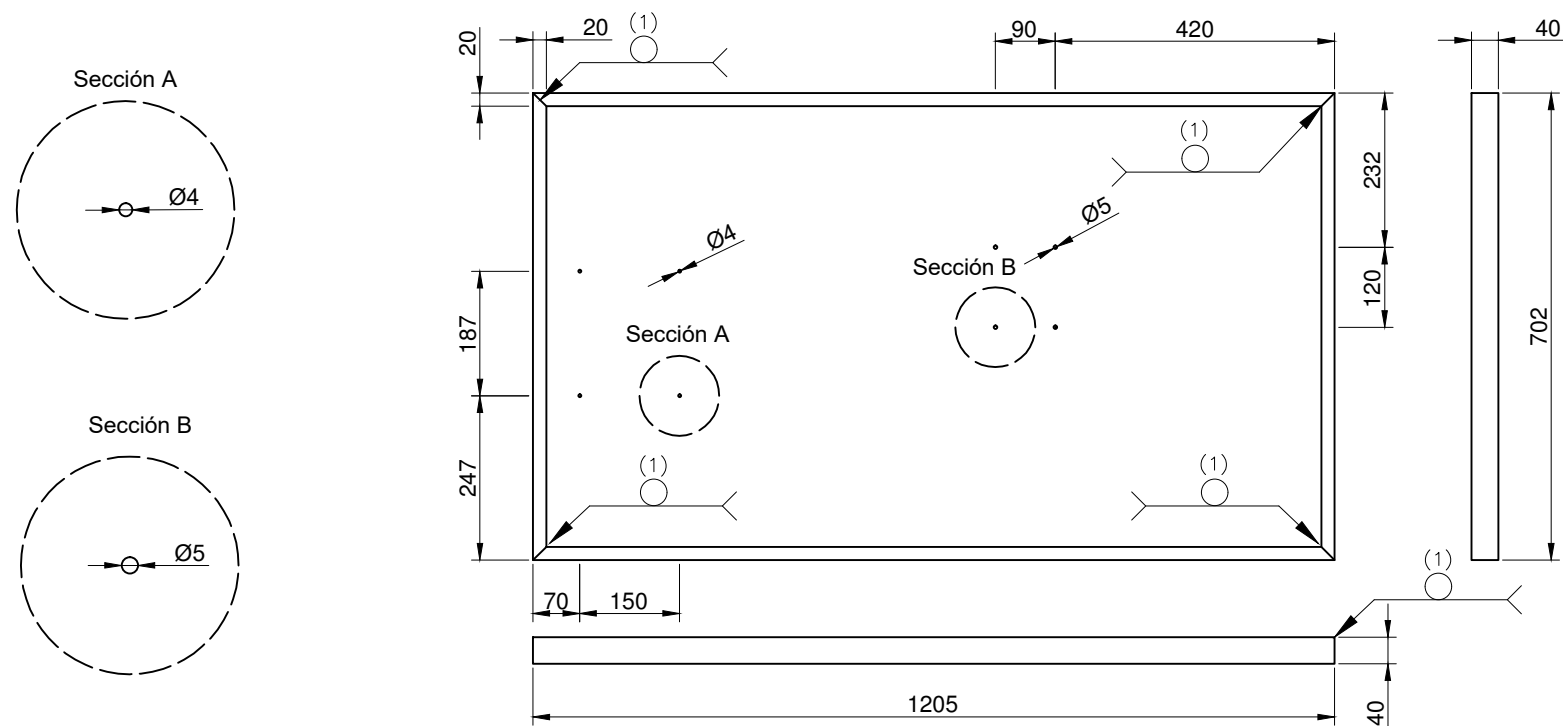


ACABADOS SUPERFICIALES:				PROCESOS:		Ingeniería Automotriz	Anexo 8
 				Corte Doblado Soldadura Tig y Mig		Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias	
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA			Título: Sistema Water Transfer Printing	
VERIF.	IVÁN LÓPEZ		2016			Elemento: Tanque	
APRO.	IVÁN LÓPEZ		2016			Escala: 10 : 1	
DIREC.	ALEX GUZMÁN		2016			Hoja: 60	

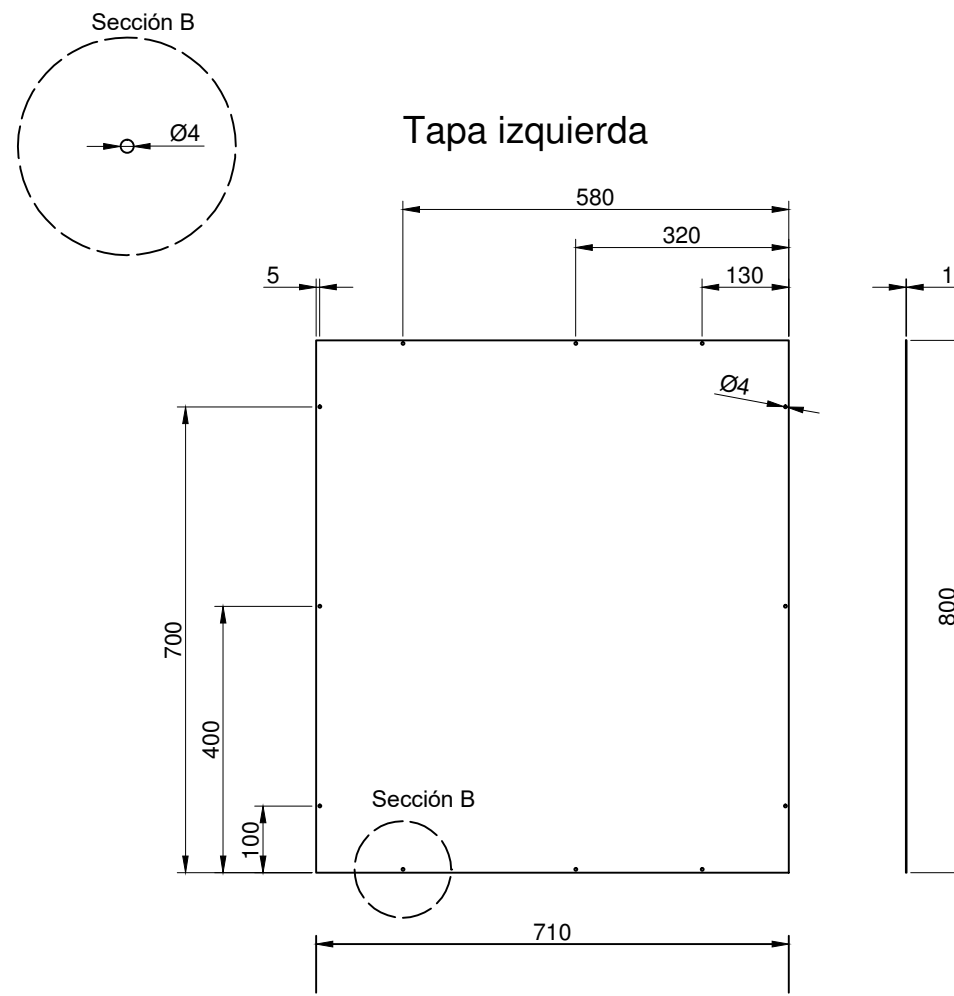
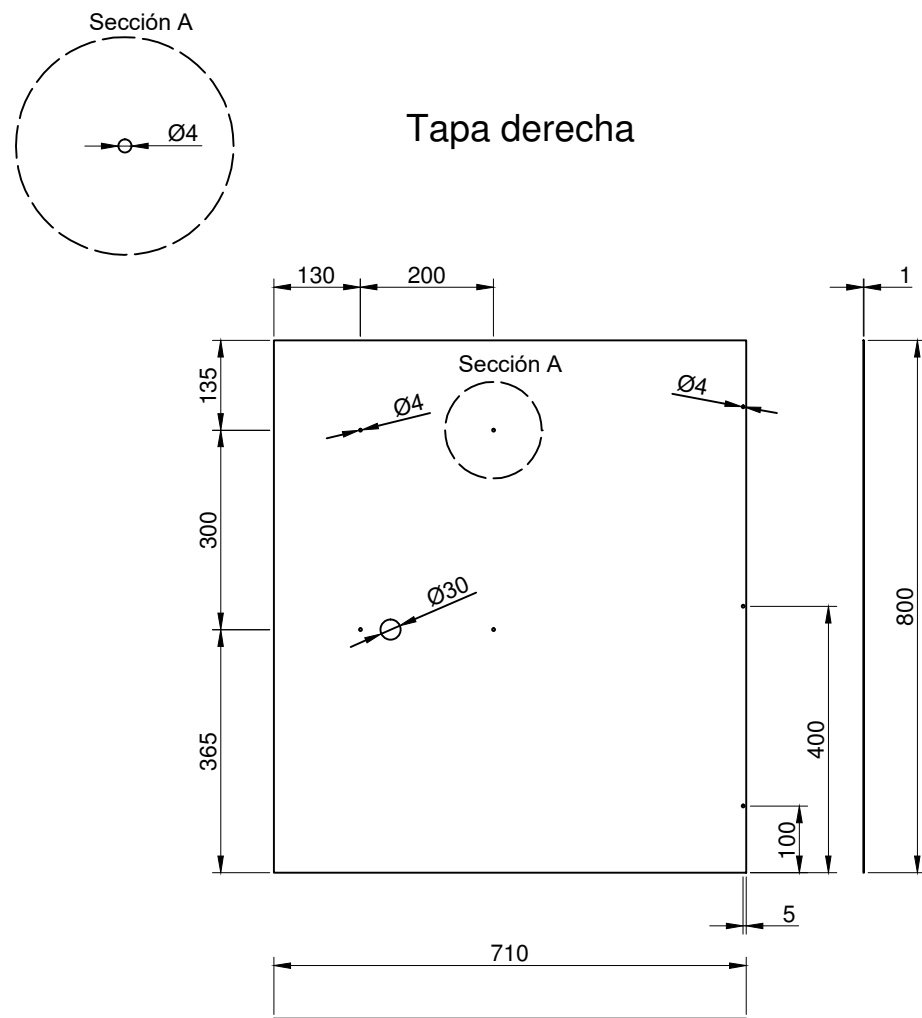


ACABADOS SUPERFICIALES:				PROCESOS: Cortado Doblado		Ingeniería Automotriz		Anexo 9	
						Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			Título: Sistema Water Transfer Printing			
DIBUJ.	IVÁN LÓPEZ		2016			Elemento: Tapas del tanque frontal			
VERIF.	IVÁN LÓPEZ		2016	Materiales Acero Inoxidable ASTM A240 1mm					
APRO.	IVÁN LÓPEZ		2016						
DIREC.	ALEX GUZMÁN		2016						
								Escala: 10 : 1	

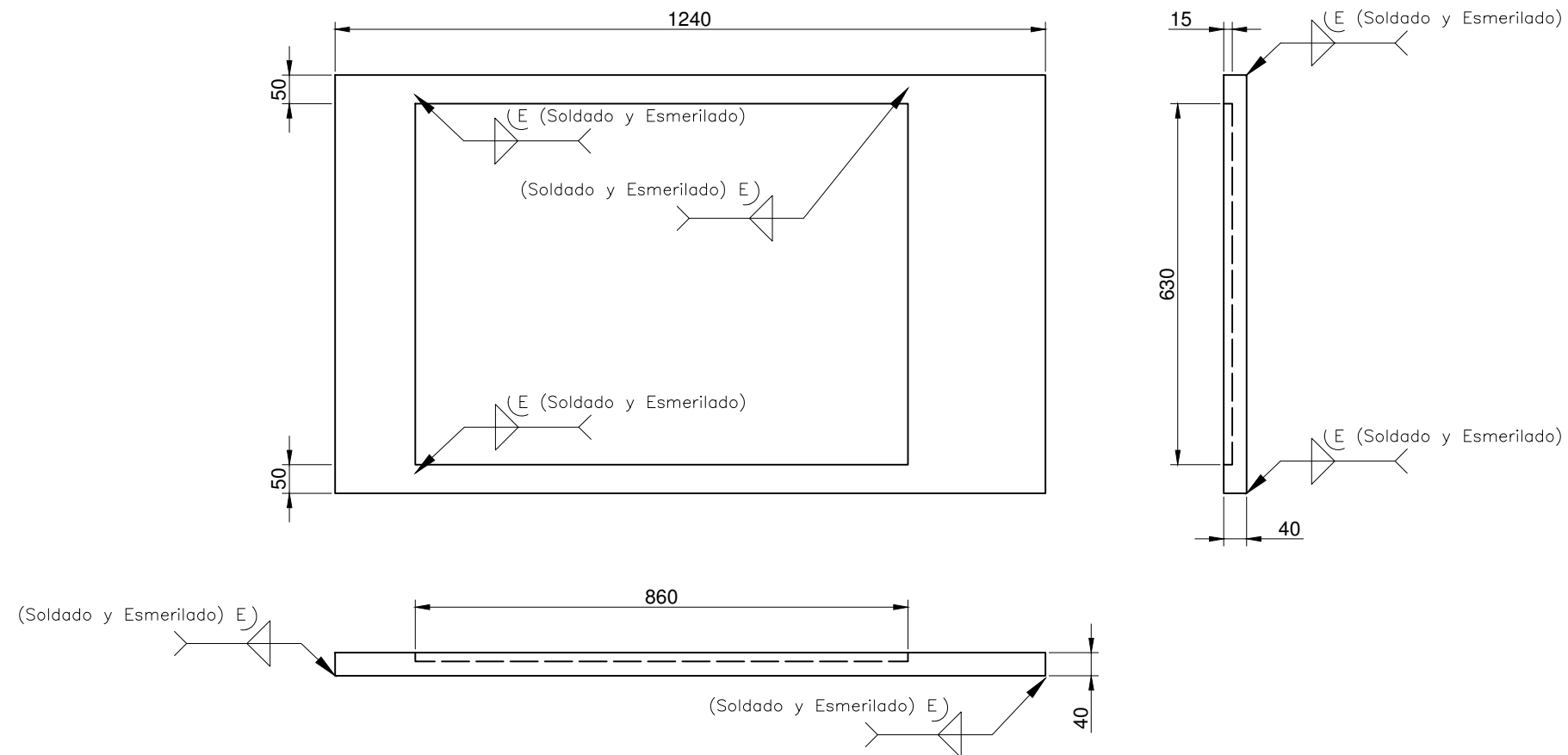


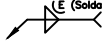


ACABADOS SUPERFICIALES:				PROCESOS:		Ingeniería Automotriz	Anexo 11
(1)				Corte Doblado Soldadora Mig		Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias	
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA			Título: Sistema Water Transfer Printing	
VERIF.	IVÁN LÓPEZ		2016			Elemento: Base	
APRO.	IVÁN LÓPEZ		2016			Escala: 10 : 1	
DIREC.	ALEX GUZMÁN		2016			Hoja: 63	
				Materiales Acero Inoxidable ASTM A240 1mm			



ACABADOS SUPERFICIALES:				RECUBRIMIENTOS: Corte Taladrador		Ingeniería Automotriz		Anexo 12	
						Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			Titulo:			
DIBUJ.	IVÁN LÓPEZ		2016			Sistema Water Transfer Printing			
VERIF.	IVÁN LÓPEZ		2016	Materiales Acero Inoxidable ASTM A240 1mm		Elemento:			
APRO.	IVÁN LÓPEZ		2016			Tapas Izquierda y derecha			
DIREC.	ALEX GUZMÁN		2016						
						Escala: 10 : 1			
								Hoja: 64	



ACABADOS SUPERFICIALES:				PROCESOS:		Ingeniería Automotriz	Anexo 13
 (E (Soldado y Esmerilado))				Corte Doblado Soldadura Mig		Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			Título: Sistema Water Transfer Printing	
DIBUJ.	IVÁN LÓPEZ		2016			Elemento: Carcasa del tanque	
VERIF.	IVÁN LÓPEZ		2016				
APRO.	IVÁN LÓPEZ		2016				
DIREC.	ALEX GUZMÁN		2016				