



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA**

**“REDISEÑO DE CARCASA PARA SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE  
FLUJO DE CLIENTES DE BBVA BANCOMER”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN DISEÑO**

**PRESENTA:  
AUGUSTO SATURNINO PÉREZ SANTIAGO**

**ASESOR DE TESIS:  
M.C. VICTOR MANUEL CRUZ MARTÍNEZ**

**HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA, AGOSTO 2011**

# AGRADECIMIENTOS

---

Gracias a Dios, por todo lo que me ha dado e incluso negado en la vida, me ha hecho la persona que soy.

Gracias a mis padres por darme su amor, apoyo y confianza, pero sobre todo por ser un ejemplo y la mayor motivación para mí.

Gracias a Ch-g, Lupy, Chuy, Marythe y Lulú; cada quien a su manera me ha ayudado y alentado a salir adelante. Los quiero.

Gracias a mi Tía Ina por quererme y consertirme tanto y a Vicky, la mejor prima que tengo.

Gracias a mis amigos, compañeros y profesores de la UTM, forman parte de una etapa hermosa de mi vida.

Gracias al Profe Victor, por el tiempo dedicado a este proyecto, por los consejos, por toda la ayuda y las vueltas que le hice dar.

Gracias a Carlos Ávalos, por confiar en mí y darme mi primera oportunidad.

ÍNDICE .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	13
III. JUSTIFICACIÓN .....	15
IV. OBJETIVOS .....	16
V. METODOLOGÍA .....	17
CAPÍTULO 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	19
1.1 Descripción de los pedestales en las sucursales a rediseñar .....	19
1.2 Descripción de los pedestales a rediseñar .....	23
1.2.1 Fabricación .....	23
1.2.2 Fijación al piso .....	23
1.2.3 Cableado .....	23
1.2.4 Mantenimiento .....	24
1.2.5 Ajuste .....	24
1.2.6 Rigidez .....	26
1.2.7 Fijación al piso .....	27
CAPÍTULO 2. RECOPIACIÓN DE DATOS .....	28
2.1 Sistemas existentes .....	28
2.1.1 Sistema Toma turno .....	28
2.1.2 Sistema integral de turno Q-net .....	29

2.1.3 Sistema cuenta personas .....	31
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS .....	32
3.1 Requerimientos de diseño .....	32
3.1.1 Requerimientos de diseño para pedestal óptico sensor .....	33
3.1.2 Requerimientos de diseño para pedestal óptico reflejante .....	33
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE DISEÑO .....	34
CAPÍTULO 5. DESARROLLO .....	42
5.1 Prototipo propuesta 3 .....	42
5.2 Prototipo propuesta 5 .....	44
5.3 Evaluación de prototipos .....	46
5.3.1 Evaluación de prototipo propuesta 3 .....	47
5.3.2 Evaluación de prototipo propuesta 5 .....	48
CAPÍTULO 6. INGENIERÍA DE DETALLE.....	50
6.1 Diseño de perfiles de aluminio utilizados en los pedestales .....	52
6.1.1 Selección de material y acabado para los perfiles A y B .....	53
6.1.2 Recomendaciones para el diseño de perfiles de aluminio .....	59
6.1.3 Diseño del perfil A .....	59
6.1.4 Desarrollo de prototipo de perfil A .....	60
6.1.5 Diseño de perfil B .....	61
6.2 Diseño de tolva de lámina .....	63
6.3 Diseño de vidrios templados .....	64
6.4 Diseño de cubierta plástica .....	66
6.5 Diseño de base metálica .....	68
6.6 Componentes utilizados en mamparas .....	71
6.6.1 Perfil de aluminio corona .....	71

6.6.2 Tapones de poliuretano .....	74
6.6.3 Tapones inferiores de poliuretano .....	75
6.7 Ensamble de pedestales .....	76
6.7.1 Ensamble 1 .....	77
6.7.2 Ensamble 2 .....	78
6.7.3 Ensamble 3 .....	84
6.7.4 Alineación entre pedestales .....	86
6.7.5 Ensamble 4 .....	88
CAPÍTULO 7. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DESARROLLADA .....	91
7.1 Fabricación .....	91
7.2 Fijación al piso .....	91
7.3 Cableado .....	94
7.4 Mantenimiento y durabilidad .....	95
7.5 Ajuste .....	95
CONCLUSIONES .....	97
ANEXOS .....	99
Revitaliza .....	100
Imágenes .....	103
El aluminio .....	112
Planos .....	117
BIBLIOGRAFÍA .....	128
CONTACTOS .....	129
PÁGINAS VISITADAS .....	131

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

## CAPÍTULO 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Fig. 1. Pedestal óptico sensor .....	19
Fig. 2. Pedestal óptico reflejante .....	19
Fig. 3. Pedestal display .....	19
Fig. 4. Sucursal Centro Financiero BBVA Bancomer .....	20
Fig. 5. Ubicación genérica de pedestales en sucursal .....	20
Fig. 6. Pedestal óptico sensor frente a pedestal óptico reflejante .....	21
Fig. 7. Carátulas de policarbonato .....	21
Fig. 8. Sensores, tarjeta electrónica y riel din .....	22
Fig. 9. Reflejantes .....	22
Fig. 10. Forma de fijación al piso .....	23
Fig. 11. Cableado .....	24
Fig. 12. Vista en corte de pedestal sensor para ejemplificar sistema de ajuste por vibración .....	25
Fig. 13. Vista en corte sistema de ajuste por vibración .....	25
Fig. 14. Explosivo sistema de ajuste por vibración .....	26
Fig. 15. Zonas de soldadura y rigidez en pedestal .....	26
Fig. 16. Esquema de fijación al piso .....	27

## CAPÍTULO 2. RECOPIACIÓN DE DATOS

Fig. 17. Toma turno .....	28
Fig. 18. Dispensadores electrónicos de boletos .....	29
Fig. 19. Dispensador de boletos del sistema Q-net .....	30
Fig. 20. Pantalla electrónica del sistema Q-net .....	30
Fig. 21. Dispositivos electrónicos cuenta-personas .....	31

## CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE DISEÑO

Fig. 22. Propuesta 1 .....	34
Fig. 23. Propuesta 2 .....	35
Fig. 24. Propuesta 3 .....	36
Fig. 25. Propuesta 4 .....	37
Fig. 26. Propuesta 5 .....	38
Fig. 27. Propuesta 6 .....	39

## CAPÍTULO 5. DESARROLLO

Fig. 28. Prototipos de pedestal óptico sensor y pedestal óptico reflejante (Propuesta 3) .....	42
Fig. 29. Prototipo de pedestal óptico sensor (Propuesta 3) .....	43
Fig. 30. Prototipo de pedestal óptico reflejante (Propuesta 3) .....	43
Fig. 31. Prototipo de pedestal óptico sensor (Propuesta 5) .....	44
Fig. 32. Detalle de prototipo de pedestal óptico sensor (Propuesta 5) .....	45
Fig. 33. Prototipos de pedestal óptico sensor y pedestal óptico reflejante (Propuesta 5) .....	45
Fig. 34. Comparativa prototipos de pedestales propuestas 3 y 5 .....	46
Fig. 35. Uso de tensores y cable de acero en prototipo para proporcionar mayor rigidez .....	47
Fig. 36. Soporte instalado para proporcionar mayor rigidez .....	49
Fig. 37. Tolva de lámina instalada para ocultar cable de acero y tensor .....	49

## CAPÍTULO 6. INGENIERÍA DE DETALLE

Fig. 38. Diseño final de pedestal óptico sensor y pedestal óptico reflejante .....	50
Fig. 39. Despiece de pedestales .....	51
Fig. 40. Geometría de los perfiles a diseñar para la nueva carcasa .....	53
Fig. 41. Diseño preliminar del perfil A .....	59
Fig. 42. Prototipo de perfil A realizado en 3D printer SST 1200es .....	60
Fig. 43. Ensamble de sensores en el prototipo del perfil A .....	60
Fig. 44. Ensamble de reflejantes en el prototipo del Perfil A .....	61
Fig. 45. Diseño preliminar del perfil B .....	62
Fig. 46. Pieza maquinada para prototipo .....	62
Fig. 47. Tolva de lámina .....	63
Fig. 48. Vidrio templado para pedestal óptico sensor .....	65
Fig. 49. Vidrio templado para pedestal óptico reflejante .....	65
Fig. 50. Cubierta plástica .....	66
Fig. 51. Cubierta plástica termoformada en juegos de seis piezas .....	67
Fig. 52. Corte de cubiertas plásticas .....	67
Fig. 53. Base metálica .....	68
Fig. 54. Vista superior de base metálica .....	69
Fig. 55. Vista inferior de base metálica .....	70
Fig. 56. Perfil de aluminio corona .....	71
Fig. 57. Inserto metálico en extremo inferior de perfil corona .....	72
Fig. 58. Cavidad en perfil corona e inserto metálico para ensamble con base metálica .....	72
Fig. 59. Fresado de perfiles corona para paso de cables .....	73

Fig. 60. Fresado de perfiles corona para paso de cables .....	73
Fig. 61. Tapón de poliuretano flexible .....	74
Fig. 62. Tapón inferior de poliuretano .....	75
Fig. 63. Ensamble de pedestales .....	76
Fig. 64. Ensamble 1 .....	77
Fig. 65. Barrenado de perfil A para sistema de ajuste .....	78
Fig. 66. Barrenos Perfil A .....	79
Fig. 67. Vista Lateral de Barrenos Perfil A .....	80
Fig. 68. Barrenado de canal para colocación de sensores .....	80
Fig. 69. Barrenos en canal de aluminio de 1-3/4" x 3/4" .....	81
Fig. 70. Posibilidad de refracción entre sensores y reflejantes .....	81
Fig. 71. Vista Superior de acomodo de perfil A con perfiles corona .....	82
Fig. 72. Perspectiva frontal de acomodo de perfil A con perfiles corona .....	82
Fig. 73. Imagen posterior de acomodo de perfil A con perfiles corona .....	83
Fig. 74. Ojillo en base metálica .....	84
Fig. 75. Cable de acero en perfil corona .....	85
Fig. 76. Cable de acero y tensor .....	85
Fig. 77. Ensamble de Perfil B .....	86
Fig. 78. Ángulo de alineamiento de perfil A .....	87
Fig. 79. Vista frontal de nivel y canal en el perfil A para alineamiento horizontal	87
Fig. 80. Vista superior de nivel y canal en el perfil A para alineamiento horizontal	88
Fig. 81. Vidrio de pedestal sensor .....	88
Fig. 82. Soporte para tolva metálica .....	89
Fig. 83. Tolva metálica .....	90

## CAPÍTULO 7. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DESARROLLADA

Fig. 84. Pedestales fabricados en serie .....	91
Fig. 85. Vista en corte de fijación al piso .....	92
Fig. 86. Fijación al piso .....	92
Fig. 87. Área de contacto con el piso y ubicación de niveladores .....	93
Fig. 88. Niveladores de base metálica .....	93
Fig. 89. Cableado interno a través del pedestal .....	94
Fig. 90. Posibilidades de ajuste entre pedestales .....	96

## ANEXOS

Fig. 91. Mamparas instaladas en sucursal Bancomer .....	101
Fig. 92. Componentes principales de las mamparas .....	102
Fig. 93. Dimensiones generales de las mamparas en centímetros .....	102
Fig. 94. Pedestal Óptico sensor 1 .....	104
Fig. 95. Pedestal Óptico sensor 2 .....	104
Fig. 96. Pedestal Óptico sensor 3 .....	105
Fig. 97. Pedestal Óptico sensor 4 .....	105

Fig. 98. Pedestal Óptico sensor 5 .....	106
Fig. 99. Pedestal Óptico sensor 6 .....	106
Fig. 100. Pedestal Óptico reflejante 1 .....	107
Fig. 101. Pedestal Óptico reflejante 2 .....	107
Fig. 102. Pedestal Óptico reflejante 3 .....	108
Fig. 103. Pedestal Óptico reflejante 4 .....	108
Fig. 104. Pedestal Óptico sensor y Pedestal Óptico reflejante 1 .....	109
Fig. 105. Pedestal Óptico sensor y Pedestal Óptico reflejante 2 .....	109
Fig. 106. Sucursal con pedestales y mamparas .....	110
Fig. 107. Pedestales en sucursal .....	110
Fig. 108. Pedestales y mamparas .....	111
Fig. 109. Mamparas en sucursal .....	111
Fig. 110. Extrusión directa .....	114
Fig. 111. Extrusión directa para producir una sección transversal hueca o semihueca .....	115
Fig. 112. Ejemplos de extrusión hueca o semihueca .....	115
Fig. 113. Extrusión indirecta para producir una sección transversal sólida .....	115

# ÍNDICE DE TABLAS

---

## CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE DISEÑO

Tabla 1. Evaluación de propuestas .....	40
---	----

## CAPITULO 6. INGENIERÍA DE DETALLE

Tabla 2. Aleaciones de aluminio .....	54
Tabla 3. Propiedades de la serie 6000 .....	55
Tabla 4. División de la serie 6000 .....	56
Tabla 5. Temple de la serie 6000 .....	57

# I. INTRODUCCIÓN

---

Este trabajo de tesis se basa en un proyecto de diseño realizado en la empresa mexicana Airdesign S.A. de C.V. cuyas oficinas generales se encuentran ubicadas en la Ciudad de México y el Centro de Diseño y Planta de Producción en Cuernavaca, Morelos.

Airdesign es una compañía fundada en 1991 en la Ciudad de México por una familia que encontró en los accesorios aerodinámicos para la industria automotriz un nicho de mercado de alto crecimiento.

Actualmente, Airdesign cubre el mercado de la industria automotriz desde el mercado independiente, los mayoristas, el deporte motor y equipo original. Por lo que cuenta con el reconocimiento de la industria automotriz y una amplia experiencia en el desarrollo de productos con un alto valor agregado incorporando novedosos procesos de diseño y producción.

Con el paso de los años Airdesign ha realizado también productos no automotrices tales como: mobiliario interior y exterior, anuncios luminosos, puntos de venta, canastillas de publicidad, señalización, accesorios para el hogar, etc. lo cual implicó entrar en un mercado completamente diferente al automotriz y por consiguiente nuevos clientes tales como: Ergoform, Pepsico, Avon, CaliforniaTan, Loteria Nacional, Sepomex, Telmex, Gobierno del Estado de Morelos, BBVA Bancomer, PubliZone, Parking Media, Hot Wheels, etc.

En el año 2003 Airdesign concursó y ganó la oportunidad de diseñar y fabricar carcasas para cajeros automáticos de BBVA Bancomer y a partir de ese proyecto se inició una relación de trabajo muy provechosa para ambas empresas, lo cual implicó el desarrollo de muchos proyectos como el planteado en este trabajo de tesis.

BBVA Bancomer clasifica a sus clientes en filas de acuerdo a la operación a realizar por lo que hay que llevar un orden de afluencia a las ventanillas. Al inicio de estas filas se encuentran dispositivos sensores y reflejantes dentro de carcasas metálicas (uno frente al otro) que permiten administrar el flujo de clientes a través de un láser emitido por los sensores y reflejado constantemente hasta que una persona pasa entre ambas carcasas (a las cuales en el resto de este proyecto de tesis les llamaremos pedestales) e interrumpe la señal, lo que es registrado en computadora para así llevar una estadística del flujo de personas y asignarle un turno electrónico.

Para el correcto funcionamiento del sistema es necesario un ajuste perfecto entre los sensores y reflejantes colocados en sus respectivos pedestales. Cualquier desajuste provoca un error en la señal emitida por el láser y por consiguiente un mal funcionamiento en todo el sistema. Situación que se presentaba con mucha frecuencia en los pedestales anteriores y motivo por el cual fue necesario un rediseño de los mismos.

Este trabajo de tesis se realizó a partir del desarrollo que BBVA Bancomer solicitó a Airdesign de nuevos pedestales para ser instalados en sus sucursales.

Por lo anteriormente mencionado, el objetivo de este trabajo de tesis fue rediseñar un sistema de pedestales con un mecanismo de ajuste de precisión óptica para disminuir los errores de funcionamiento de los sistemas actuales.

Los pedestales se rediseñaron con una geometría totalmente diferente para contribuir con los requerimientos de reestructuración de señalización e imagen a fin de homogeneizar la imagen de las sucursales BBVA Bancomer de acuerdo al proyecto “Revitaliza” (ver Anexos, pág. 100)

En este trabajo de tesis se podrá ver el proceso de diseño empleado para el desarrollo del pedestal dentro de un entorno real y con una profunda interacción con BBVA Bancomer y con una amplia gama de proveedores de materiales o piezas finales para la fabricación de los pedestales. Así como el uso de diversos materiales, procesos de prototipado rápido, procesos de fabricación para los componentes finales de los pedestales, hasta llegar al resultado final que es un pedestal que satisface los requerimientos del cliente y es completamente producible. Al grado de encontrarse actualmente instalados en la mayoría de las sucursales BBVA Bancomer del país.

## II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

---

Actualmente BBVA Bancomer adopta diversas maneras para dar mejor atención a los clientes que acuden a las sucursales a realizar diferentes operaciones; considerando que unas requieren mayor tiempo o diferente atención y esto se ve reflejado en el tiempo y calidad de atención al cliente.

A esta tecnología se le conoce como Sistemas avanzados en red para la administración del flujo de clientes y que funciona de la manera siguiente:

### 1. Asignar al cliente en una fila

Cuando los clientes arriban a una sucursal son dirigidos a una estación de trabajo principal, a un módulo de auto-servicio o son atendidos personalmente por una recepcionista. Los clientes escogen una categoría de servicio o fila dependiendo del trámite o transacción que deseen realizar.

### 2. Llamar al siguiente cliente en espera

Cuando el personal de la ventanilla está listo para llamar al siguiente cliente en espera simplemente presiona un botón para notificar que esta disponible para atenderlo.

### 3. Notificar y dirigir al cliente a la ventanilla correcta

Cuando el personal de la ventanilla llama al siguiente cliente en espera, se utilizan pantallas o se le puede llamar con un módulo de audio para notificar que es su turno de ser atendido y dirigirlo a la ventanilla correcta.

### 4. Control gerencial

La gestión de filas se puede dar debido a la generación de información y al control exacto de todo el sistema de filas. Se registra el tiempo de espera y tiempo de transacción de cada cliente y genera reportes de todos los eventos relacionados con el sistema.

Los gerentes o supervisores pueden monitorear todas las actividades relacionadas con la atención a clientes y recibir reportes con información de cualquier sucursal, que incluyen tiempos de espera, tiempos de transacción y otra información adicional que permita a los Gerentes tomar decisiones para mejorar la atención a clientes basadas en esta información.

Una vez que el cliente ha realizado la transacción, las estadísticas de tiempos de espera, afluencia en ventanillas, horas pico, etc. son enviados en línea para mantener actualizada la información del sistema. Esta información en tiempo real le permite al Gerente tomar decisiones instantáneas para mejorar el servicio a clientes.

Por consiguiente, deben utilizarse ciertos dispositivos para llevar el control de afluencia en las ventanillas e indicar al cliente la ventanilla a la que pasará cuando sea su turno.

Estos dispositivos han ido evolucionando de acuerdo a las necesidades de BBVA Bancomer, buscando una mejora continua y una mejor atención al cliente.

Actualmente estos dispositivos se encuentran colocados dentro de los pedestales en las sucursales BBVA Bancomer. Pero tienen problemas de alineamiento lo que provoca errores en el sistema de administración de flujo de clientes.

Para la instalación de los pedestales se requiere fijarlo al piso por medio de tornillos. Sin embargo es necesario realizar un proceso muy complejo y con pocas alternativas para su alineación uno frente al otro, esto complica su instalación motivando muchas operaciones durante para alinearlos al momento de ser instalados o al estar funcionado.

Además, BBVA Bancomer implementa un proyecto de reestructuración de sucursales, servicios, tecnología y sistemas de administración denominado “Revitaliza” (ver Anexos, pág. 100). Con el objetivo de atraer nuevos clientes y que los actuales se sientan cómodos con la atención brindada en las sucursales.

En lo que respecta al re-diseño de imagen en las sucursales, el objetivo principal es mostrar una imagen moderna y limpia, buscando además que las sucursales se encuentren más iluminadas (tanto natural como artificialmente), minimizar la sensación de encontrarse en un espacio cerrado. Además, como las sucursales en su mayoría se instalan en lugares rentados es necesario que el mobiliario y las instalaciones sean la más sencillas posible de instalar y viceversa.

### III. JUSTIFICACIÓN

---

Los sistemas de administración de flujo de clientes utilizados en las sucursales de BBVA Bancomer, se componen de 3 elementos físicos principales denominados pedestales, colocados en el piso al inicio y final de cada fila formada por otros elementos para delimitar el área de la fila.

El sistema de pedestales ubicados en las sucursales de BBVA Bancomer presenta muchas complicaciones tanto para su instalación como en su funcionamiento por lo que no se obtienen los resultados deseados. Principalmente, se precisa llevar una estadística de la afluencia de personas en las diversas filas en que se dividen los servicios de BBVA Bancomer. Así como una mejor distribución de las personas al momento de pasar a las cajas.

Durante el funcionamiento de los pedestales fabricados de lámina metálica se presentaron desajustes por el movimiento relativo de uno con respecto al otro, irregularidades del piso, entre otros; provocando un error en la señal del láser emitido. Como posibilidad de ajuste, cuentan con un mecanismo a base de resortes instalado en ambos pedestales para mejorar la dirección del láser en caso de no ser la adecuada, pero aún se presentan errores.

Estos errores se deben principalmente a que la función de los resortes es provocar una vibración en las carátulas de los pedestales y que esa vibración provoque que se ajuste la alineación entre sensores y reflejantes.

Por otro lado, la implementación de los dispositivos implica la soldadura de sus componentes electrónicos en campo, lo que ocasiona una difícil y tardada instalación.

Además, BBVA Bancomer implementa el proyecto “Revitaliza” (ver Anexos, pág. 100) en todas sus sucursales por lo que este rediseño de los pedestales pretende homogeneizar la imagen de las sucursales.

Por lo anteriormente mencionado, el objetivo de este trabajo es diseñar un sistema de pedestales con un mecanismo de ajuste de precisión óptica para disminuir los errores de funcionamiento de los sistemas actuales. Se propondrá un diseño para facilitar su manufactura e instalación. Para de esta manera BBVA Bancomer pueda obtener los datos de afluencia, tiempo de espera, eficiencia en las sucursales y todo lo relacionado con la atención a clientes.

Con el estudio de estos datos y la implementación de la nueva imagen en todas sus sucursales, BBVA Bancomer podrá proporcionar un mejor servicio a los clientes y mantenerse a la vanguardia como una de las mejores opciones bancarias del País.

## IV. OBJETIVOS

---

### OBJETIVO GENERAL

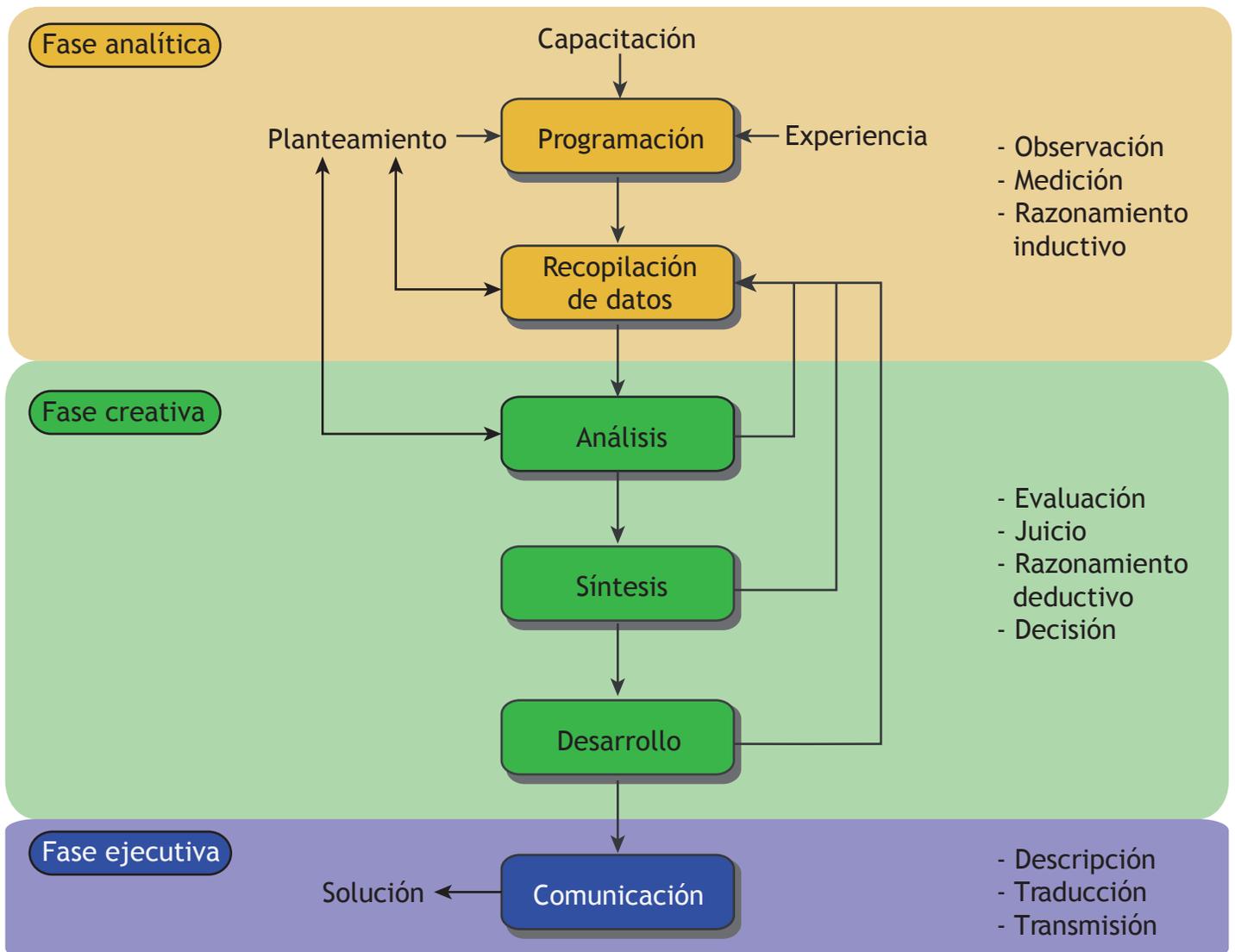
- Re-diseñar un nuevo pedestal para el Sistema de administración de flujo de clientes utilizado en las sucursales BBVA Bancomer.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Diseñar un mecanismo con la rigidez adecuada para proporcionar la precisión óptica y eliminar los errores de funcionamiento de los pedestales para el Sistema de administración de flujo de clientes utilizado en las sucursales BBVA Bancomer.
- Integrar el diseño propuesto al proyecto “Revitaliza” (ver Anexos, pág. 100) de BBVA Bancomer.
- Proponer un sistema de fácil instalación de los pedestales en las sucursales.

## V. METODOLOGÍA

La metodología utilizada es la propuesta en el modelo de Archer que tiene como características incluir interacciones con el mundo exterior del proceso de diseño, información del cliente, la capacitación y experiencia del diseñador, otras fuentes de información, etc. Así como diversos ciclos de retroalimentación<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Archer, L.B. Systemathics Methods for Designers. En: N. Cross (comp.), Developments in Design Methodology Wiley, Chichester

Publicado durante 1963 y 1964 por la revista inglesa Design. Archer propone como definición de diseño "...seleccionar los materiales correctos y darles forma para satisfacer las necesidades de función y estéticas dentro de las limitaciones de los medios de producción disponibles", por lo tanto, el proceso de diseño debe contener las etapas analítica, creativa y de ejecución, que a su vez se subdividen en:

1. Definición del problema y preparación del programa detallado.

Se realizó una descripción de los pedestales actualmente instalados en las sucursales, principales características y sistema de ajuste para tener una visión general de la situación actual de los pedestales.

2. Obtener datos relevantes, preparar especificaciones y retroalimentar la fase 1.

Se realizó una investigación de métodos y sistemas utilizados para la administración de flujo de clientes, con la finalidad de conocer otras opciones ya existentes en el mercado.

3. Análisis y síntesis de los datos para preparar propuestas de diseño.

Se establecieron los requerimientos de diseño para el desarrollo de los pedestales.

Se realizaron propuestas de diseño para el desarrollo de los pedestales.

Hubo retroalimentación de BBVA Bancomer definiendo los requerimientos de diseño y evaluando las propuestas de diseño.

4. Desarrollo de prototipos.

Se desarrollaron 2 versiones de prototipos funcionales de los pedestales.

5. Preparar y ejecutar estudios y experimentos que validen el diseño.

Se evaluaron los prototipos funcionales en un entorno real.

Hubo retroalimentación de BBVA Bancomer una vez evaluados los prototipos.

6. Preparar documentos para la producción.

Se definieron materiales, procesos, dibujos técnicos, proveedores, despieces, etc. necesarios para la producción de los pedestales.

# CAPÍTULO 1

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PEDESTALES EN LAS SUCURSALES A REDISEÑAR

La colocación de los pedestales dentro de la sucursal es variada y depende de la distribución de las cajas y de las oficinas en las sucursales. Así como de la instalación eléctrica y cableado, ambos realizados en el piso de acuerdo a las características del espacio arquitectónico.

Los pedestales sensor (Fig. 1) y reflejante (Fig. 2) siempre van al inicio de la(s) fila(s) y el pedestal display (Fig. 3) se coloca al final de la fila y rotado 45° con la pantalla hacia la fila para que se pueda visualizar (Fig. 4)



Fig. 1. Pedestal óptico reflejante



Fig. 2. Pedestal óptico sensor



Fig. 3. Pedestal display

Fotos tomadas en el Centro de Diseño Airdesign  
Autoría propia

Para el rediseño de los pedestales, BBVA Bancomer proporcionó los planos arquitectónicos de las sucursales en las que requería instalarlos. Por lo que no se tomó una sucursal en particular sino que se realizó un rediseño tomando como punto de partida una ubicación genérica de los pedestales en las sucursales. (Fig. 5)



Fig. 4. Sucursal Centro Financiero BBVA Bancomer ubicado en Av. Universidad 1200, Col. Xoco, México D.F.  
Autoría propia

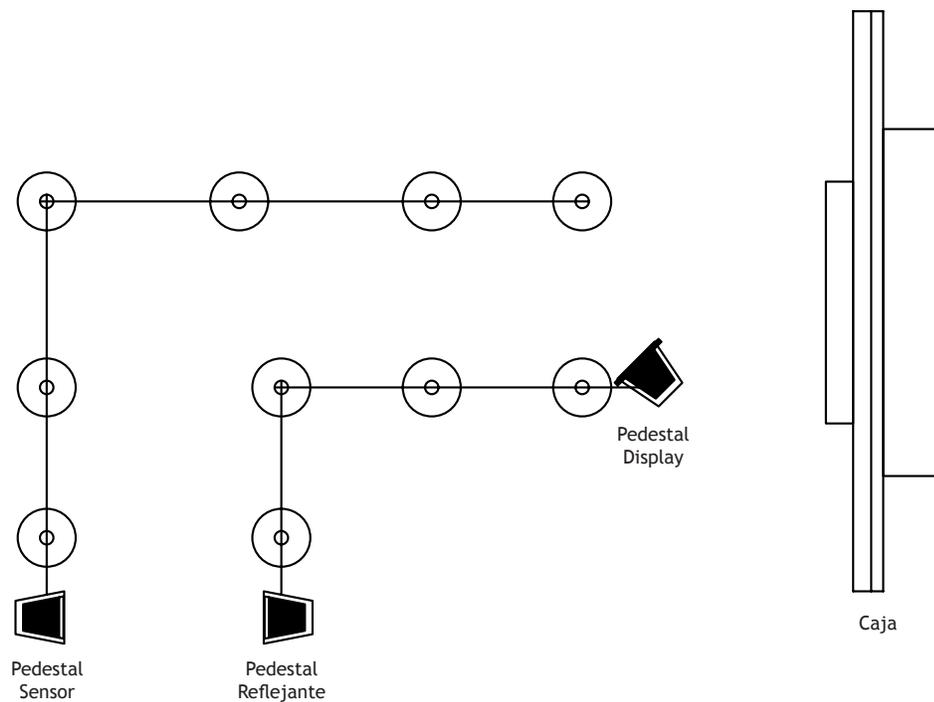


Fig. 5. Ubicación genérica de pedestales en sucursal  
Autoría propia

Es necesario que los pedestales sensor y reflejante estén uno frente al otro para el funcionamiento del láser y del sistema de administración de flujo de clientes (Fig. 6)

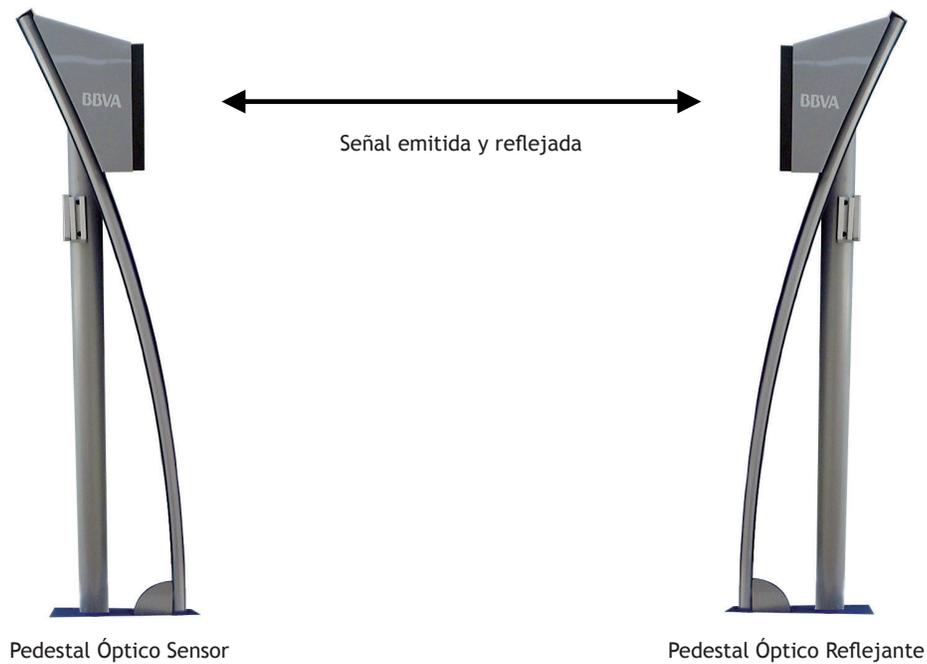


Fig. 6. Pedestal óptico sensor frente a pedestal óptico reflejante  
Autoría propia

Formalmente los pedestales sensor y reflejante son iguales, salvo por ligeras diferencias exteriores como: el pedestal sensor tiene en la carátula de policarbonato (sin serigrafía) círculos y el pedestal reflejante cuadrados. Esto para permitir el paso del láser de uno a otro. También el pedestal sensor tiene la leyenda “adelante.” y un barreno en la parte superior para la colocación de publicidad. (Fig. 7)

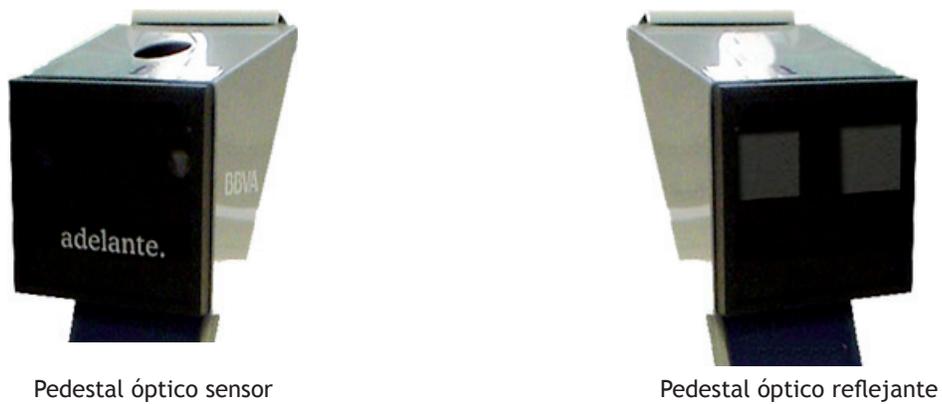


Fig. 7. Carátulas de policarbonato  
Autoría propia

Internamente cuentan con los siguientes componentes electrónicos: el pedestal óptico sensor cuenta con 2 sensores, 1 tarjeta electrónica y 1 riel din además del cableado para realizar las conexiones necesarias. (Fig. 8). Y el pedestal óptico reflejante solo cuenta con 2 reflejantes cuadrados. (Fig. 9)

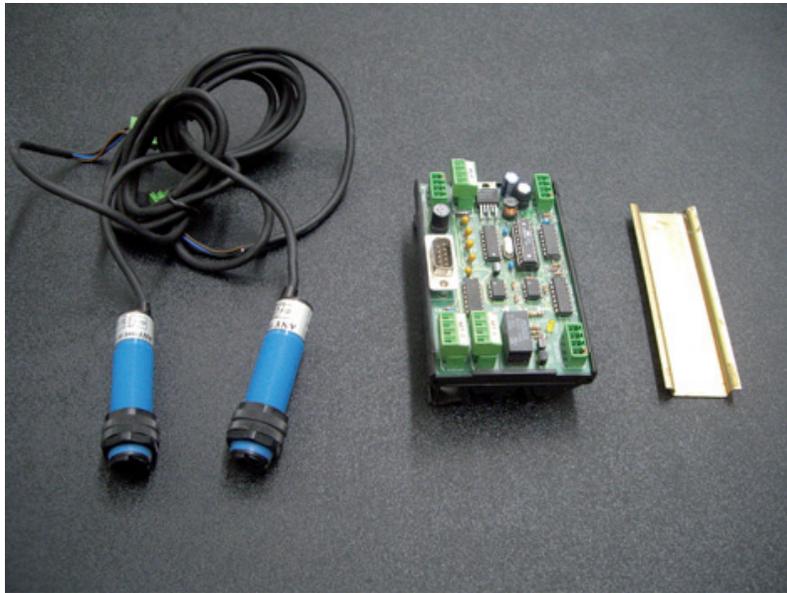


Fig. 8. Sensores, tarjeta electrónica y riel din

Autoría propia

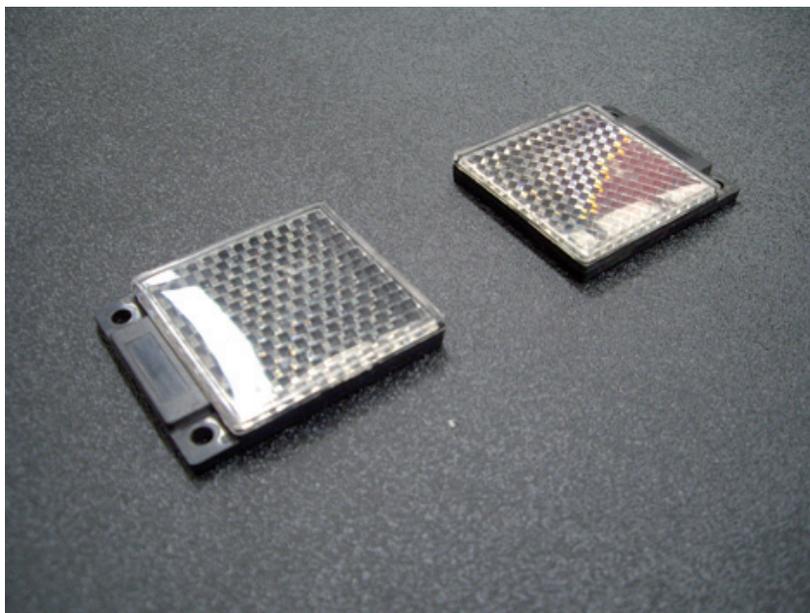


Fig. 9. Reflejantes

Autoría propia

## 1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PEDESTALES A REDISEÑAR

### 1.2.1. Fabricación

- Construcción compleja
- Fabricación a base de pailería semi-artesanal, láminas, tubos y placas de fierro soldadas

### 1.2.2. Fijación al piso

- Anclado en cuatro puntos por medio de tornillos visibles
- Base de placa de fierro de 1/4" de espesor
- Sujeción a base de tornillos y taquetes de expansión (Fig.10)

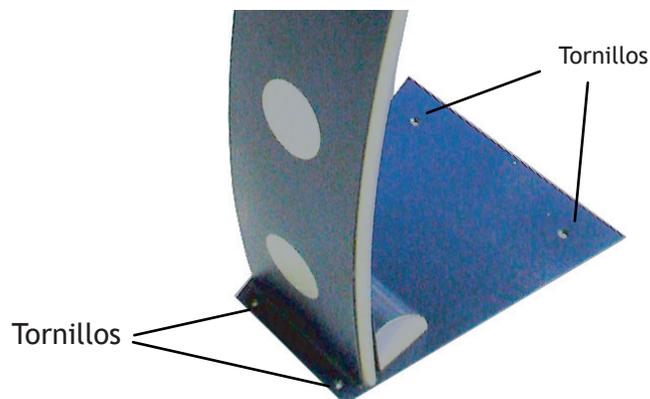


Fig. 10. Forma de fijación al piso  
Autoría propia

### 1.2.3. Cableado

- Cableado interno con tapa para instalaciones sin seguro
- Los cables son de fácil acceso para cualquier persona y no solo para los técnicos o instaladores (Fig. 11)

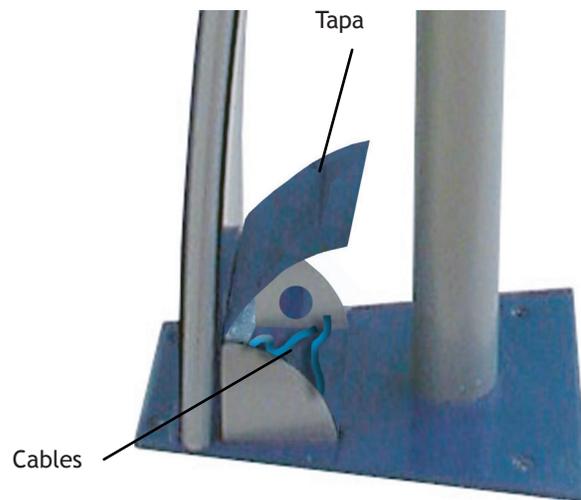


Fig. 11. Cableado  
Autoría propia

#### 1.2.4. Mantenimiento

- Un 80% de los pedestales analizados presentaban rayones o desprendimientos de pintura en áreas visibles
- En donde tenían desprendimiento de pintura un 50% presentaba oxidación
- El 70% de los pedestales tenían manchas u opacamiento de la pintura producto de los líquidos de limpieza utilizados

#### 1.2.5. Ajuste

El pedestal es completamente rígido al ser realizado de placas de lámina y perfiles de acero unidos con soldadura, la posibilidad de ajuste entre pedestales es solo de 6mm y demasiado susceptible a la inclinación del piso donde se instalen.

El sistema de ajuste se basa en presionar la cubierta de la parte superior del pedestal, que es donde se encuentran los sensores o reflejantes, en alguno de los extremos para de esta manera comprimir alguno de los resortes y provocar la vibración que se espera ajuste el alineamiento y por consiguiente reanude la señal entre pedestales. (Fig. 12)

La figura 13 muestra una vista en corte con los componentes del sistema de ajuste.

La figura 14 muestra un explosivo de la parte superior del pedestal en donde se encuentran los sensores o reflejantes según sea el caso y el sistema de ajuste.

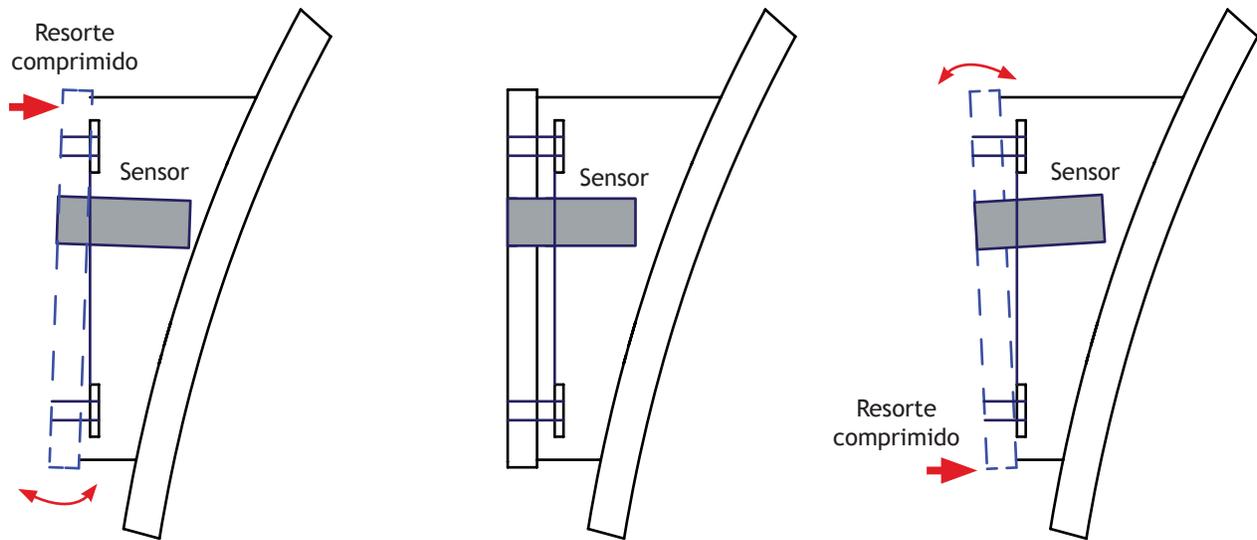


Fig. 12. Vista en corte de pedestal sensor para ejemplificar sistema de ajuste por vibración  
Autoría propia

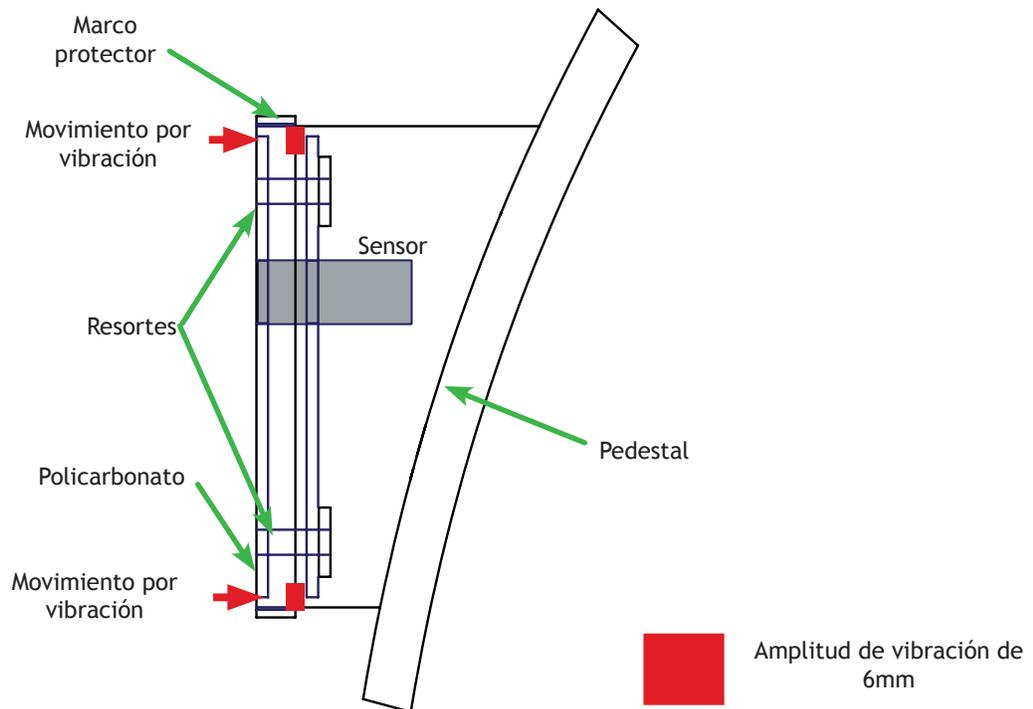


Fig. 13. Vista en corte sistema de ajuste por vibración  
Autoría propia

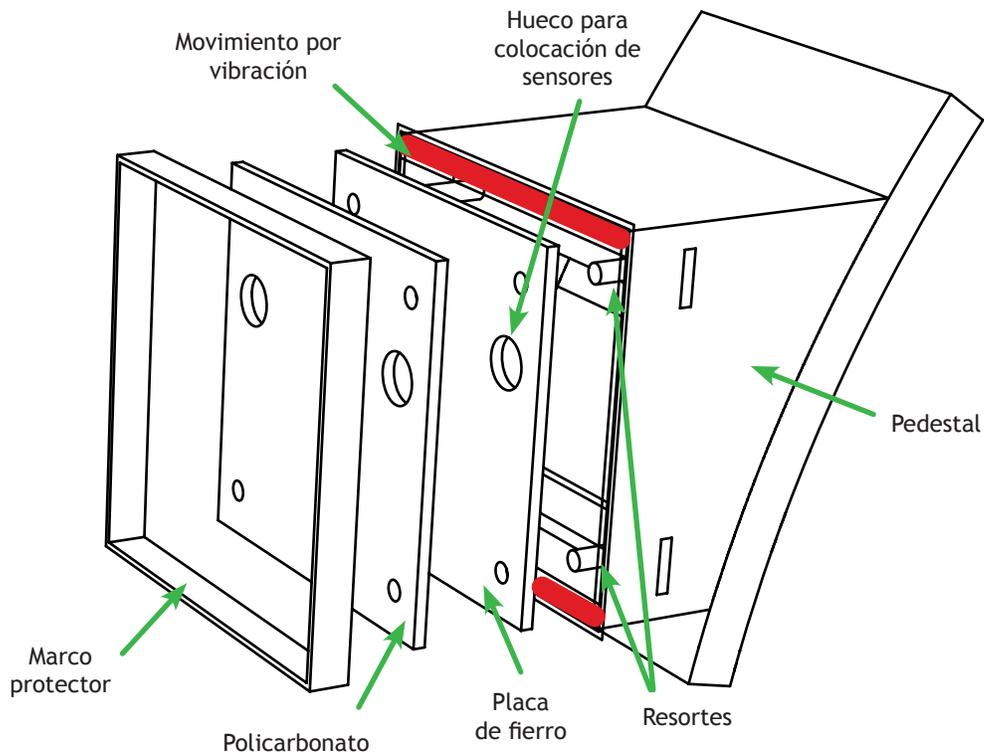


Fig. 14. Explosivo sistema de ajuste por vibración  
Autoría propia

### 1.2.6. Rigidez

- Ensamble a base de soldadura y doblé de lámina (Fig. 15)

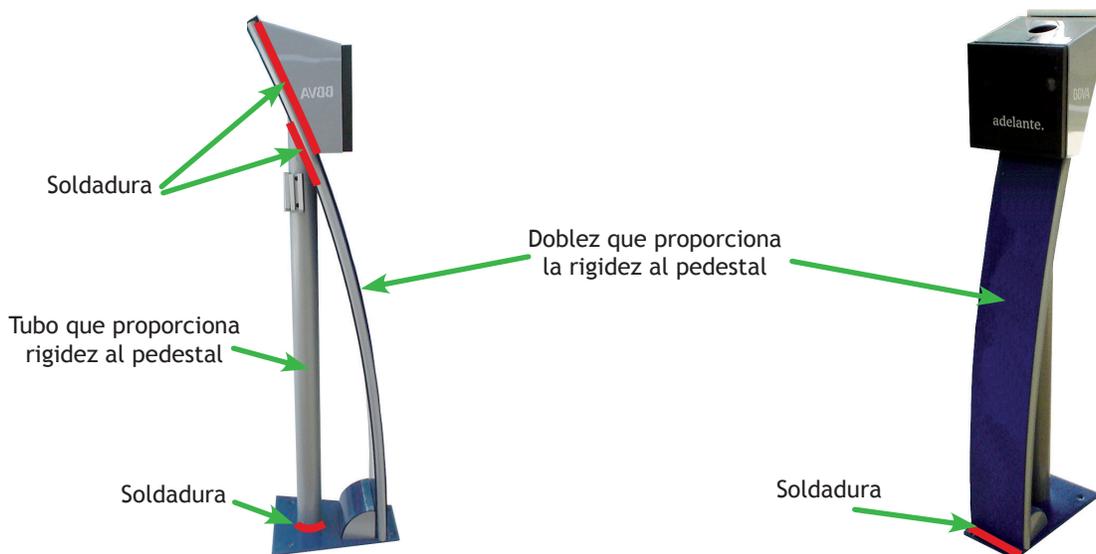


Fig. 15. Zonas de soldadura y rigidez en pedestal  
Autoría propia

### 1.2.7. Fijación al piso

- A base de tornillos y taquetes de expansión (Fig. 16)

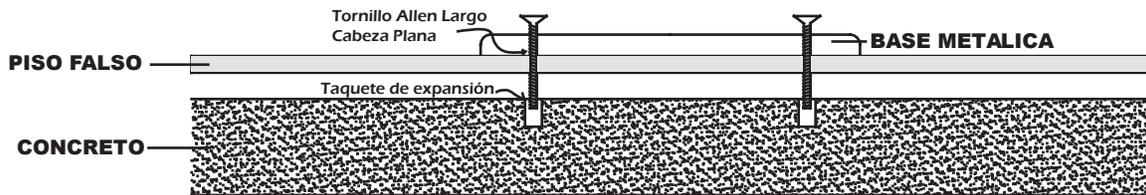


Fig. 16. Esquema de fijación al piso  
Autoría propia

# CAPÍTULO 2

## RECOPIACIÓN DE DATOS

Esperar haciendo fila es algo que todos hemos hecho. Encontramos filas en diversos lugares como supermercados, hoteles, hospitales, aeropuertos, etc. En los sitios donde no se hacen filas, se puede crear confusión para saber hacia dónde dirigirse, en que fila formarse o quien debe ser atendido primero.

Una sucursal bancaria proporciona múltiples categorías de servicio que requieren atención especial. También se puede dar el caso de que un cliente tenga que moverse a diferentes partes de un mismo edificio para realizar diferentes trámites.

El formar filas permite trasladar a un cliente desde una localidad central como un lobby o área de recepción hasta un área específica de servicio, tales como estaciones de trabajo, ventanilla o módulos de atención.

A continuación se presentan algunos de los métodos y sistemas utilizados para la administración del flujo de clientes.

### 2.1 SISTEMAS EXISTENTES

#### 2.1.1 Sistema Toma-turno

La manera en que funciona este sistema es la siguiente:

- El cliente entra a la sucursal y toma un boleto con el número de turno impreso.
- Posteriormente puede tomar asiento y esperar a que los carteles indicadores de turno muestren en su pantalla el número impreso en su boleto y la caja a la cual debe acudir. (Fig. 17)



Fig. 17. Toma turno

<http://www.pantallaselectronicas.com.mx/html/tomaturnosaluminio.html>

Este sistema cuenta también con dispensadores de boletos electrónicos (Fig. 18)



Fig. 18. Dispensadores electrónicos de boletos

<http://www.pantallaselectronicas.com.mx/html/tomaturnosaluminio.html>

### 2.1.2 Sistema integral de turno Q-net

Es un sistema que funciona de manera muy similar al “Toma turno” pero que además permite conocer información para optimizar el proceso de atención, como es:

- Número de clientes atendidos en cada caja/ventanilla.
- Tiempo de espera del cliente para ser atendido.
- Tiempo de atención de clientes en ventanillas.
- Eficiencia de cada uno de los cajeros.
- Horarios pico.

Los componentes principales de este sistema son:

- Dispensador de boletos

Los clientes obtienen un boleto impreso con el turno asignado presionando un botón en el dispensador de boletos. Este boleto contiene tanto el turno asignado como la hora y fecha en que fue impreso. (Fig. 19)

- Botonera de asignación de turnos

Es un tablero de dos botones. El cajero debe presionar el botón “Siguiente” para llamar al siguiente turno de atención, una vez que termina la atención del mismo, debe presionar el botón “Cerrar” para cerrar la administración del módulo estadístico. La botonera cuenta con una pantalla que muestra el turno que ha sido llamado.



Fig. 19. Dispensador de boletos del sistema Q-net

[http://www.pantallaselectronicas.com.mx/html/q-net\\_basic.html](http://www.pantallaselectronicas.com.mx/html/q-net_basic.html)

- Pantalla electrónica de turno y caja

Esta pantalla se instala en la zona de espera de los clientes y en ella se muestra el turno que está siendo atendido y la caja o ventanilla a la que se debe dirigir (Fig. 20)



Fig. 20. Pantalla electrónica del sistema Q-net

[http://www.pantallaselectronicas.com.mx/html/q-net\\_basic.html](http://www.pantallaselectronicas.com.mx/html/q-net_basic.html)

- Módulo estadístico

Un módulo estadístico que permite imprimir y guardar en una computadora datos correspondientes a un cierto día o periodo, como puede ser: número total de clientes atendidos, distribución de clientes en las distintas ventanillas, tiempo promedio de atención de clientes, tiempo promedio de espera, etc.

### 2.1.3 Sistema cuenta personas

Tiene como principales características:

- Doble Display LCD iluminado, cuenta entradas y salidas por separado.
- Funciona con un haz de luz infrarroja.
- Cuenta con batería en caso de corte del suministro eléctrico.
- Borrado de los datos mediante lápiz magnético.
- Máxima distancia de separación entre el haz de luz infrarroja y el receptor es de 5 metros.
- Dimensiones: Alto: 13cm, Ancho: 8cm, Grosor: 3cm, Peso:250gr. (Fig. 21)



Fig. 21. Dispositivos electrónicos cuenta-personas  
<http://193.126.122.175/newvision/conteudos.asp?IDCONT=558>

### 3.1. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Estos requerimientos se establecieron de acuerdo con lo expuesto en capítulos anteriores y por peticiones definidas por parte de BBVA Bancomer:

- **Fáciles de producir**, el tiempo para comenzar la instalación en las sucursales fue de solo cuatro meses.
- **Instalación amigable**, la instalación debe ser lo más sencilla posible debido a que una vez en las sucursales, los instaladores solo tienen 12 horas (de 7 de la noche a 7 de la mañana) para la instalación de los pedestales, componentes electrónicos y el software para la administración del flujo de clientes. Y de acuerdo con datos de BBVA Bancomer, las sucursales tienen entre 7 y 20 cajas y es un par de pedestales por caja.
- **Durabilidad**, deben resistir el estar en contacto diario con cientos de personas y además representa una fuerte inversión económica para BBVA Bancomer que esperan los reditúen por muchos años.
- **Ligeros**, facilitar el envío a la bodega de BBVA Bancoemr y traslado dentro de las sucursales.
- **Empotrados en el piso**, mantener una posición definida dentro de la sucursal.
- **Diseño acorde al proyecto Revitaliza**, unificar la imagen de las sucursales BBVA Bancomer en el país.
- **Estabilidad y rigidez**, garantizar el mínimo movimiento a pesar de estar en contacto con cientos de personas diariamente.
- **Factibilidad de un ajuste de la señal láser entre ellos**, proporcionar la posibilidad de ajustar los pedestales una vez instalados en caso de que se presente algún error de alineamiento.
- **Factibilidad de colocación de los componentes electrónicos en campo**, los pedestales deben permitir la instalación de los componentes electrónicos utilizados en los pedestales anteriores. Así como el cableado y la conexión a las instalaciones eléctricas y disposición arquitectónica de las sucursales empleada con los pedestales anteriores.
- **Separación de 1.5 metros entre pedestales al ser instalados en las sucursales**, distancia sugerida por Q-matic para permitir el libre paso de las personas entre los pedestales y un buen funcionamiento del láser.
- **Colocación de los sensores y reflejantes a una altura entre 1.10 metros y 1.30 metros**, requerimiento de Q-matic para un buen funcionamiento del láser de acuerdo con pruebas realizadas a su sistema de administración de flujo de clientes.
- **Posibilidad de ver que el láser está funcionando sin la necesidad de desarmar el pedestal**, los sensores tienen en la parte posterior un led que de acuerdo al color de luz que emite le indica al técnico el funcionamiento del láser.

- **Emplear principalmente los procesos de producción en los que tiene experiencia Air-design (termoformado, inyección de poliuretano, dados de extrusión de aluminio),** debido a que se tiene poco tiempo para realizar el proceso de diseño y la producción de los pedestales para su instalación en las sucursales es necesario hacer uso de materiales, procesos y proveedores conocidos.
- **Bajo costo de producción,** se debe proponer una solución realista, producible y económica porque BBVA Bancomer tiene un precio límite estimado para invertir en el proyecto Revitaliza en México y en esta nueva generación de pedestales.

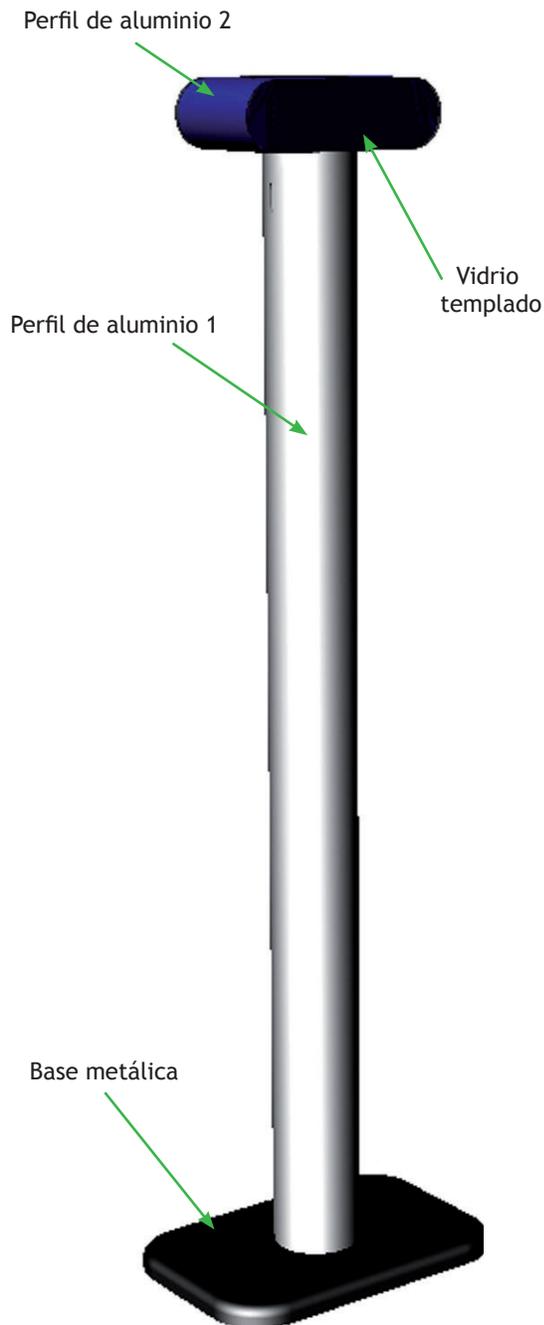
### **3.1.1 Requerimientos de diseño para pedestal óptico sensor**

- Suficiente espacio interno para colocar los componentes electrónicos
- Definir la forma en que se colocarán y sujetarán los sensores y demás componentes electrónicos
- Cableado interno que llegue hasta el piso
- Permitir la salida de la señal láser a través de los sensores
- Espacio suficiente para la maniobrabilidad durante la instalación de los componentes electrónicos

### **3.1.2 Requerimientos de diseño para pedestal óptico reflejante**

- Suficiente espacio interno para colocar los reflejantes
- Definir la forma en que se colocarán y sujetarán los reflejantes
- Permitir que la señal láser se refleje

Con base en los requerimientos de diseño enumerados en el capítulo anterior y al análisis realizado en el capítulo 1, se realizaron las siguientes propuestas de diseño:



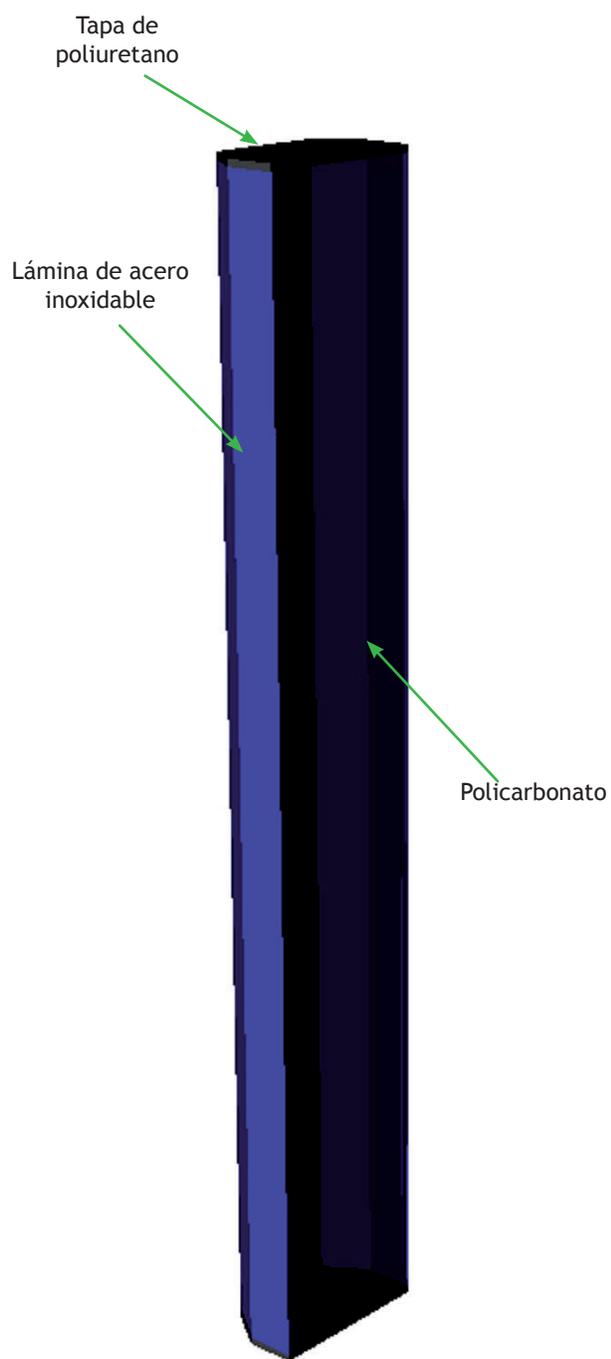
### Componentes:

- Perfil de aluminio 1
- Perfil de aluminio 2
- Cubiertas de vidrio templado
- Base metálica

### Características:

Los sensores y/o reflejantes se colocan dentro del perfil 2 uno junto al otro a la misma altura. (Fig. 22)

Fig. 22.Propuesta 1



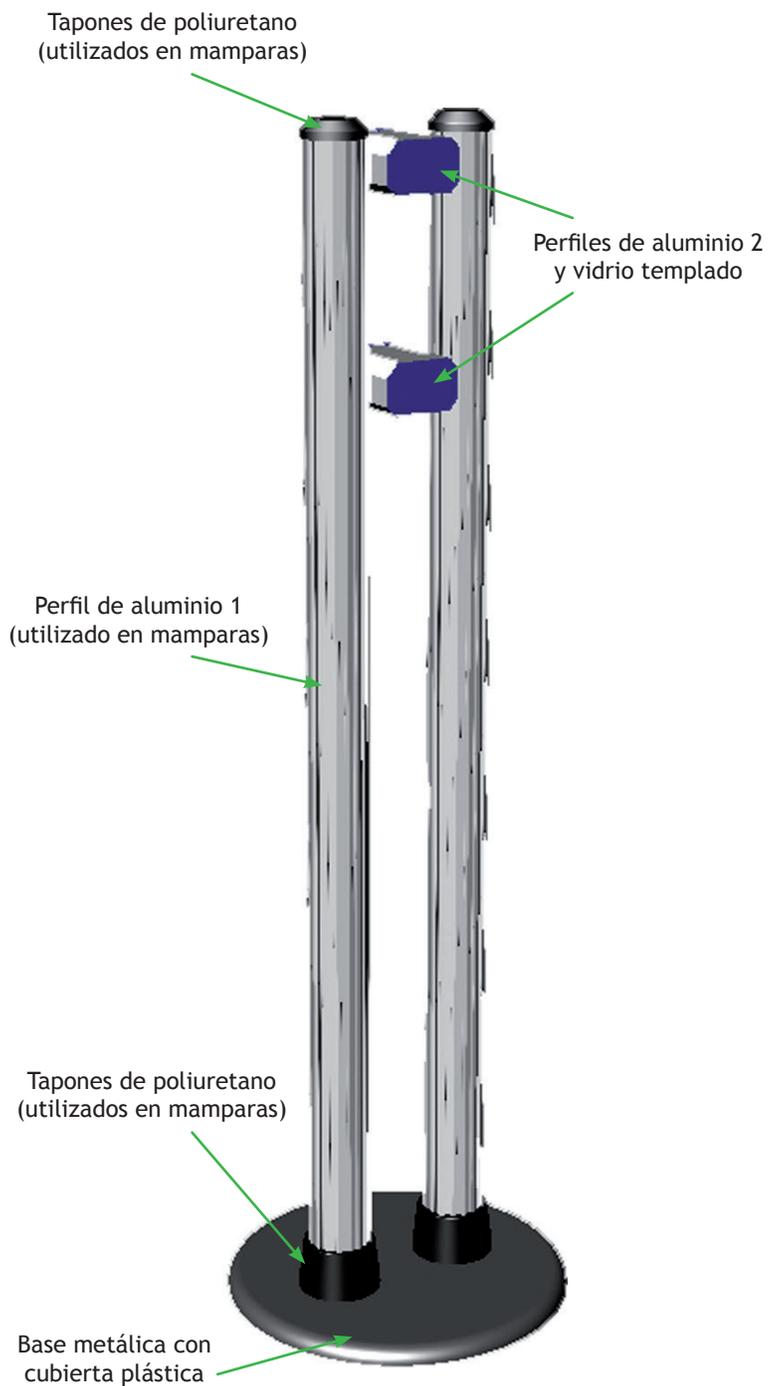
**Componentes:**

- Lámina doblada de acero inoxidable
- Cubierta frontal de policarbonato
- Tapas superior e inferior de poliuretano

**Características:**

Los sensores y/o reflejantes se colocan dentro del doblado de lámina uno junto al otro a la misma altura. (Fig. 23)

Fig. 23.Propuesta 2



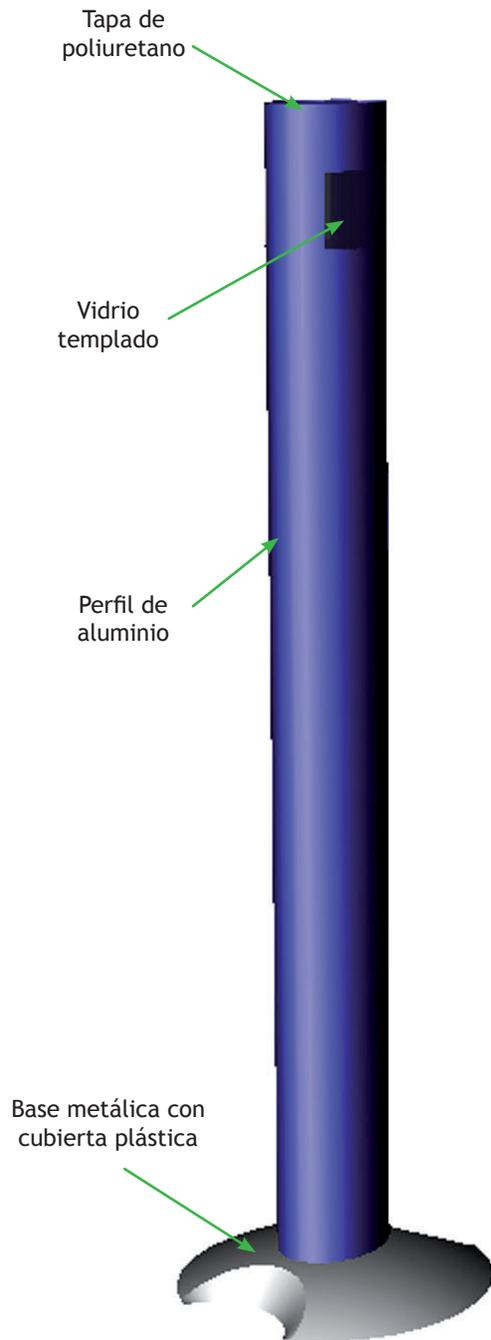
#### Componentes:

- Perfil de aluminio 1
- Perfil de aluminio 2
- Cubiertas de vidrio templado
- Tapones superiores de poliuretano
- Tapones inferiores de poliuretano
- Cubierta plástica
- Base metálica

#### Características:

Los sensores y/o reflejantes se colocan uno dentro de cada perfil 2 (Fig. 24)

Fig. 24.Propuesta 3



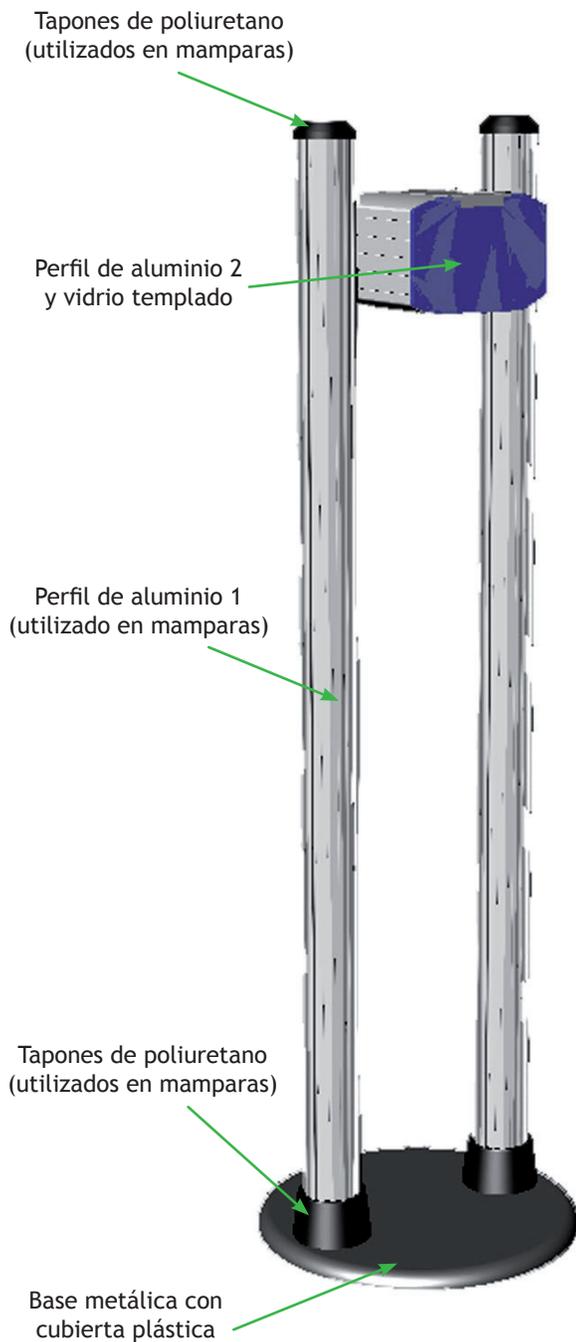
**Componentes:**

- Perfil de aluminio
- Cubierta frontal de vidrio templado
- Tapa superior de poliuretano
- Base metálica
- Cubierta plástica

**Características:**

Los sensores y/o reflejantes se colocan dentro del perfil de aluminio uno junto al otro a la misma altura. (Fig. 25)

Fig. 25.Propuesta 4



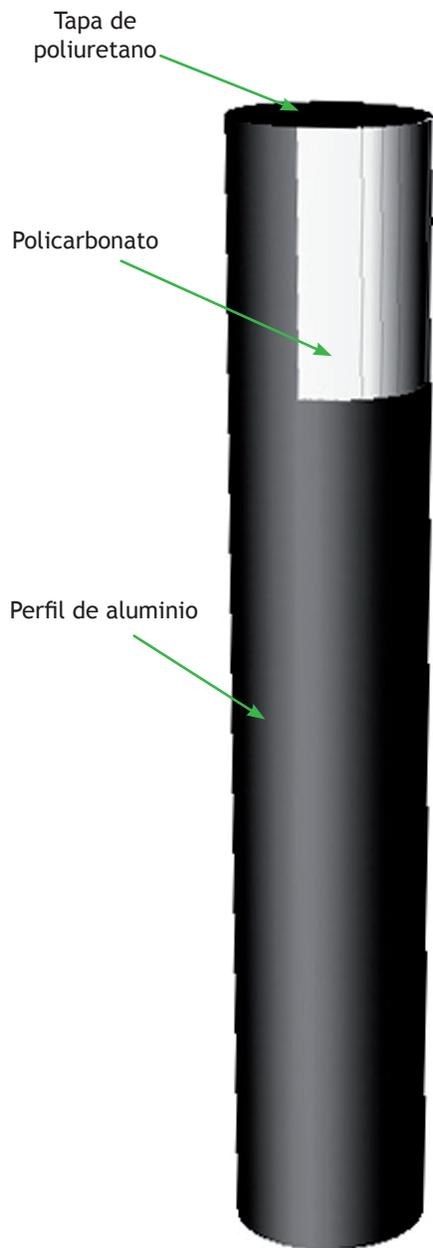
#### Componentes:

- Perfil de aluminio 1
- Perfil de aluminio 2
- Cubiertas de vidrio templado
- Taponos superiores de poliuretano
- Taponos inferiores de poliuretano
- Cubierta plástica
- Base metálica

#### Características:

Los sensores y/o reflejantes se colocan dentro del perfil de aluminio 2 uno junto al otro a la misma altura. (Fig. 26)

Fig. 26. Propuesta 5



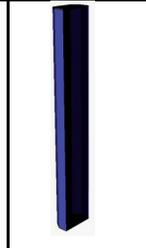
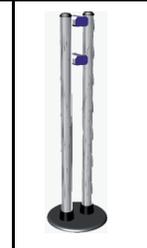
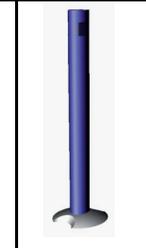
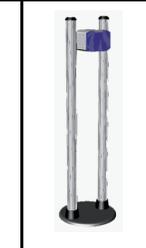
Componentes:

- Perfil de aluminio
- Cubierta frontal de policarbonato
- Tapa superior de poliuretano

Características:

Los sensores y/o reflejantes se colocan dentro del perfil de aluminio uno junto al otro a la misma altura. (Fig. 27)

Fig. 27.Propuesta 6

						
	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3	PROPUESTA 4	PROPUESTA 5	PROPUESTA 6
Fáciles de producir	3	2	4	3	4	4
Instalación amigable	3	2	4	4	4	2
Durabilidad	4	3	4	4	4	4
Ligeros	3	4	3	4	3	4
Empotrados en el piso	4	0	4	4	4	1
Diseño acorde al proyecto Revitaliza	3	3	3	3	3	3
Estabilidad y rigidez	3	1	4	3	4	2
Factibilidad de un ajuste de la señal laser entre ellos	1	0	4	2	4	1
Factibilidad de colocación de los componentes electrónicos en campo	3	2	4	4	4	3
Utilizar instalación de pedestales anteriores	4	4	4	4	4	4
Corto tiempo de fabricación (3 meses)	1	1	3	2	3	3
Mismos componentes electrónicos que pedestales anteriores	4	4	4	4	4	4
Separación de 1.5mt entre pedestales al ser instalados en las sucursales	4	4	4	4	4	4
Altura de colocación de los sensores y reflejantes a una altura entre 1.10mt y 1.30mt	3	3	3	3	4	3
Posibilidad de ver que el laser esta funcionando sin la necesidad de desarmar el pedestal	4	2	4	3	4	3
Emplear procesos de producción como termoformado, inyección de poliuretano, dados de extrusión de aluminio.	3	1	3	3	3	2
Bajo costo de producción	2	1	3	3	3	3
Espacio interno para componentes electrónicos y reflejantes	4	2	4	3	4	3
Sujeción de los componentes electrónicos y reflejantes	3	1	4	3	4	3
Cableado interno que llegue hasta el piso	4	3	4	4	4	3
Permitir la salida y refracción de la señal laser	4	3	4	4	4	4
Espacio suficiente para la maniobrabilidad durante la instalación de los componentes electrónicos y reflejantes	2	2	3	2	4	3
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>48</b>	<b>81</b>	<b>73</b>	<b>83</b>	<b>66</b>

La Tabla 1 presenta una matriz de evaluación que con base a los requerimientos de diseño identificados evalúa las alternativas permitiendo identificar a la que cumple en mayor medida con los requerimientos.

Los valores asignados son los siguientes:

- 0 - inadecuada
- 1 - débil
- 2 - satisfactoria
- 3 - buena
- 4 - excelente

Los valores de las propuestas en los distintos requerimientos de diseño fueron asignados luego de una junta entre el equipo de diseño de Airdesign con personal de Q-matic<sup>2</sup> y BBVA Bancomer, celebrada en el centro Bancomer ubicado en Avda. Universidad, 1200, Colonia Xoco en México D.F. en la que se les expusieron las propuestas de diseño y ellos emitieron sus opiniones acerca de cada propuesta.

De esta junta (y de acuerdo a la tabla anterior) la propuesta elegida fue la número 5, pero como la propuesta 3 obtuvo un puntaje muy cercano y la construcción es similar, se decidió realizar prototipos funcionales de ambas propuestas para así someterlos a una evaluación en un entorno real.

<sup>2</sup> Q-matic de México S.A. de C.V. empresa dedicada a la administración de flujo de clientes con domicilio en Cincinnati 81-705, Col. Nochebuena, C.P. 03720, México D.F.

Estos prototipos se presentaron tan solo 3 días después de la junta de evaluación de propuestas realizada en Centro Bancomer.

En ambas propuestas se realizaron prototipos funcionales y se realizó la instalación de componentes electrónicos por parte de Q-matic. También se instalaron y corrieron pruebas de funcionamiento del software y del hardware de administración de flujo de clientes para evaluar el funcionamiento de ambos prototipos.

### 5.1. PROTOTIPO PROPUESTA 3

Las figuras 28, 29 y 30 muestran el prototipo realizado de acuerdo a la propuesta 3 del capítulo anterior.



Fig. 28. Prototipos de pedestal óptico sensor y pedestal óptico reflejante (Propuesta 3)  
Autoría propia



Fig. 29. Prototipo de pedestal óptico sensor (Propuesta 3)  
Autoría propia



Fig. 30. Prototipo de pedestal óptico reflejante (Propuesta 3)  
Autoría propia

## 5.2. PROTOTIPO PROPUESTA 5

Las figuras 31, 32 y 33 muestran el prototipo realizado de acuerdo a la propuesta 5 del capítulo anterior.



Fig. 31. Prototipo de pedestal óptico sensor (Propuesta 5)  
Autoría propia



Fig. 32. Detalle de prototipo de pedestal óptico sensor (Propuesta 5)  
Autoría propia



Fig. 33. Prototipos de pedestal óptico sensor y pedestal óptico reflejante (Propuesta 5)  
Autoría propia

### 5.3. EVALUACIÓN DE PROTOTIPOS

La principal diferencia entre ambos prototipos es la ubicación de los sensores y reflejantes dentro de los pedestales.

En la propuesta 3 los sensores o reflejantes se ubican uno arriba del otro y por lo tanto necesitan un perfil de aluminio para cada uno. Por el contrario en la propuesta 5 los sensores o reflejantes se colocan de forma horizontal y por lo tanto están a la misma altura, permitiendo colocarlos dentro del mismo perfil de aluminio, aunque este debe ser de dimensiones mayores que las de la propuesta 3.

El tamaño de los perfiles de aluminio en donde se colocan los sensores o reflejantes determina la distancia entre los perfiles que sirven como soporte y que llamaremos “corona”. La figura 34 muestra las diferencias entre ambos prototipos

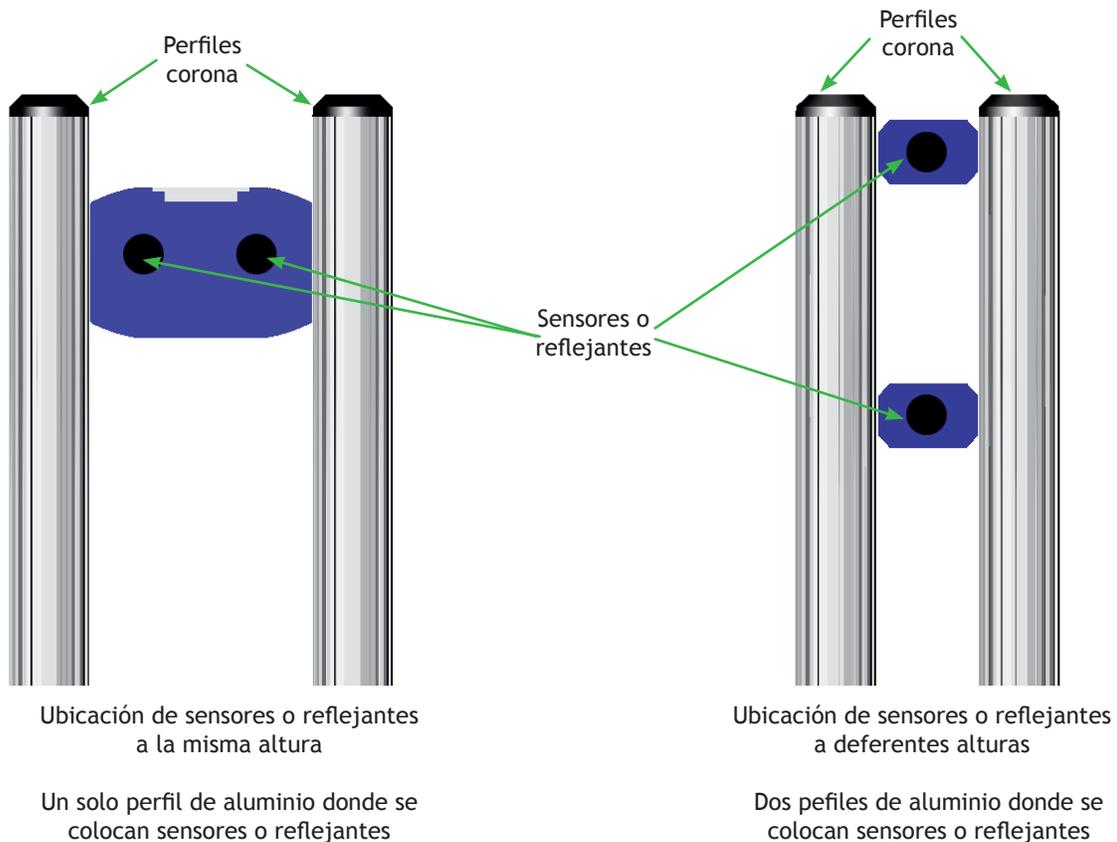


Fig. 34. Comparativa prototipos de pedestales propuestas 3 y 5  
Autoría propia

Durante la fabricación de los prototipos pudo notarse que el ensamble a base de tornillos entre los perfiles corona y la base metálica no proporcionaba la rigidez necesaria para evitar que los perfiles corona se movieran entre si.

Es por esto que se decidió colocar un cable de acero que tensara ambos perfiles corona entre si y junto con la base metálica. (Fig. 35)

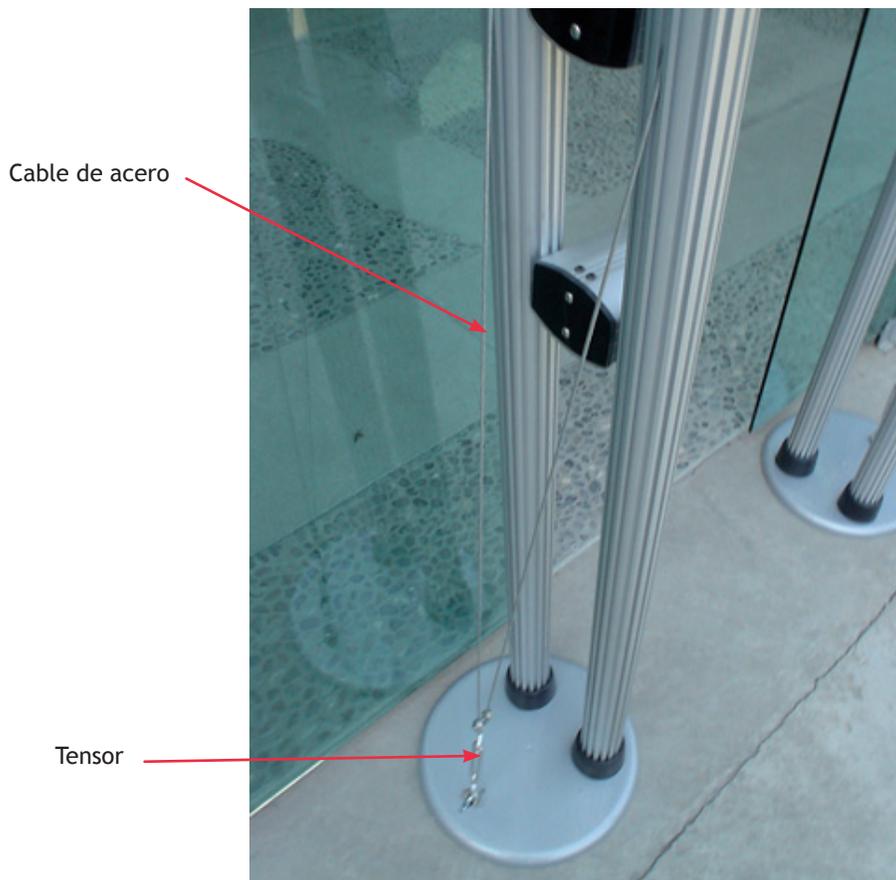


Fig. 35. Uso de tensores y cable de acero en prototipo para proporcionar mayor rigidez  
Autoría propia

### 5.3.1 Evaluación de prototipo propuesta 3

Después de la instalación de los prototipos de la propuesta 3 y de una corrida de prueba del sistema de administración de flujo de clientes, los comentarios de BBVA Bancomer y Q-matic fueron los siguientes:

- Agradó el diseño en general y que estuviera acorde con las mamparas (ver Anexos)
- La rigidez proporcionada por todo el ensamble fue satisfactoria
- Se tuvieron problemas con la señal emitida y reflejada por el láser al estar colocados tanto sensores como reflejantes en forma vertical (uno arriba del otro)
- El espacio que se tiene para la instalación de los componentes electrónicos en el pedestal sensor resultó incómoda e incluso insuficiente para los instaladores
- Se tuvieron que realizar conexiones entre los dos perfiles de aluminio que contenían a los sensores y esto dificultó y retrasó la instalación

### 5.3.2 Evaluación de prototipo propuesta 5

Después de la instalación de los prototipos de la propuesta 5 y de una corrida de prueba del sistema de administración de flujo de clientes, los comentarios de BBVA Bancomer y Q-matic fueron los siguientes:

- Agradó el diseño en general y que estuviera acorde con las mamparas (ver Anexos)
- La rigidez proporcionada por todo el ensamble fue buena, pero solicitaron idear una manera de proporcionar mayor rigidez al pedestal, ya que al contar con un perfil de aluminio mas grande para colocar los sensores o reflejantes, la distancia entre perfiles corona es mayor
- No se presentaron problemas con la señal emitida y reflejada por el láser al estar colocados tanto sensores como reflejantes en forma horizontal (uno al lado del otro) Solicitaron una separación entre los centros de los sensores de 10cm ya que fue la separación en que se obtuvieron mejores resultados para la emisión y reflejo del láser
- La instalación se facilita ya que el espacio que se tiene para la instalación de los componentes electrónicos en el pedestal sensor resultó satisfactoria y se realiza en un solo perfil de aluminio.
- Solicitaron que el cable de acero y el tensor fueran cubiertos para evitar accidentes.

Por los resultados obtenidos y las observaciones de parte de BBVA Bancomer y Q-matic al finalizar la junta se decidió que se llevaría a fabricación la propuesta 5.

Cabe mencionar que los prototipos elegidos se quedaron instalados Esto con el fin de verificar que no se presentaran errores en el funcionamiento del sistema de administración de flujo de clientes.

Un par de días después de la instalación se colocaron los dispositivos para proporcionar mayor rigidez a los pedestales y para ocultar el cable de acero como lo había requerido BBVA Bancomer y Q-matic. (Fig. 36 y 37)

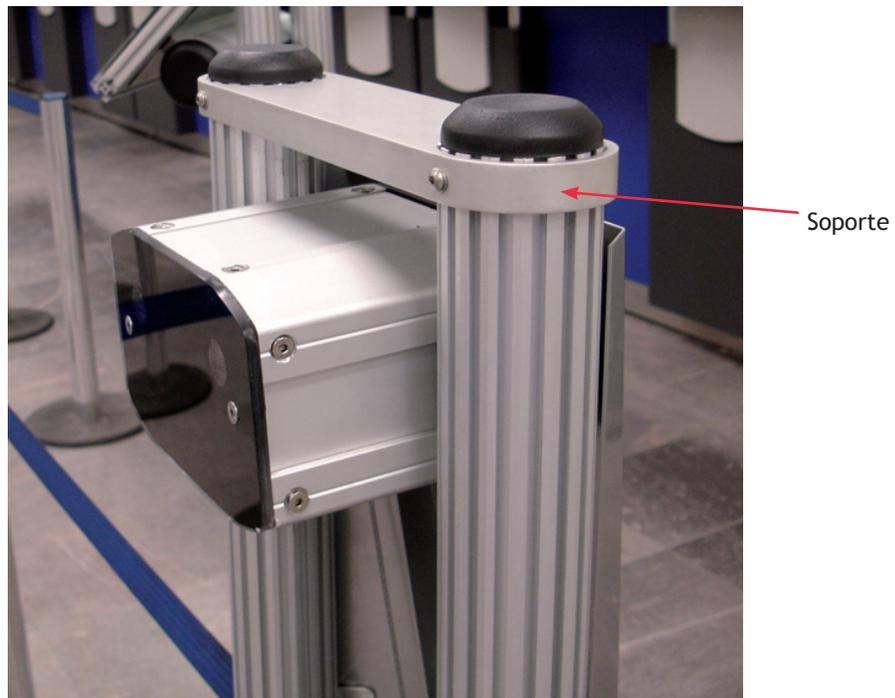


Fig. 36. Soporte instalado para proporcionar mayor rigidez  
Autoría propia



Fig. 37. Tolva de lámina instalada para ocultar cable de acero y tensor  
Autoría propia

## CAPÍTULO 6

# INGENIERÍA DE DETALLE

---

En este Capítulo se desarrolló la propuesta de diseño del pedestal sensor y pedestal reflejante elegido en el capítulo anterior. (Fig.38)

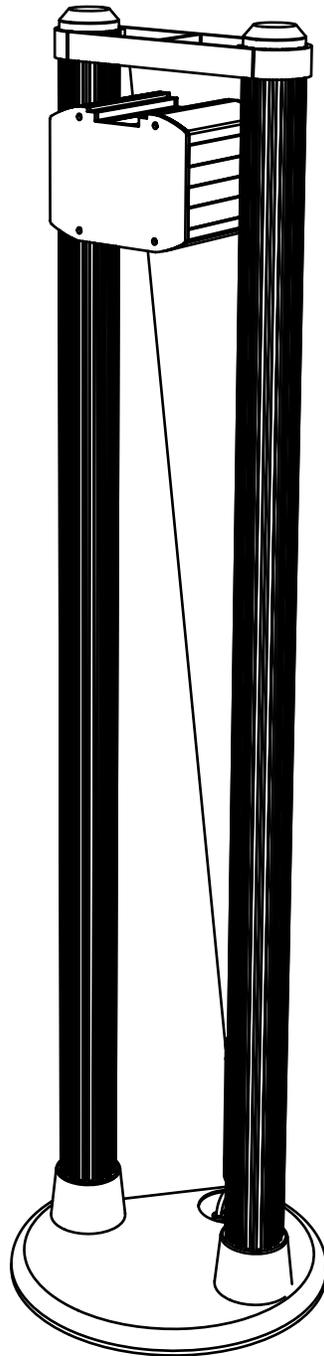


Fig. 38. Diseño final de pedestal óptico sensor y pedestal óptico reflejante

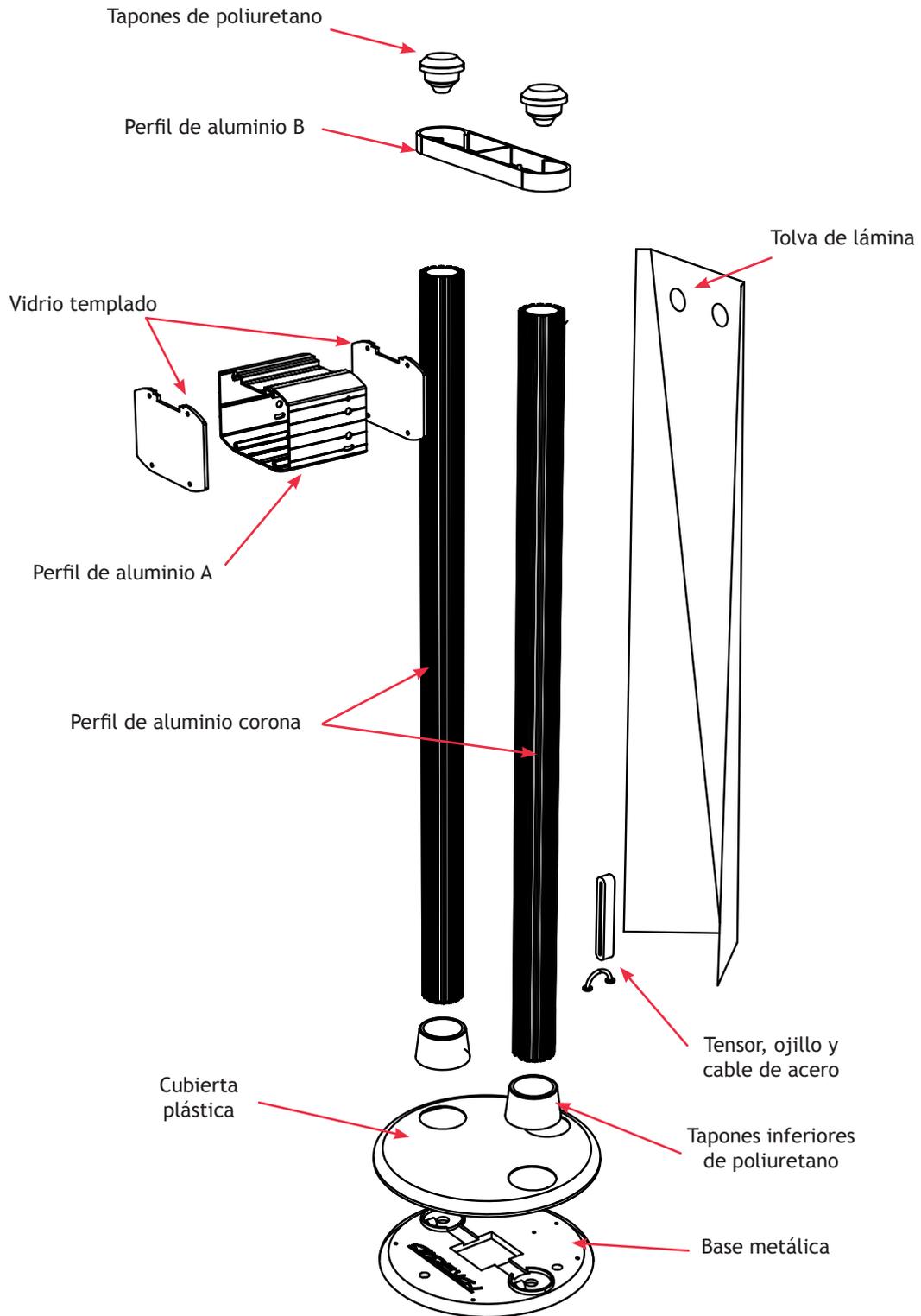


Fig. 39. Despiece de pedestales

En la figura anterior podemos observar el despiece de los pedestales, es importante señalar que los perfiles de aluminio A y perfil B no son de uso comercial, por lo que se tuvieron que diseñar los dados para su extrusión. El perfil A es en donde se ubicarán los sistemas electrónicos y sistemas de alineación. Además de estos perfiles, en este capítulo se presenta el diseño y manufactura de la tolva metálica, vidrios templados, cubiertas plásticas y la base metálica. Finalmente se presenta el ensamble de los pedestales sensor, reflejante y el sistema de alineación.

## **6.1. DISEÑO DE PERFILES DE ALUMINIO UTILIZADOS EN LOS PEDESTALES**

El aluminio y la técnica de producción de la extrusión hacen posible producir perfiles de aluminio que ahorran el uso de mano de obra, disminuyen los costos y reducen los requisitos de fabricación. (Ver Anexos, pág. 112, para mayor información del aluminio y del proceso de extrusión)

Para el diseño de perfiles de aluminio la principal característica a considerar es su geometría, posteriormente también se deben considerar la aleación, el temple y el acabado del perfil de aluminio de acuerdo al uso que se la vaya a dar<sup>3</sup>

De acuerdo con la propuesta elegida para el rediseño de los pedestales, se tuvieron que diseñar dos nuevos perfiles de aluminio.

El primer perfil de aluminio será utilizado para colocar en su interior los sensores y/o reflejantes, así como los componentes electrónicos correspondientes y que denominaremos Perfil A (Ver figura 39 y 40)

El segundo perfil de aluminio será utilizado para sujetar ambos perfiles corona en su posición, al cual denominaremos Perfil B (Ver figura 39 y 40)

<sup>3</sup> Hufnagel, W., "Manual del Aluminio", (2ª edición Edición), Barcelona, Editorial Reverté, S.A., 1992

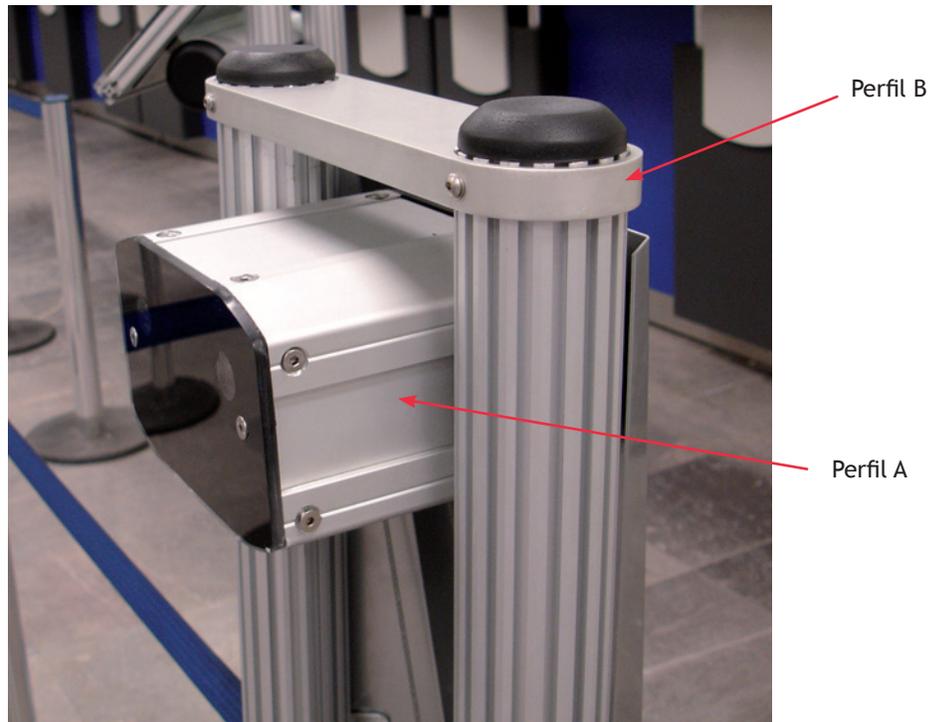


Fig. 40. Geometría de los perfiles a diseñar para la nueva carcasa  
Autoría propia

### **6.1.1. Selección de material y acabado para los perfiles A y B**

Las aleaciones de aluminio son obtenidas a partir de aluminio y otros elementos, generalmente cobre, zinc, manganeso, magnesio o silicio. Las aleaciones de aluminio tienen como principal objetivo mejorar la dureza y resistencia del aluminio, que es en estado puro un metal muy blando<sup>4</sup>.

De acuerdo a la Tabla 2, la serie 6000 es la que tiene mejores propiedades de elongación y esfuerzo y se encuentra en el área de equilibrio, por lo que es la elegida para que sea la utilizada en la extrusión de los perfiles de aluminio A y B.

<sup>4</sup> The Aluminum association, “Aluminum Standards and data”, Manual, March 2003

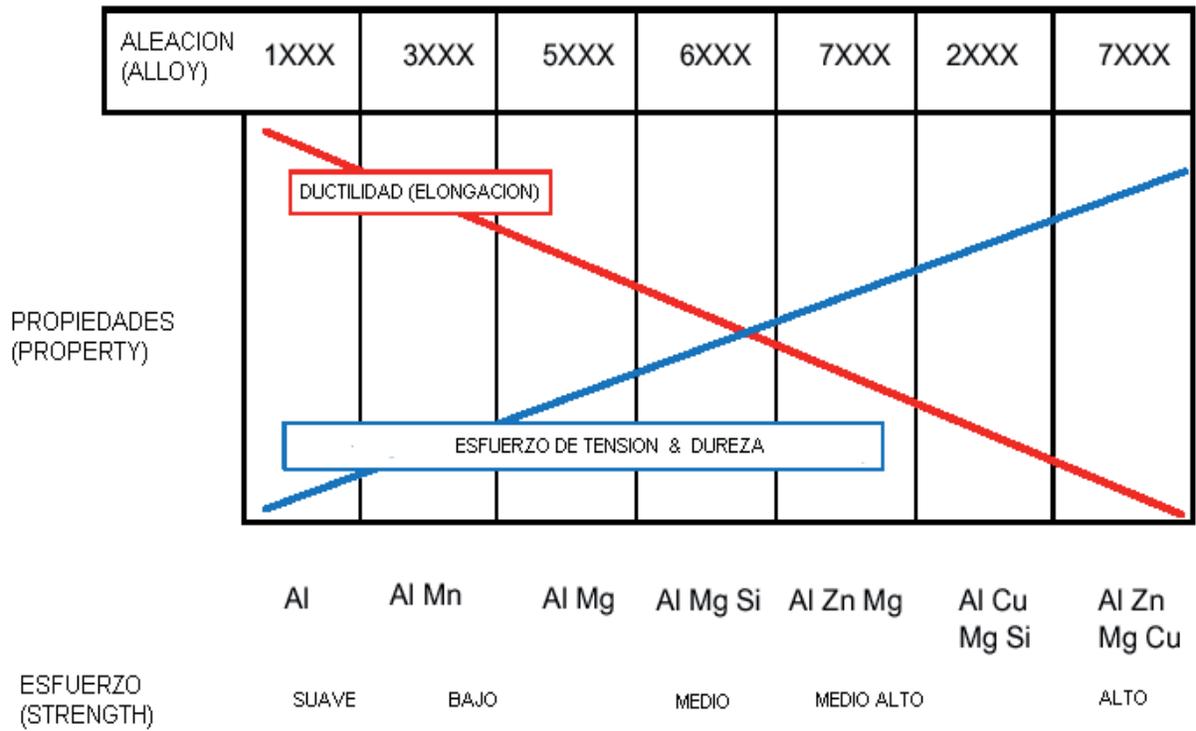


Tabla 2. Aleaciones de aluminio

The Aluminum association, "Aluminum Standards and data", Manual, March 2003, Ediciones Limusa S.A., México D.F., 2000

La tabla 3 muestra las propiedades de la aleación 6000. Que para los perfiles A y B son de mayor importancia las buenas propiedades mecánicas, la buena resistencia a la corrosión y la buena maquinabilidad. Además de que al ser la serie más utilizada para extrusiones garantiza una fabricación más rápida de los perfiles de aluminio.

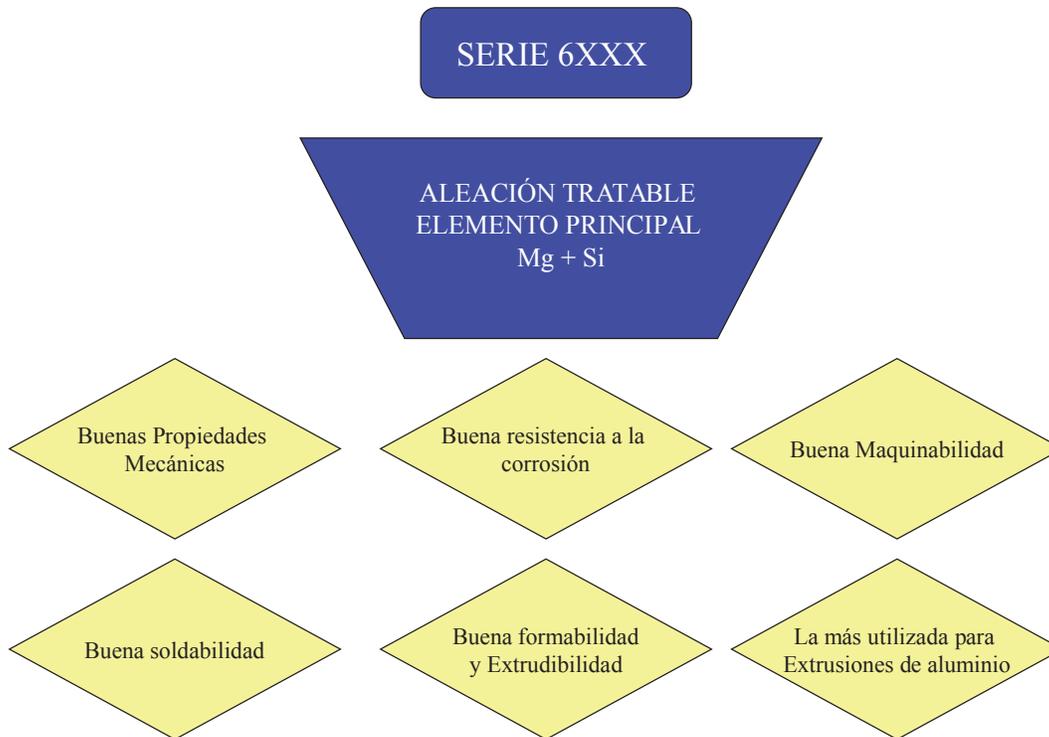


Tabla 3. Propiedades de la serie 6000

The Aluminum association, "Aluminum Standards and data",  
Manual, March 2003, Ediciones Limusa S.A., México D.F., 2000

Una vez elegida la serie de la aleación, ésta a su vez se divide de acuerdo al porcentaje de los elementos utilizados para formar la aleación. Que para el caso de la Serie 6000 son Mg + Si (Ver Tabla 4)

De acuerdo con la Tabla 4 que muestra el uso que se da a cada división de la Serie 6000 y por recomendación de Cuprum<sup>5</sup> de acuerdo al uso que se le daría al perfil A y porque sería sometido al maquinado de perforaciones en CNC, se eligió la Serie 6063 al ser la serie más utilizada en la industria de la construcción.

Para el perfil B cuya función principal es estructurar los pedestales en la zona superior, se eligió la aleación 6061 que se utiliza principalmente para la fabricación de perfiles para estructuras

6003	0.7% Si	1.2% Mg	Placas de Datos, utensilios , Arquitectura y Conductor eléctrico
6005	0.8% Si	0.5% Mg	En la fabricación de escaleras
6053	0.7% Si	1.2% Mg	En la fabricación de remaches y alambre
6060	% Si	% Mg	Utilizado en la industria de la construcción Tubo extruido
6061	0.6 % Si	1.0 %Mg	Fabricación de Tubos , Perfiles para Estructuras.
6063	0.4% Si	0.7% Mg	Utilizado en la industria de la construcción
6066	1.4% Si	1.1% Mg	Fabricación de perfiles
6070	1.4% Si	0.8% Mg	Tubos extruidos y para tuberías de transmisión de gas y aceite
6101	0.5% Si	0.6% Mg	Conductores electricos (Bus Bar etc.)
6105	0.8% Si	0.6% Mg	Perfiles Extruidos

Tabla 4. División de la serie 6000

The Aluminum association, “Aluminum Standards and data”, Manual, March 2003, Ediciones Limusa S.A., México D.F., 2000

<sup>5</sup> Cuprum S.A. de C.V.: Empresa dedicada a la venta y fabricación de perfiles de aluminio para las industrias de la construcción y la transformación. Ubicada en Av. La Presa 290, San Juan Ixhuatepec, México, D.F., C.P. 54180

Por último se eligió el temple del aluminio; que es el tratamiento que se da a las aleaciones de aluminio para aumentar o disminuir sus propiedades mecánicas mediante tratamientos térmicos.

La Tabla 5 muestra las propiedades obtenidas en la aleación elegida de acuerdo a diferentes grados de temple aplicado.

ALEACION (ALLOY)	TEMPLE (TEMPER)	ESFUERZO DE CEDENCIA (YIELD STRENGTH) KPSI	ESFUERZO DE RESISTENCIA (TENSILE STRENGTH) KPSI	ELONGACIÓN (ELONGATION) %
6063	5	16	22	8
6063	6	25	30	8
6061	5	30	35	8
6061	6	35	38	8
6005	5	35	38	8
6005	6	37.5	41.5	8
6101	6	25	29	NA

Tabla 5. Temples de la serie 6000

The Aluminum association, "Aluminum Standards and data",  
Manual, March 2003, Ediciones Limusa S.A., México D.F., 2000

Ya que la aleación elegida para el perfil A es la 6063, solo se tienen dos opciones de temple y se escogió el 6 al ser el que proporciona mayor esfuerzo de cedencia y resistencia. Mismo caso para el perfil B y se eligió también el temple 6.

Para el acabado, se eligió el mismo que se utiliza en las mamparas (ver Anexos, pág. 101) que ya están instaladas en las sucursales BBVA Bancomer y es el anodizado natural.

El anodizado consiste en un proceso electroquímico que crea una capa considerablemente más gruesa de óxido que la que se forma naturalmente. Esto brinda protección contra el desgaste mecánico y la corrosión además de convertir la superficie en aislante eléctrico<sup>6</sup>.

El proceso implica colocar el perfil en un baño electrolítico con una corriente continua en la que éste actúa como ánodo (de allí el nombre). Cuando se aplica la corriente se forma una capa de óxido que pasa a formar parte integral del material.

El espesor de la capa está determinado por una combinación de la temperatura y la composición del baño, la corriente aplicada y el tiempo de anodizado.

La capa de óxido creada consiste en una cantidad de poros abiertos que vuelven el material sensible a la corrosión. Por tanto, el proceso se completa mediante el cierre de los poros con un sellado. La capa de óxido anódico también puede colorearse según una amplia gama de tonos. El coloreado se realiza antes del sellado. Al ser anodizado natural esto se refiere a que se tiene el color natural del aluminio.

Por lo tanto para el perfil A se eligió una Aleación 6063 con un temple 6 y un acabado anodizado natural.

Mientras que para el perfil B se eligió una Aleación 6061 con un temple 6 y un acabado anodizado natural.

<sup>6</sup> Barroso S. y Ibáñez J., “Introducción al conocimiento de materiales”, Editorial Síntesis S.A., Madrid, 2000

### 6.1.2. Recomendaciones para el diseño de perfiles de aluminio

Las principales recomendaciones para el diseño de perfiles de aluminio con las geometrías del perfil A y B parte del proveedor de aluminio Cuprum fueron:

- Espesor mínimo de 2.65mm para el perfil A al tratarse de un perfil cerrado y considerando las dimensiones generales y la geometría.
- Espesor mínimo de 4 mm para el perfil B al tratarse de un perfil cerrado y considerando las dimensiones generales y la geometría.
- Respetar la regla de 3 a 1. Que refiere a que si existen canales en el diseño del perfil, las paredes del canal sean como máximo 3 veces la longitud de la base.

### 6.1.3. Diseño de perfil A

El perfil A fue diseñado considerando los componentes internos que llevará, las condiciones necesarias para la alineación y ajuste de las carcasas tanto en la planta de producción como en la instalación en las sucursales y considerando el espacio necesario en el interior del perfil para la maniobrabilidad al momento de instalarlos. Su diseño final puede observarse en el apéndice como el Plano 3.

La figura 41 muestra las características consideradas para el diseño del Perfil A

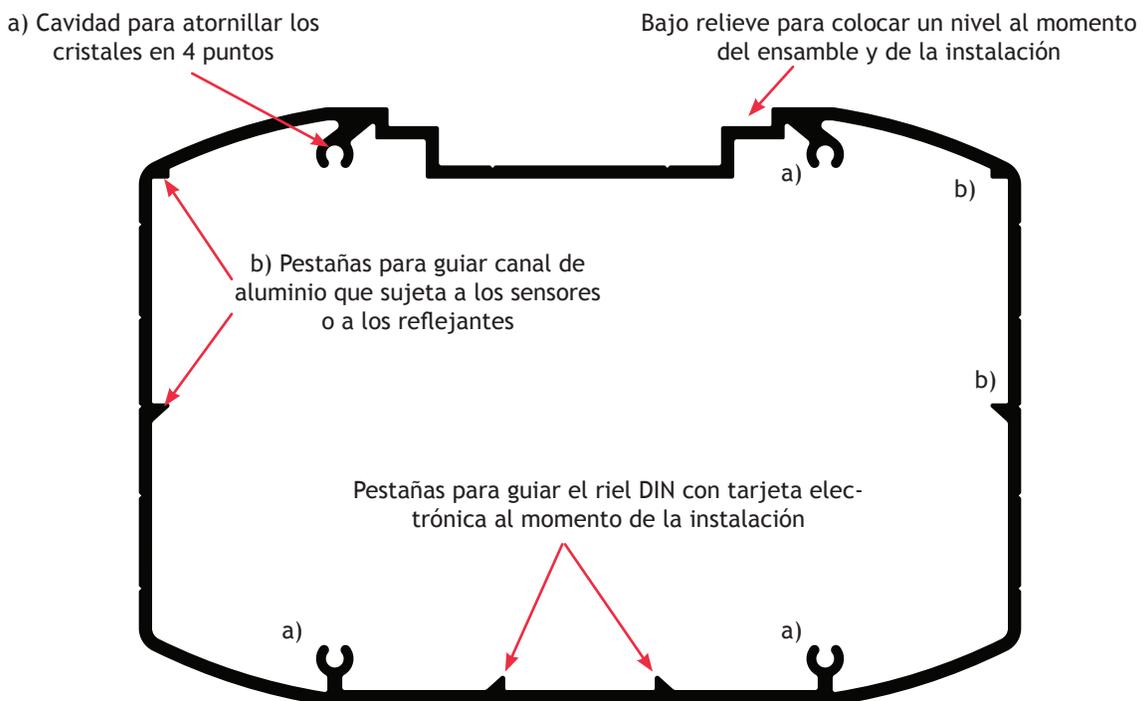


Fig. 41. Diseño preliminar del perfil A

### 6.1.4 Desarrollo de prototipo del perfil A

Una vez diseñado el perfil de aluminio se realizó un modelo funcional en la impresora de sólidos 3D Printer SST 1200es para comprobar las dimensiones y realizar pruebas funcionales. (Fig. 42)

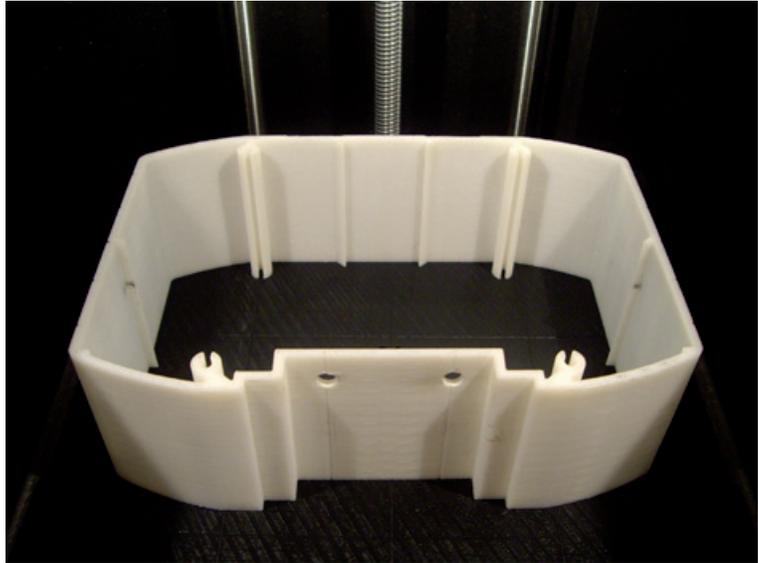
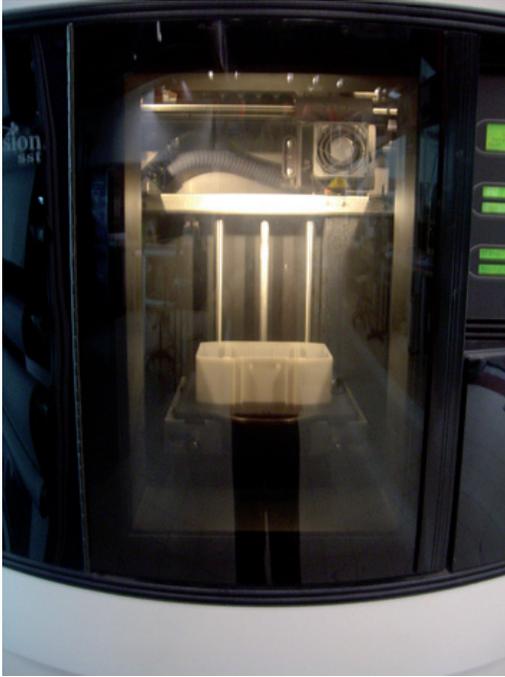


Fig. 42. Prototipo de perfil A realizado en 3D printer SST 1200es  
Autoría propia

Con el prototipo se pudieron comprobar las dimensiones generales, los ensambles de los componentes internos (Fig. 43 y 44) y el ensamble con los perfiles corona.

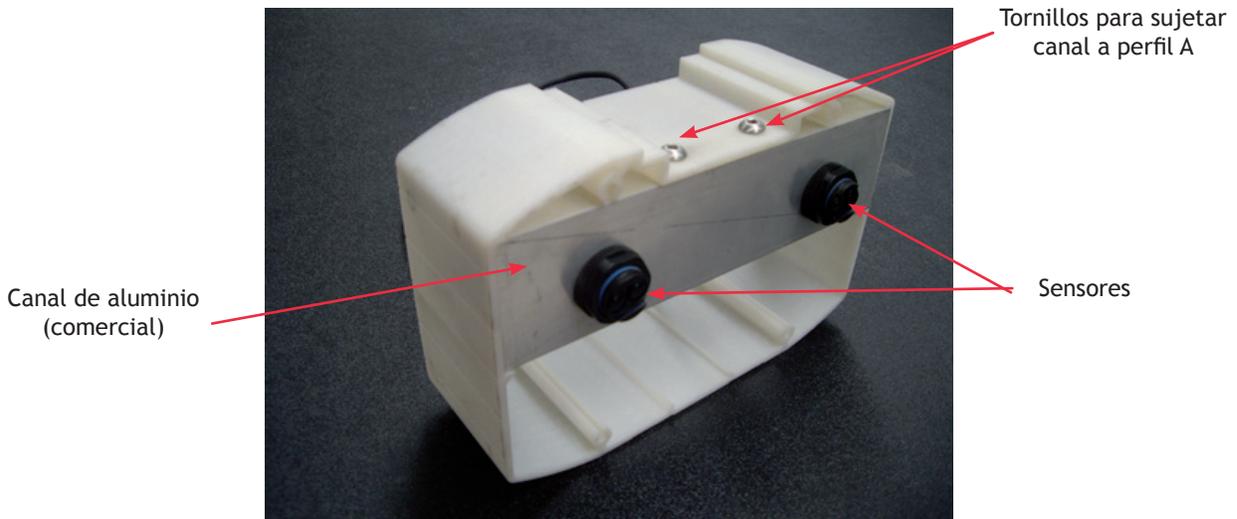


Fig. 43. Ensamble de sensores en el prototipo del perfil A  
Autoría propia

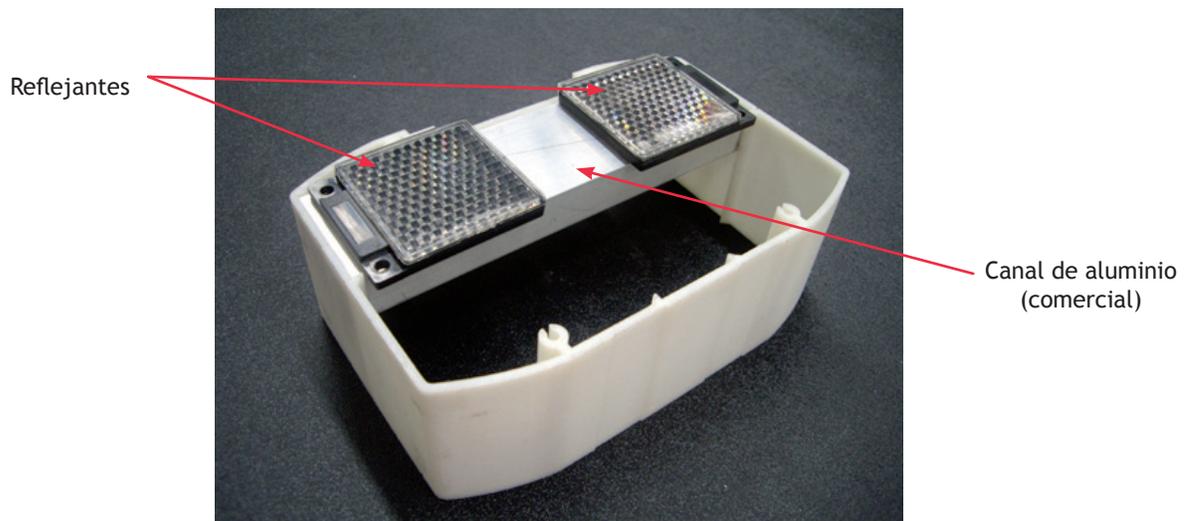


Fig. 44. Ensamble de reflejantes en el prototipo del Perfil A  
Autoría propia

Después de estas pruebas y comprobada también la posición de las cavidades para atornillar los cristales se autorizó a Cuprum la realización del dado para la extrusión del perfil A.

### **6.1.5 Diseño de perfil B**

La función principal de este perfil de aluminio es mantener los perfiles corona en una misma posición uno con respecto al otro, por lo que para su diseño se consideró la distancia entre ambos perfiles corona al momento de ensamblar el pedestal. Su diseño final puede observarse en el apéndice como el Plano 4.

La figura 45 muestra las características consideradas para el diseño del Perfil B.

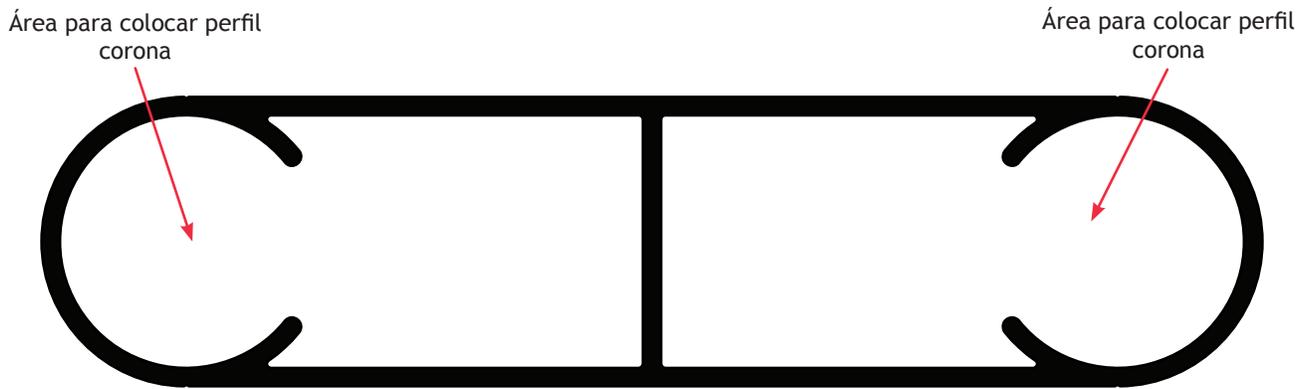


Fig. 45. Diseño preliminar del perfil B

Las dimensiones de este perfil se basaron en un maquinado realizado para los prototipos presentados a BBVA Bancomer. Tomando en cuenta la distancia entre los perfiles corona y el diámetro requerido para insertarlos en el perfil B. (Fig. 46)

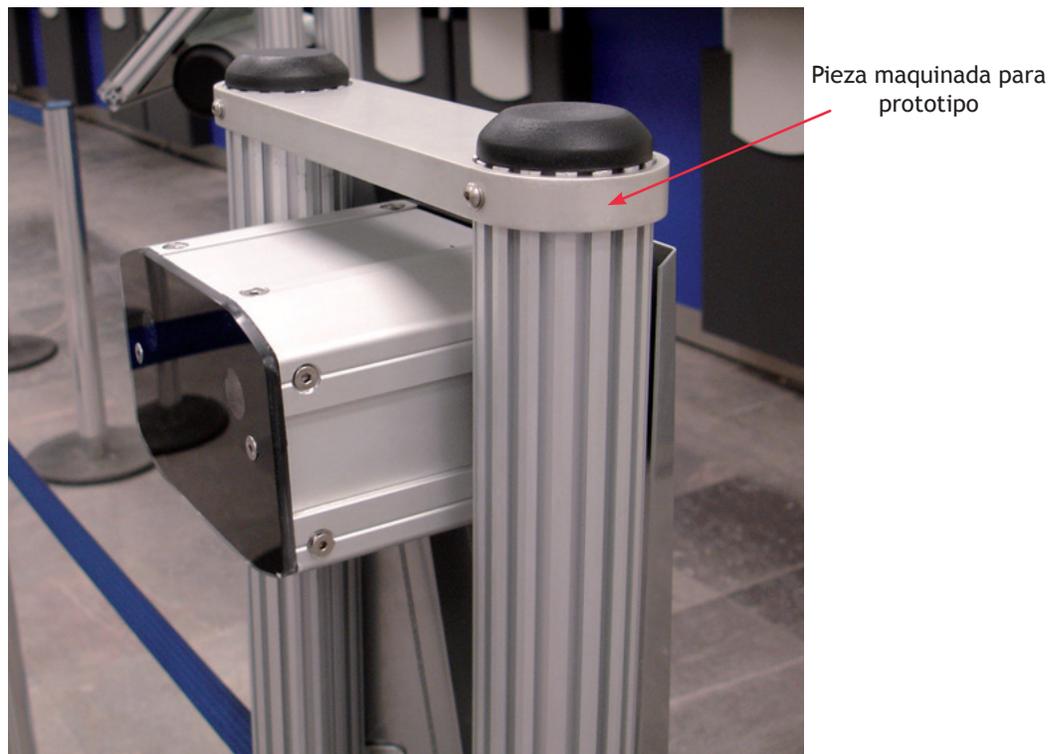


Fig. 46. Pieza maquinada para prototipo  
Autoría propia

Como puede observarse en la figura 46 la pieza en el prototipo fue sólida, pero para el diseño del Perfil B (Fig. 45) la geometría se adaptó para facilitar la extrusión y reducir el peso del perfil para minimizar costos. Lo anterior sin sacrificar el funcionamiento del perfil diseñado.

## 6.2. DISEÑO DE TOLVA DE LÁMINA

La tolva de lámina que se colocará en la parte posterior de los pedestales tiene como función principal el cubrir el cable de acero y el tensor para prevenir cualquier accidente con las personas que se encuentren en las sucursales BBVA Bancomer.

El proceso de producción es mediante corte, punzonado y doblado de lámina negra calibre 18 y con un acabado en pintura electrostática plata.

De acuerdo a la recomendación de la empresa INCO<sup>7</sup> se eligió lámina negra y no aluminio por dos razones: el menor costo y la mayor resistencia de la lámina negra al ser una superficie plana.

Esta tolva cuenta con dos barrenos en la parte posterior que coinciden con la colocación de los sensores en los pedestales. La función de estos barrenos es permitir a los técnicos ver que el láser se encuentra encendido sin necesidad de abrir el pedestal, en caso de presentarse alguna falla. (Fig. 47)

El plano detallado se encuentra en el apéndice como Plano 5.

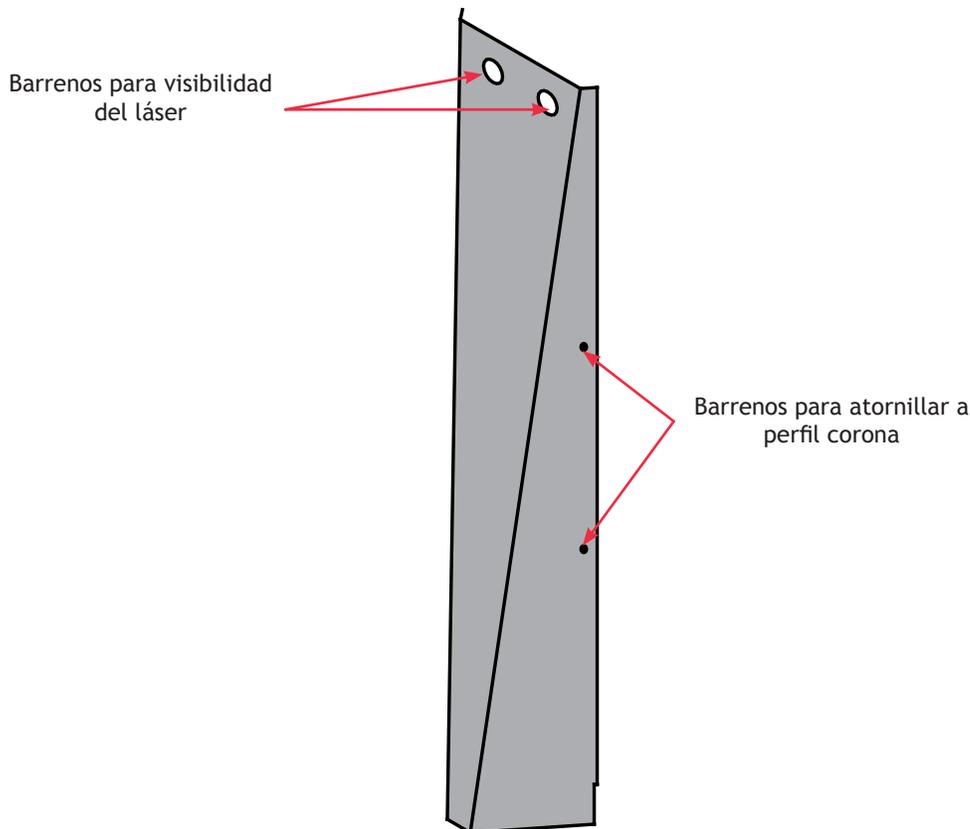


Fig. 47. Tolva de lámina

<sup>7</sup> INCO S.A. es una empresa dedicada al corte, doblado y punzonado de lámina, ubicada en Lago Trasimeno 143, Col. Anáhuac, Del. Hidalgo, C.P. 11320, México D.F.

### **6.3. DISEÑO DE VIDRIOS TEMPLADOS**

Se diseñaron vidrios templados de 4mm de espesor para la cara frontal y posterior del Perfil A. Su función es cerrar el perfil de aluminio con los componentes internos (sensores o reflejantes) y a su vez permitir la emisión y reflejo del láser entre ambos pedestales.

El vidrio tiene la forma del contorno del perfil A, serigrafía en color negro para impedir que se vea el interior (excepto en la zona en donde se colocan los sensores o reflejantes) y la leyenda “entrada.” en serigrafía color blanco. Es por esto que se realizaron dos diseños, uno con círculos (para el pedestal sensor) y otro con cuadros (para el pedestal reflejante), esto además de adaptarse a la forma de ambos dispositivos, también sirve para diferenciar unos vidrios de otros.

Ambos tipos de vidrios tienen cuatro barrenos que coinciden con las cavidades del perfil A para permitir pijarlos al perfil, lo que permite desmontarlos durante la instalación y los ajustes que sean necesarios.

Se eligió que fuera un vidrio templado ya que estará en continuo contacto con personas. El vidrio templado está considerado como un vidrio de seguridad; su uso es recomendado en diversas áreas susceptibles al impacto humano. Esto es debido a que, en caso de rotura, el vidrio se desintegra en pequeños fragmentos de aristas redondeadas, que no causan heridas cortantes de consideración.

El proceso de templado consiste en calentar el vidrio uniformemente hasta una temperatura superior a 650 °C para luego enfriarlo bruscamente, soplando aire frío sobre sus caras<sup>8</sup>

Una vez templado cualquier manufactura que se realizara, produciría su rotura. Es por ello que todas las muescas u orificios se realizaron antes de templarlo en una cortadora a base de chorro de agua.

Para el diseño, selección de material y espesor del mismo, se contó con el apoyo de ingenieros especializados de la empresa Saint Gobain<sup>9</sup> Colombia ya que por la complejidad y el tamaño de los cristales no fue factible realizarlo en México.

Después de templar el vidrio se imprimió un fondo negro y la leyenda “entrada.” en color blanco a base de serigrafía (Fig. 48 y 49)

Los planos detallados se encuentran en el apéndice como Plano 6 a Plano 9.

<sup>8</sup> Manual del Vidrio, Saint-Gobain Glass, 1era. Edición, 2002, Plazola Editores

<sup>9</sup> Saint Gobain Glass es uno de los principales fabricantes de vidrio a nivel mundial que cuenta con fábricas en América Latina ubicadas en Colombia y México en Av. Nicolás Bravo 8, Parque industrial Cuautla Ayala, Morelos, C.P. 62715



Fig. 48. Vidrio templado para pedestal óptico sensor



Fig. 49. Vidrio templado para pedestal óptico reflejante

#### 6.4. DISEÑO DE CUBIERTA PLÁSTICA

Estas cubiertas son de Senosan AM50 Solar Plus<sup>10</sup> que es una lámina coextruida de ABS con acrílico para intemperie con resistencia UV y al rayado.

Estas cubiertas ya se utilizan en las mamparas y dado que la base metálica es del mismo diámetro, se utilizaron las mismas cubiertas plásticas pero con los barrenos necesarios para permitir el paso de los perfiles corona y el tensor. (Fig. 50)

El proceso para formar las bases plásticas es el termoformado. Para llevarlo a cabo se utilizó una lámina de 3mm de espesor con acabado integral plata (Fig.51). Posteriormente se colocan en un escantillón para ser cortadas a la altura necesaria y se barrena en las marcas que salen del molde para permitir el paso del perfil corona y del ojillo que se atornillan a la base metálica.(Fig. 52)

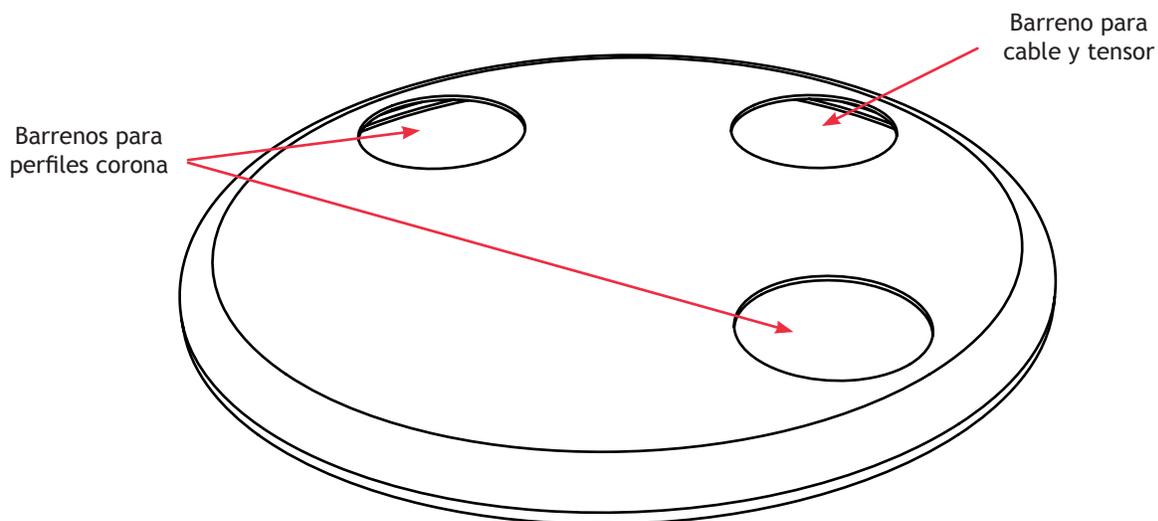


Fig. 50. Cubierta plástica

<sup>10</sup> Senosan AMS Solar Plus es un material extruido en la empresa Senoplast S.A. de C.V. ubicada en Calle Noria 123, Parque industrial Querétaro, Santa Rosa Jáuregui, Qro., C.P. 76220



Fig. 51. Cubierta plástica termoformada en juegos de seis piezas



Fig. 52. Corte de cubiertas plásticas

## 6.5. DISEÑO DE BASE METÁLICA

Los pedestales tienen como base un plato metálico diseñado para la correcta colocación de los perfiles corona, así como cavidades que permiten atornillarlo y fijar los pedestales al piso.

El diseño se enfocó principalmente en garantizar que los perfiles corona se coloquen siempre en la misma posición y lo más perpendiculares entre sí. Esto para permitir el correcto ensamble de todas las piezas, lo que es indispensable para el perfecto alineamiento de los pedestales.

La Figura 53 muestra el diseño de la base metálica, el detalle puede verse en el apéndice como Plano 10.

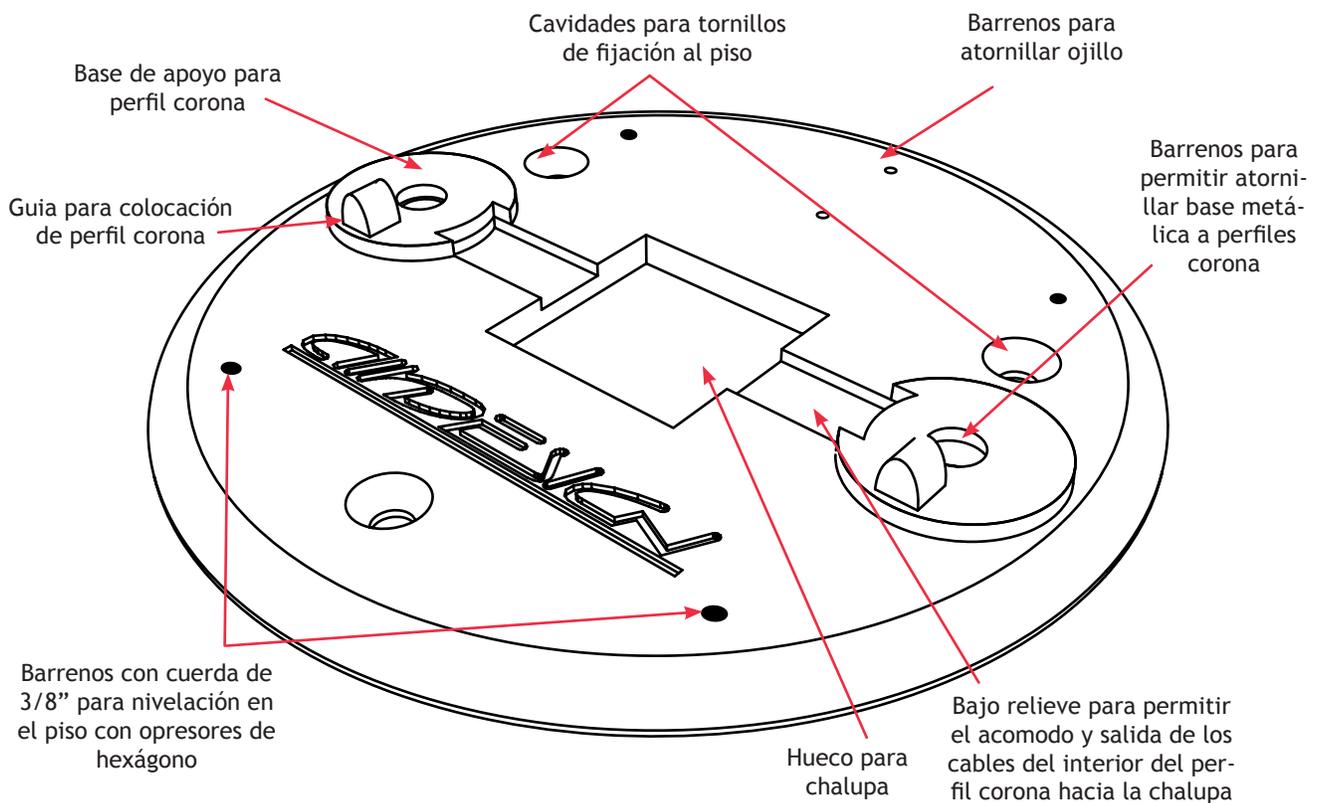


Fig. 53. Base metálica

Por recomendación de la empresa Metalsa<sup>11</sup> (que es el proveedor de las bases metálicas para mamparas) el material empleado para la fabricación de las bases metálicas es Hierro gris clase 30,000 lbs.

La base metálica se realiza en fundición ya que su función principal es mecánica y no estará a la vista (ya que estará debajo de la cubierta plástica) Además de que se abaratarán costos de producción.

La base metálica cuenta con tres cavidades para atornillarla al piso y de esta manera mantenerla fija y estable.

Además cuenta con una base para el apoyo del perfil corona la cual tiene unas guías (que en el perfil corona son cavidades maquinadas con la misma forma) que permiten que los perfiles se coloquen siempre en la misma posición. (Fig. 54)

También cuenta con un bajo relieve para el paso de los cables que salen de los perfiles corona hasta el centro, donde se encuentra un hueco cuadrado que coincide con las chالupas para el cableado previamente instalado en los pisos de las sucursales BBVA Bancomer y facilitar de esta manera la instalación de los pedestales. (Fig. 55)

Finalmente en el diseño, se implementó el uso de opresores de hexágono interior con rosca de 3/8” para permitir nivelar la base metálica y de esta manera garantizar el alineamiento de ambos pedestales en el piso.

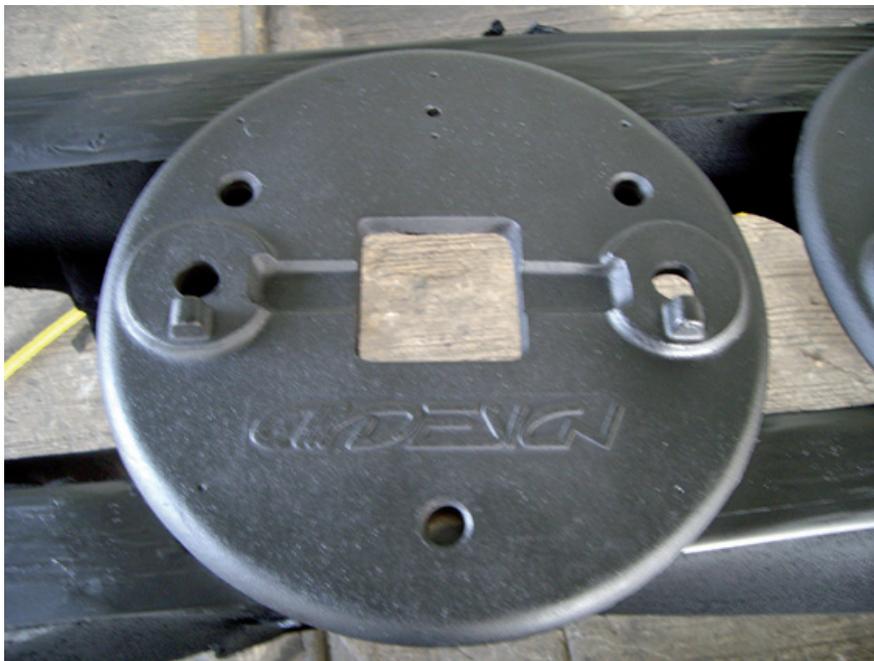


Fig. 54. Vista superior de base metálica

<sup>11</sup> Metal S.A. en una empresa dedicada a la fundición de hierro y aluminio ubicada en Cerrada del Rocío 3, San Juan Bosco, Atizapán de Zaragoza, Edo. de México, C.P. 52946



Fig. 55. Vista inferior de base metálica

## 6.6. COMPONENTES UTILIZADOS EN LAS MAMPARAS

Para el armado de los pedestales se utilizaron tres componentes de las mamparas:

- Perfil de aluminio corona
- Tapones de poliuretano
- Tapones inferiores de poliuretano

### 6.6.1. Perfil de aluminio corona

Este perfil fue especialmente diseñado para el armado de las mamparas y se utiliza también en los pedestales con el fin de unificar la imagen de las sucursales BBVA Bancomer.

Para la fabricación de este perfil también se eligió una aleación 6063 con un temple 6 y un acabado anodizado natural (como en el perfil A)

Entre los canales se puede deslizar perfectamente una tuerca hexagonal de seguridad de 5mm, lo que permite colocar tantas tuercas como sean necesarias para el ensamble de piezas al perfil corona en ángulos diferentes. (Fig. 56)

Los perfiles se cortan a 112cm de longitud y en un extremo se colocan unos insertos metálicos con rosca interior de 3/4" que permiten atornillar la base metálica a los perfiles corona. (Fig. 57)

Por último y para dejarlos listos para el ensamble de pedestales, se maquinan unas pequeñas cavidades en la parte inferior (al perfil y al inserto metálico) que sirven como guías para que los perfiles se coloquen siempre en la misma posición y también evitar que se giren al ensamblar con la base metálica (Fig. 58). Así como barrenos para que los cables pasen del perfil A (por dentro del perfil corona para que se encuentren ocultos) y salgan por un extremo inferior hacia el hueco de la base metálica y de ahí a la chalupa instalada en las sucursales BBVA Bancomer. (Fig. 59 y 60)

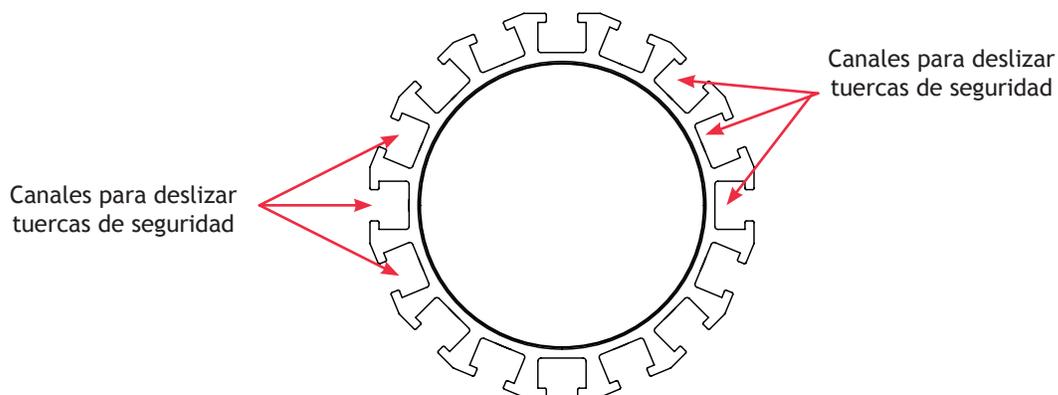


Fig. 56. Perfil de aluminio corona

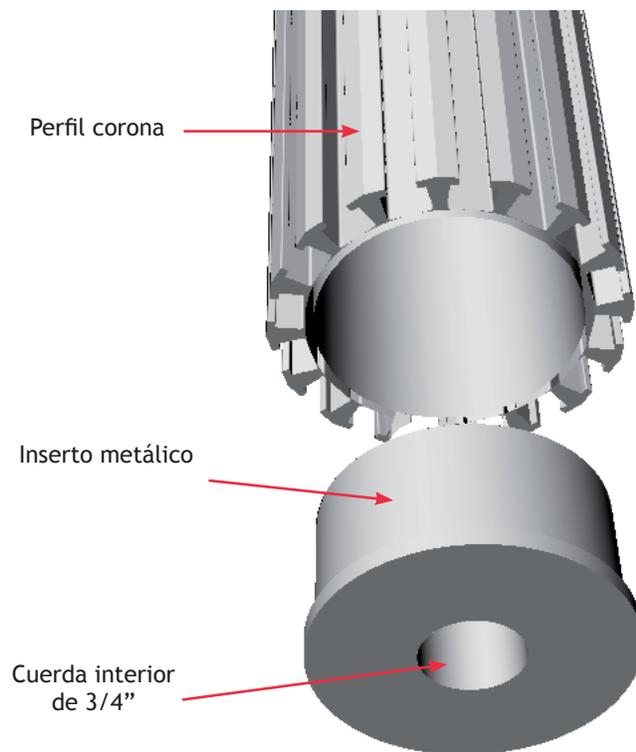


Fig. 57. Inserto metálico en extremo inferior de perfil corona

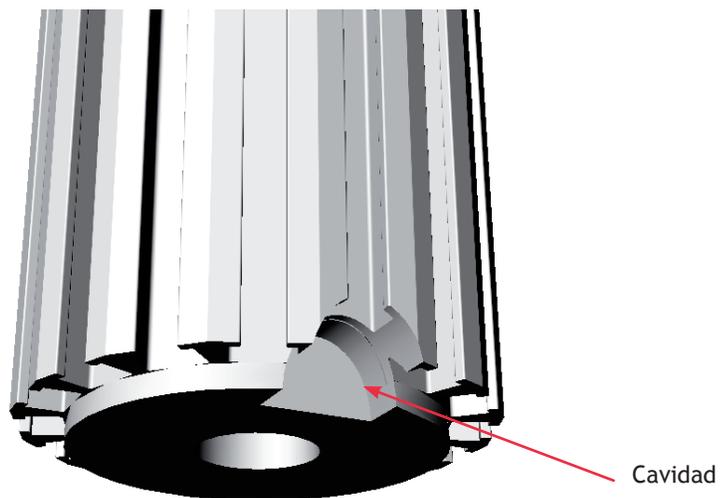


Fig. 58. Cavidad en perfil corona e inserto metálico para ensamble con base metálica

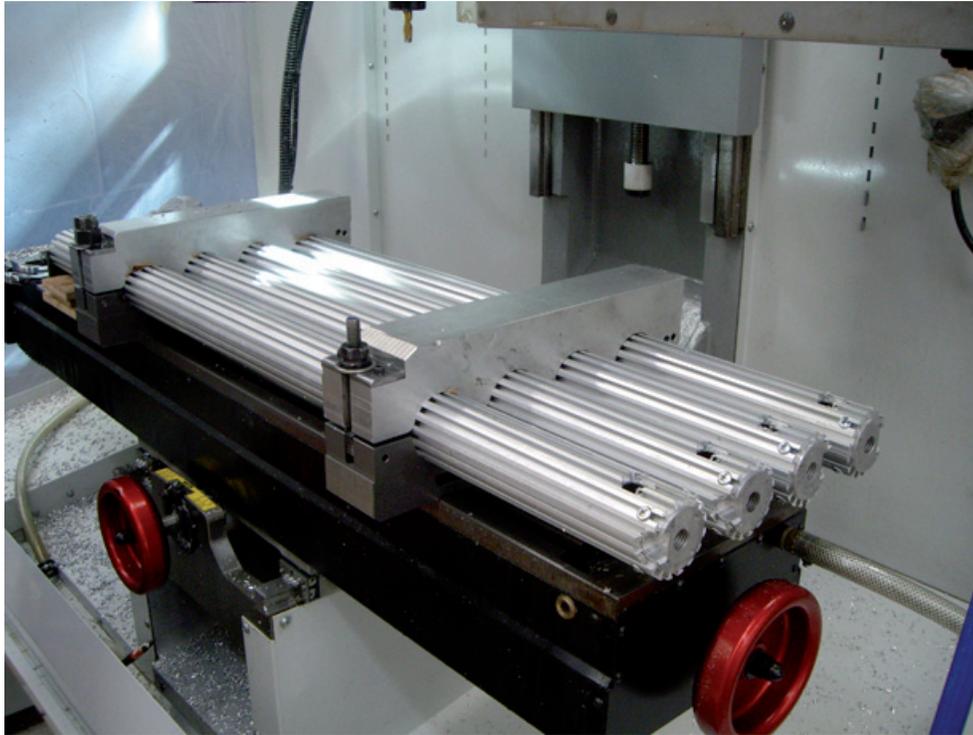


Fig. 59. Fresado de perfiles corona para paso de cables  
Autoría propia



Fig. 60. Fresado de perfiles corona para paso de cables  
Autoría propia

### 6.6.2. Tapones de poliuretano

Los tapones son piezas inyectadas en poliuretano flexible y tienen como función principal tapar los perfiles corona en la parte superior para evitar que se vea o se tenga acceso al interior del perfil corona, ya que el cableado pasa por el interior de estos perfiles. Se colocan y pegan con un adhesivo de poliuretano para evitar que se puedan retirar una vez instalados y en uso. (Fig. 61)

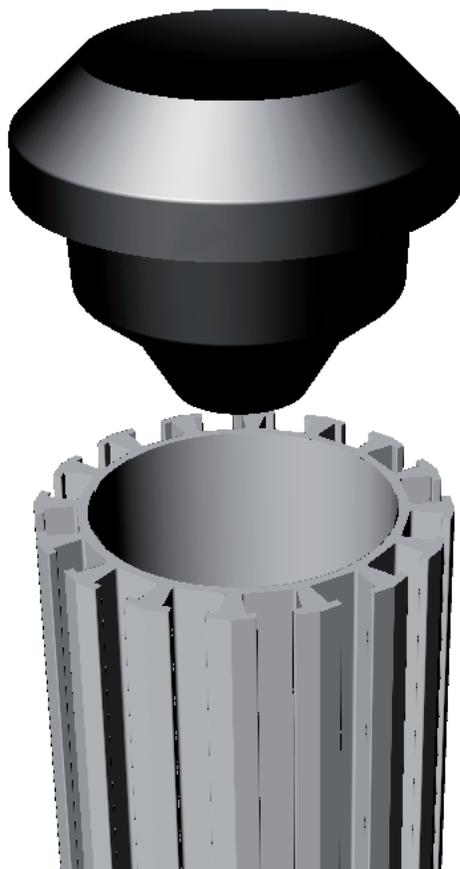


Fig. 61. Tapón de poliuretano flexible

### 6.6.3. Tapones inferiores de poliuretano

Estos tapones inferiores también son piezas inyectadas en poliuretano flexible. Lo que permite que se deslicen a través del perfil corona para facilitar la instalación en campo (Fig. 62)

Tiene distintas funciones como:

- Cubrir el barreno para el paso de los cables en la parte inferior del perfil corona.
- Cubrir la parte inferior del perfil corona y evitar que sea visible el ensamble con la base metálica.
- Cubrir los barrenos en la cubierta plástica que permiten el paso del perfil corona.
- Una vez terminada la instalación, presionar y mantener la cubierta plástica en su sitio (pegada a la base metálica)



Fig. 62. Tapón inferior de poliuretano

## 6.7. ENSAMBLE DE PEDESTALES

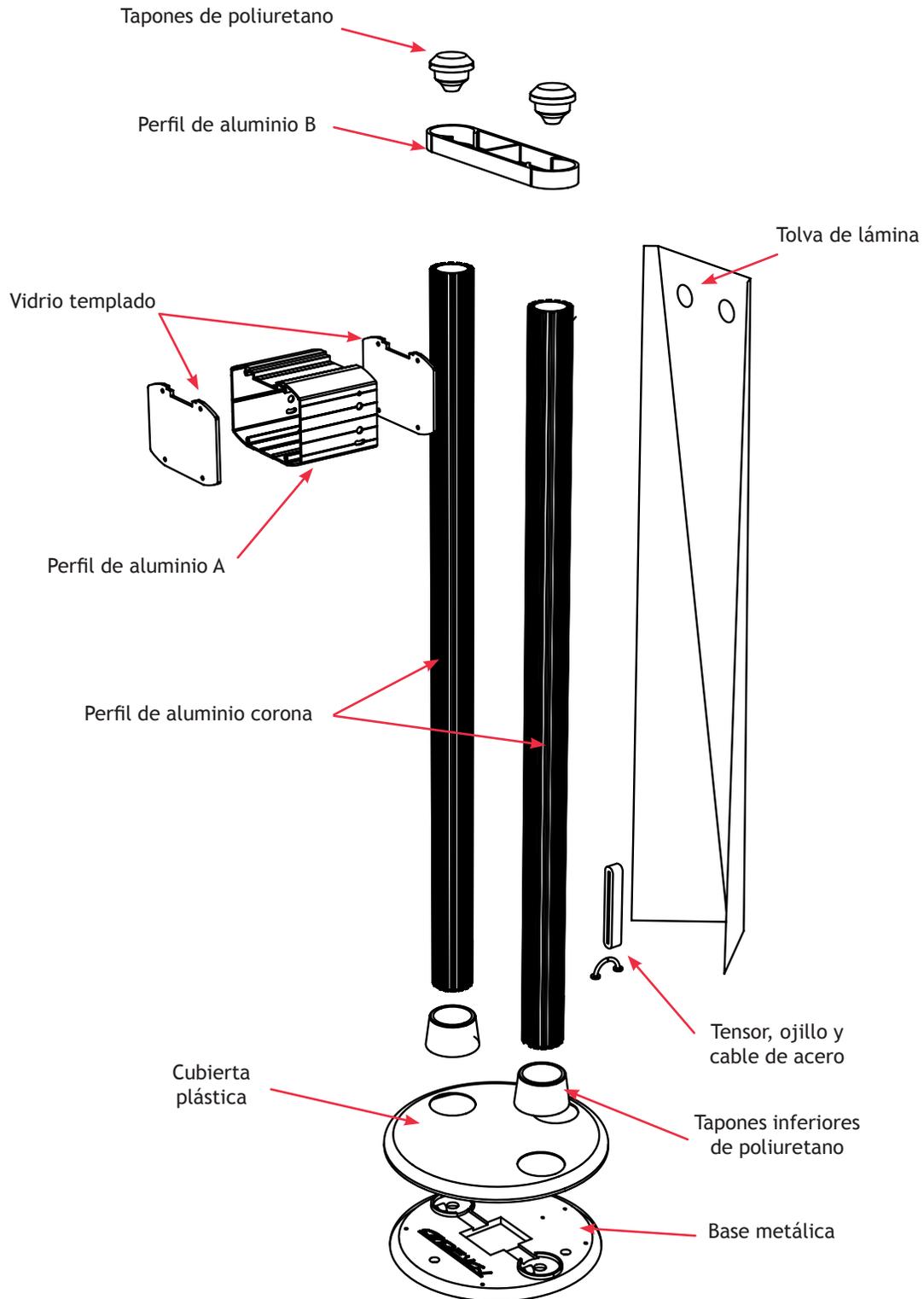


Fig. 63. Ensamble de pedestales

El armado de los pedestales se realiza en la siguiente secuencia:

Ensamble 1.

Base metálica + cubierta plástica + tapones inferiores de poliuretano + perfiles corona

Ensamble 2.

Ensamble 1 + perfil A

Ensamble 3.

Ensamble 2 + Tensor, ojillo y cable de acero + perfil B + tapones de poliuretano

Ensamble 4.

Ensamble 3 + Cristales templados + tolva de lámina

### 6.7.1. Ensamble 1

Se coloca la cubierta plástica sobre la base metálica y los tapones inferiores de poliuretano se colocan por la parte inferior de los perfiles corona. Posteriormente se atornilla la base metálica a los perfiles corona. (Fig. 64)

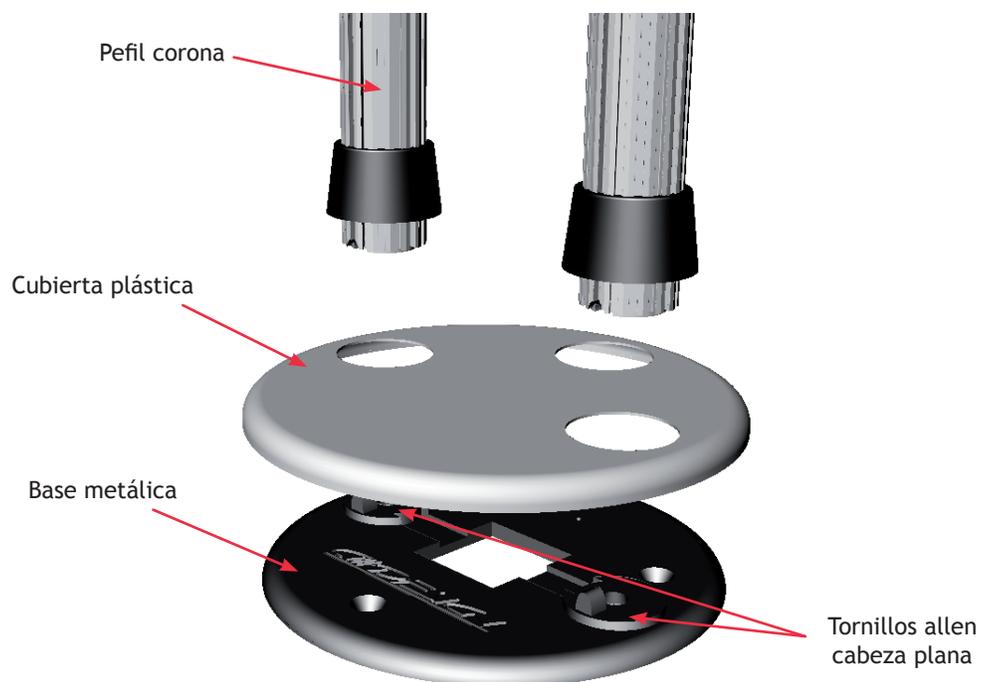


Fig. 64. Ensamble 1

### 6.7.2. Ensamble 2

El punto más crítico en el diseño de los pedestales es el ensamble del Perfil A con los perfiles corona.

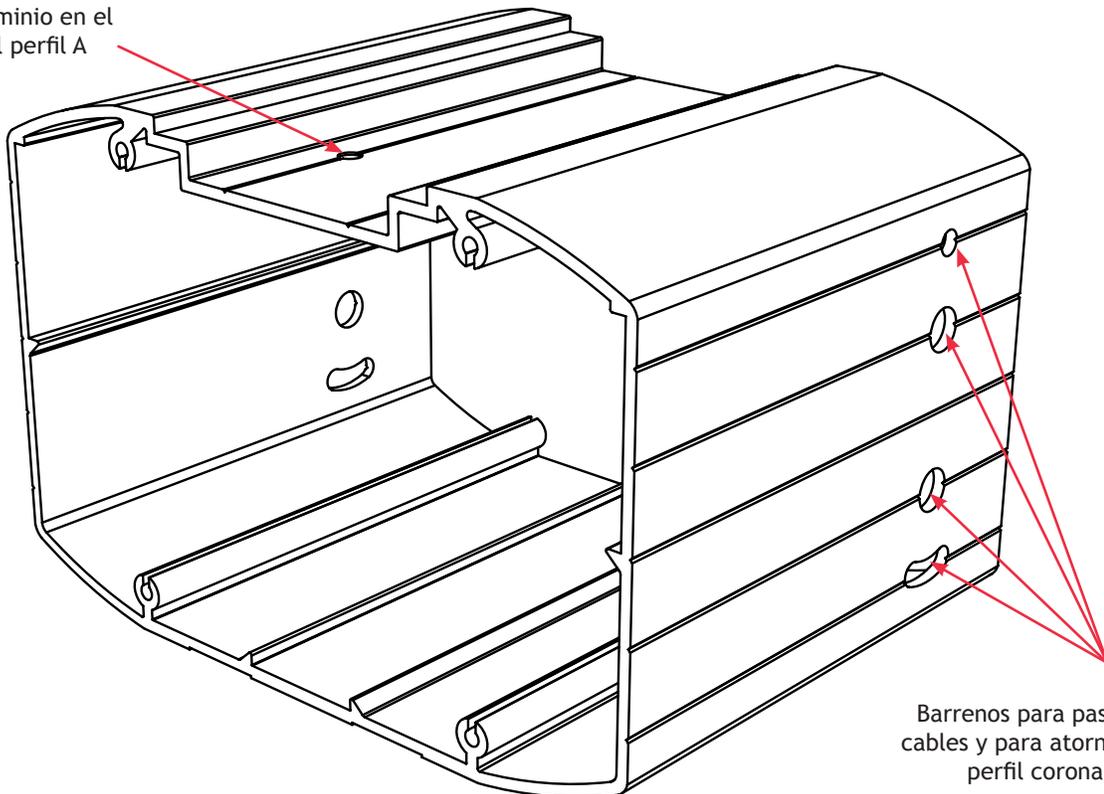
El perfil A es barrenado en máquinas de control numérico (Fig. 65)



Fig. 65. Barrenado de perfil A para sistema de ajuste

De esta manera se maquinan los barrenos necesarios para el ensamble del perfil A con los perfiles corona y con el canal de aluminio que sujeta a los sensores o reflejantes. (Fig. 66 y 67)

Barrenos para atornillar canal de aluminio en el interior del perfil A



Barrenos para paso de cables y para atornillar a perfil corona

Fig. 66. Barrenos Perfil A

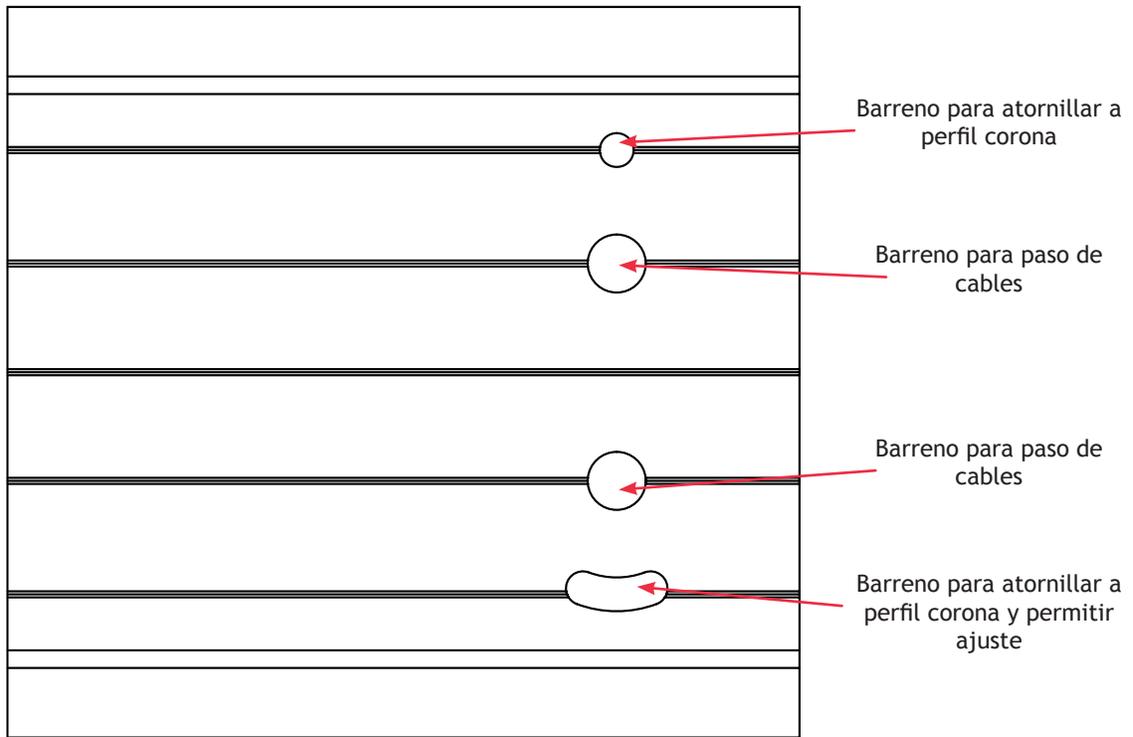


Fig. 67. Vista Lateral de Barrenos Perfil A

También previo al ensamble, se realizan barrenos en el canal de aluminio de 1-3/4" x 3/4". (Fig. 68)

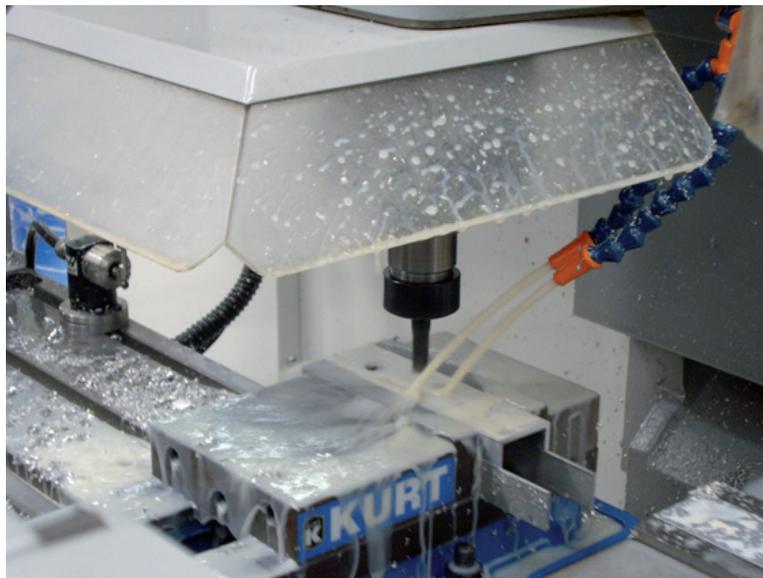


Fig. 68. Barrenado de canal para colocación de sensores.

Los barrenos realizados son en una de las paredes para atornillarlo al perfil A y en la base para permitir la instalación de los sensores. (Fig. 69)

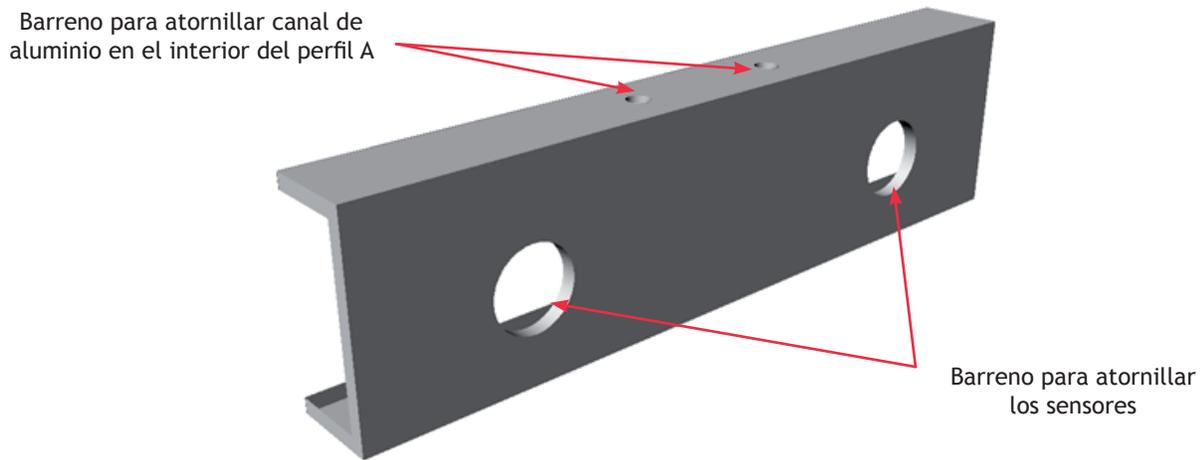


Fig. 69. Barrenos en canal de aluminio de 1-3/4" x 3/4"

El ensamble de este canal nos permite mantener el laser emitido por los sensores en el centro de los reflejantes y tener un rango de ajuste en la vertical de 2" de alto que tienen los reflejantes o su equivalente, un ángulo de refracción de 2.61°. (Fig. 70)

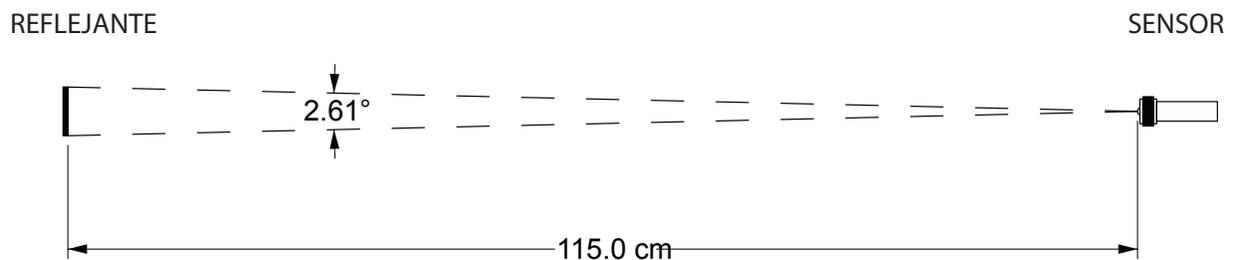


Fig. 70. Posibilidad de refracción entre sensores y reflejantes

Por lo que como primer paso de este ensamble, se desliza el canal de aluminio (previamente barrenado) en las guías del perfil A y se atornilla.

Posteriormente:

- Se deslizan dos tuercas hexagonales de seguridad de 5mm a través del canal indicado de cada perfil corona (Fig. 71 y 72) hasta que coincidan con los barrenos indicados en la figura 67.

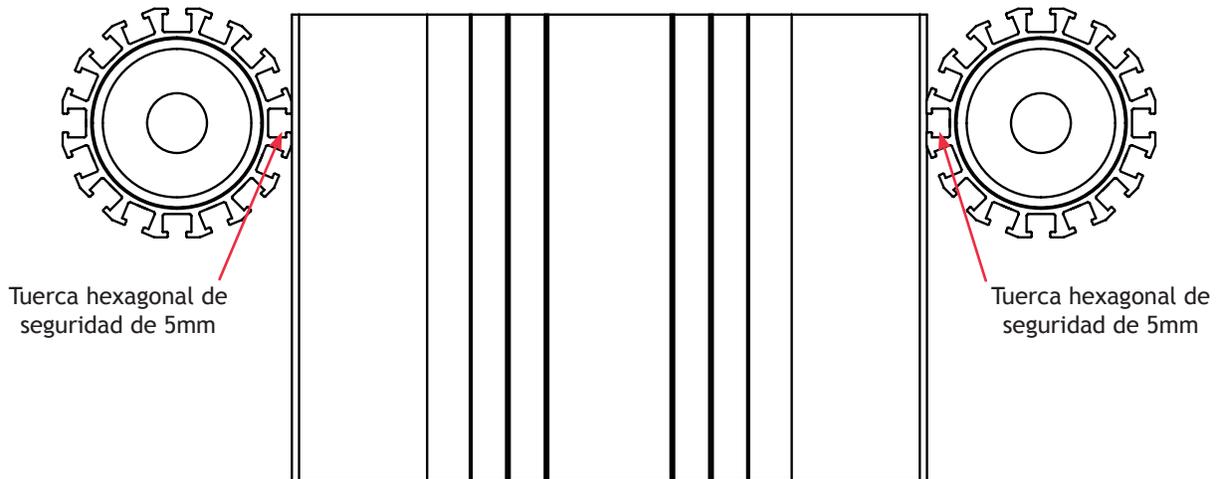


Fig. 71. Vista Superior de acomodo de perfil A con perfiles corona

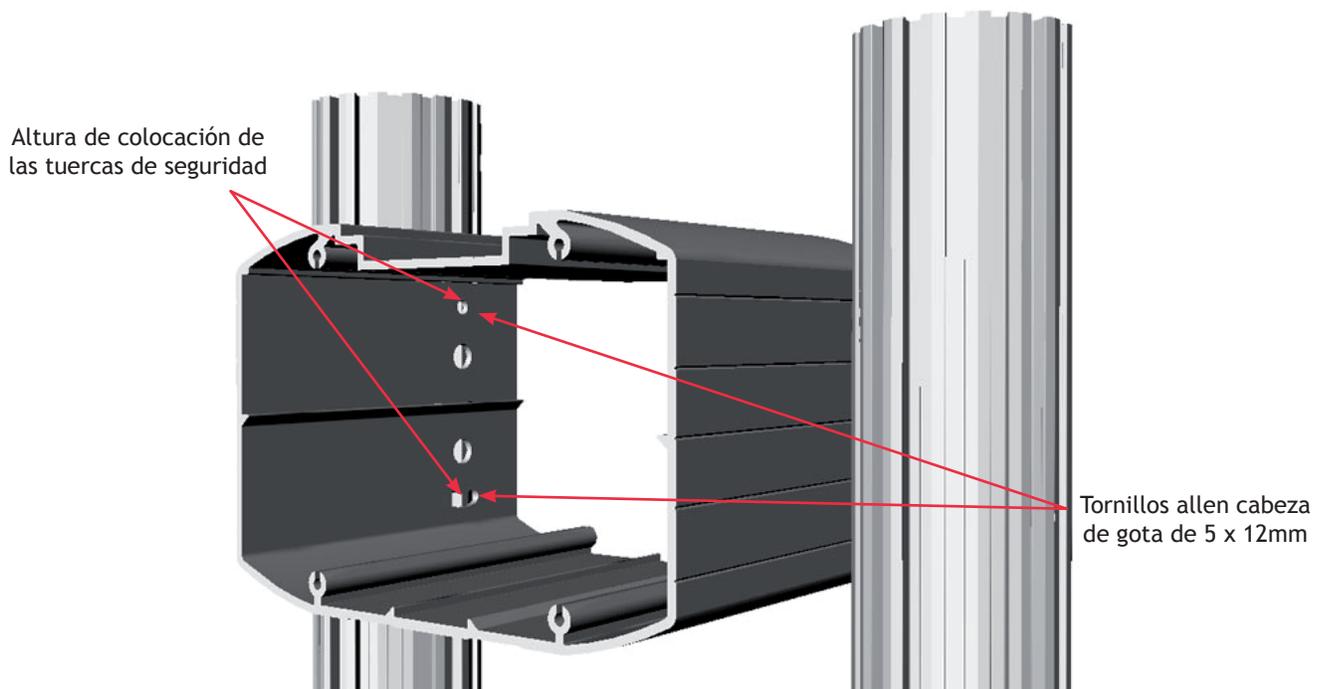


Fig. 72. Perspectiva frontal de acomodo de perfil A con perfiles corona

- Se colocan los tornillos allen cabeza de gota de 5mm x 12mm de modo que coincidan con los barrenos y tuercas de seguridad de 5mm para de esta forma unir mecánicamente el perfil A a ambos perfiles corona. (Fig. 73)

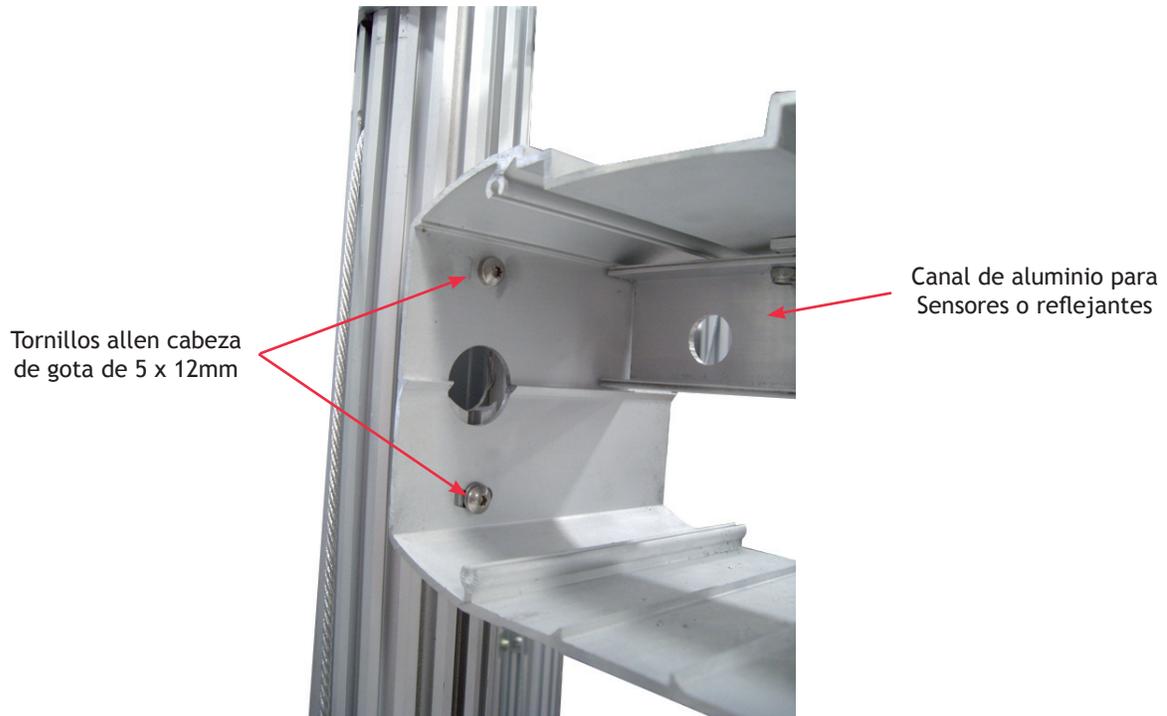


Fig. 73. Imagen posterior de acomodo de perfil A con perfiles corona

### 6.7.3. Ensamble 3

- Se coloca el ojillo en la base metálica y se coloca el tensor (Fig. 74)

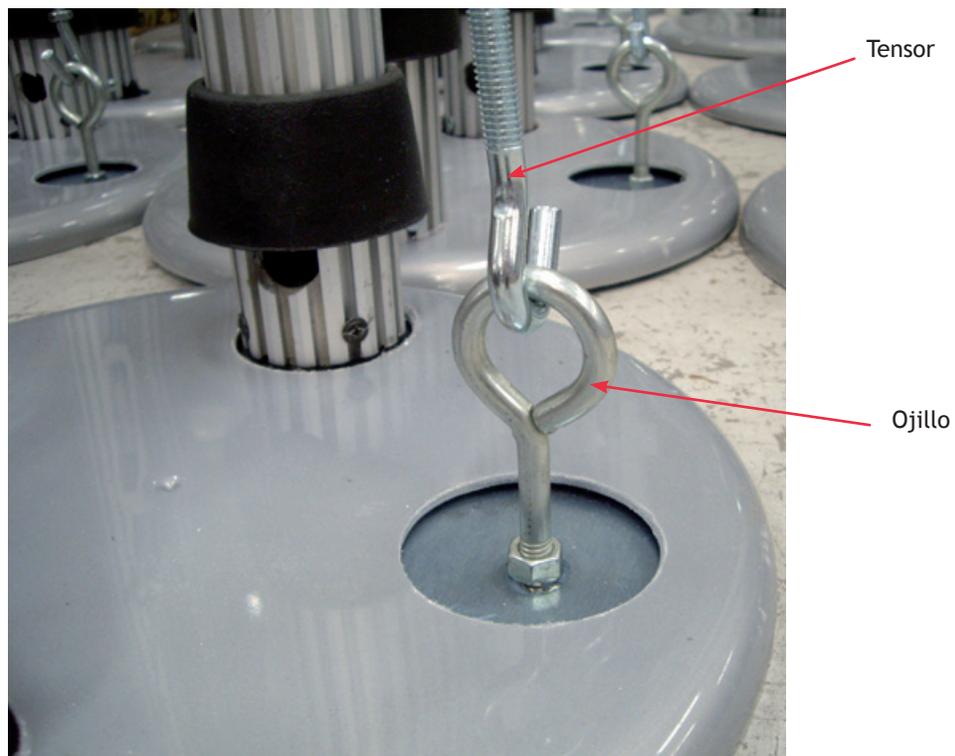


Fig. 74. Ojillo en base metálica

- Posteriormente se desliza el cable de acero por los barrenos traseros de ambos perfiles corona y a través del tensor. Se sujetan por el interior de los perfiles con nudos para cable de acero. (Fig. 75 y 76)



Fig. 75. Cable de acero en perfil corona

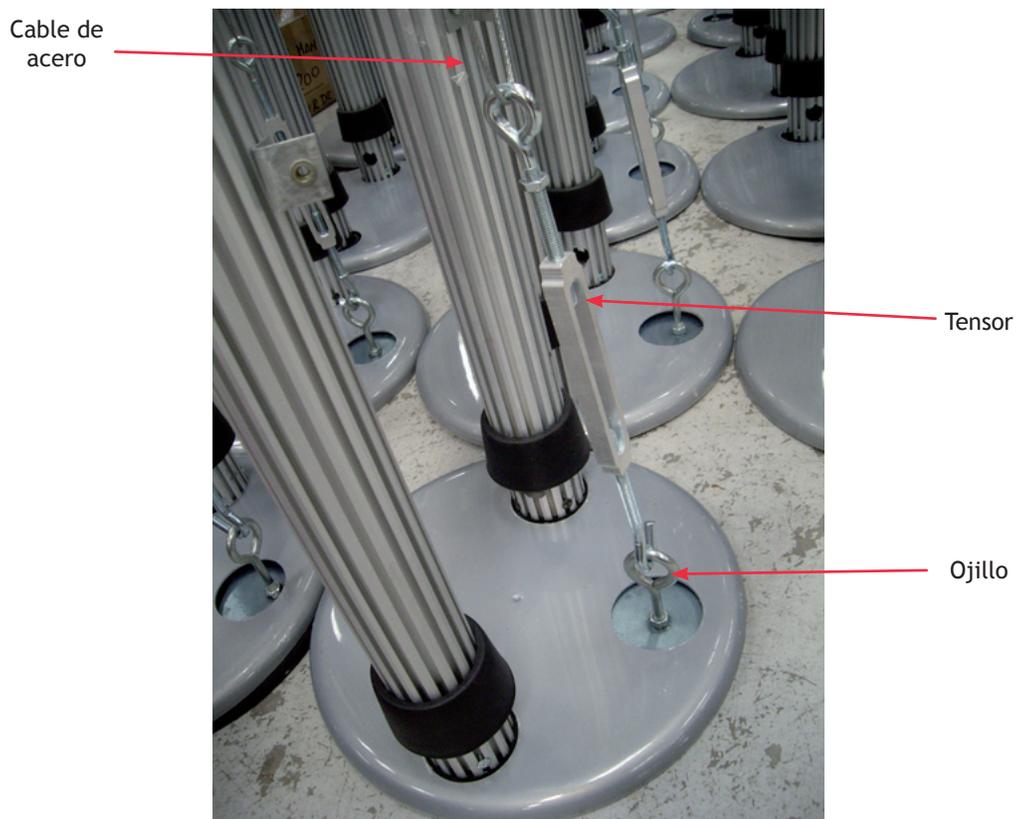


Fig. 76. Cable de acero y tensor

- Se deslizan tuercas de seguridad en los canales frontal y posterior de cada perfil corona (Fig. 75) y se atornilla el perfil B de modo que sujete a ambos perfiles corona por el extremo superior. (Fig. 77)



Fig. 77. Ensamble de Perfil B

- Se colocan y pegan los tapones de poliuretano en los extremos de los perfiles corona.

#### **6.7.4. Alineación entre pedestales**

La alineación de los pedestales se realiza sobre una base nivelada y completamente plana.

Primero se colocan ambos pedestales (sensor y reflejante) uno frente al otro y se coloca un nivel de 48" de largo por 2-1/4" de ancho en el canal central del perfil A de cada pedestal. Esto para que al momento de ir tensando el cable de acero se corrobore que los perfiles A de ambos pedestales están nivelados y por lo tanto se encuentran a la misma altura y alineados entre sí.

Una vez tensados los cables de ambos pedestales, si no se encuentran nivelados los perfiles A uno contra el otro es necesario hacer el ajuste de la siguiente manera:

- Se aflojan los tornillos inferiores que unen al perfil A con los postes corona.
- La cavidad que tienen los perfiles A en donde se colocan estos tornillos permite rotarlos aproximadamente 4° hacia arriba o hacia abajo (8° de ajuste en total) permitiendo el ajuste entre los perfiles A hasta que se encuentren en el mismo nivel.(Fig. 78)

- Esto garantiza el alineamiento de sensores y reflejantes en la vertical.

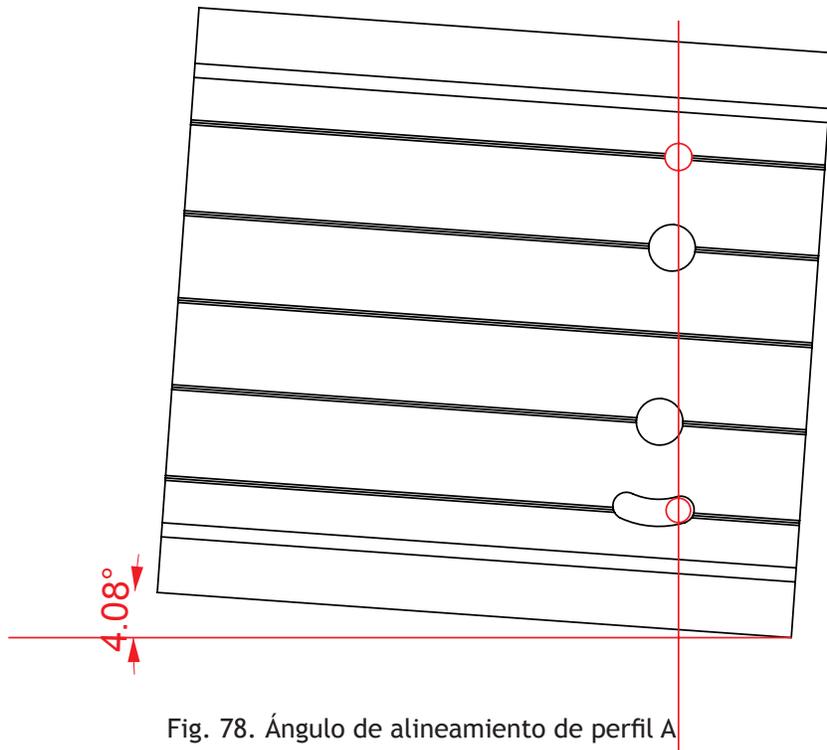


Fig. 78. Ángulo de alineamiento de perfil A

- El alineamiento sobre la horizontal se logra con el nivel, que es una pieza de metal rígida y que ensambla perfectamente en el canal central de los perfiles A. (Fig. 79 y 80)

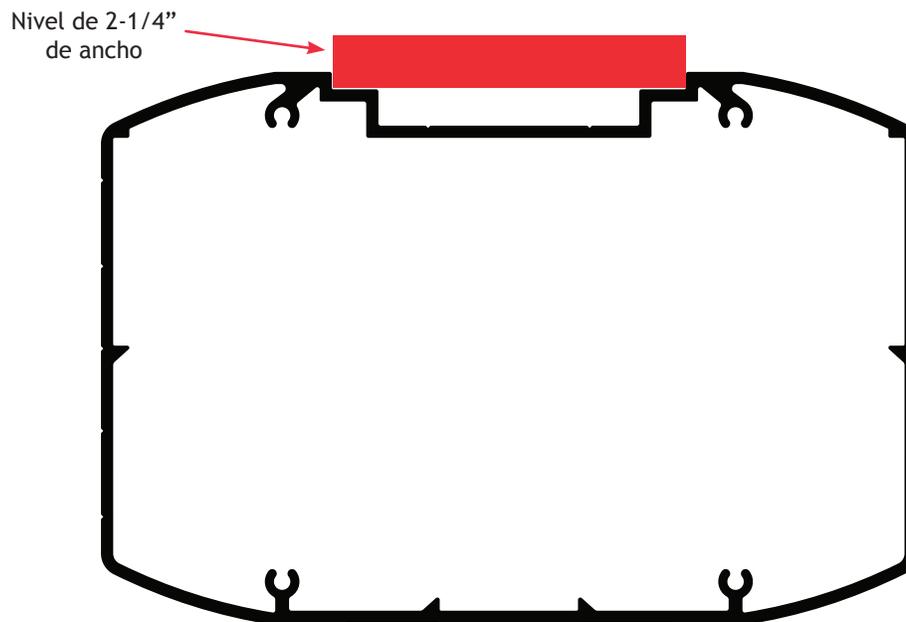


Fig. 79. Vista frontal de nivel y canal en el perfil A para alineamiento horizontal



Fig. 80. Vista superior de nivel y canal en el perfil A para alineamiento horizontal

Con este método se garantiza el alineamiento entre pedestales y permite minimizar algún problema de este tipo durante la instalación en las sucursales. Pero de ser necesario se pueden realinear los pedestales durante la instalación de la forma antes mencionada.

#### **6.7.5. Ensamble 4**

- Se atornillan los vidrios templados en la parte frontal y posterior del perfil A, verificando que sean los correctos de acuerdo al pedestal armado. (Fig. 81) y para mayor detalle de como diferenciar los vidrios ver los planos en anexos.

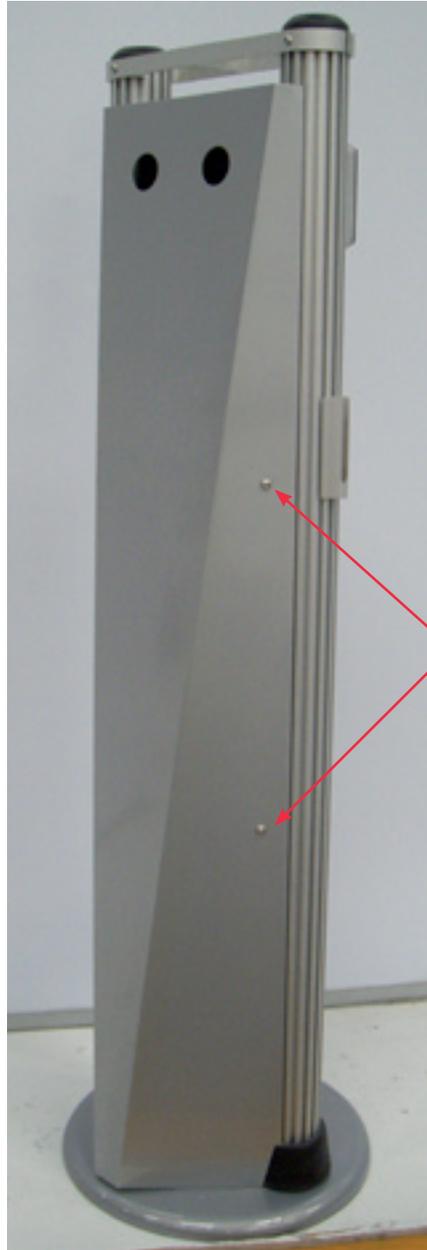


Fig. 81. Vidrio de pedestal sensor

- Se colocan los soportes para la tolva metálica (dos en cada perfil corona) y por último se atornilla la tolva metálica por la parte trasera del pedestal. (Fig. 82 y 83)



Fig. 82. Soporte para tolva metálica



Tornillos para sujetar  
tolva metálica a  
perfiles corona

Fig. 83. Tolva metálica

# CAPÍTULO 7

## IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DESARROLLADA

En este capítulo se describen las características principales en el funcionamiento de los pedestales así como las mejoras realizadas en comparación con los anteriores.

### 7.1. FABRICACIÓN

La construcción es modular y a base de ensamblajes mecánicos, lo que facilita la repetitividad y rapidez para el armado de los pedestales.

El diseño de nuevos perfiles de aluminio, diseño de las piezas a través de CAD/CAM, los maquinados con CNC y el uso de escantillones para el ensamble garantizan un proceso preciso en el armado de los pedestales. La figura 84 muestra una imagen de pedestales fabricados en serie en la planta de producción.



Fig. 84. Pedestales fabricados en serie

### 7.2. FIJACIÓN AL PISO

- Los pedestales se fijan al piso a través de 3 tornillos allen cabeza plana de 1/2” de resistencia grado 8 que se atornillan a taquetes de expansión instalados en el piso. El sistema de fijación es prácticamente el mismo que el de los pedestales anteriores solo que ahora

la base se ancla solo en tres puntos y con tornillos mucho más robustos y que quedan ocultos debajo de la tapa plástica. (Fig. 85 y 86)

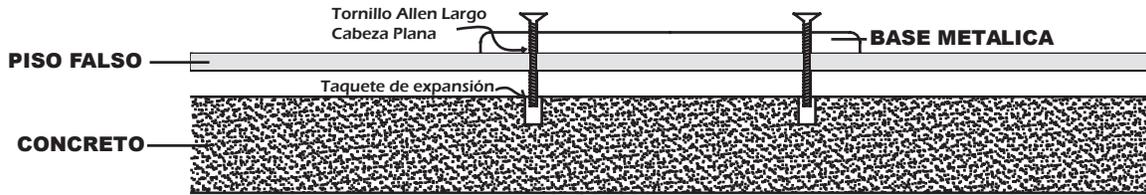


Fig. 85. Vista en corte de fijación al piso

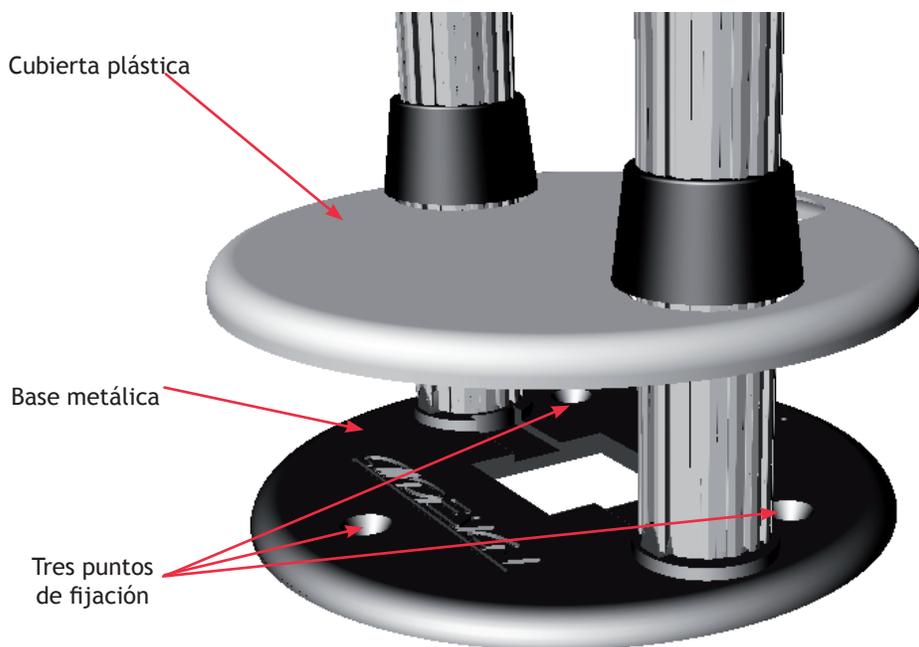


Fig. 86. Fijación al piso

- La base metálica proporciona una gran rigidez y estabilidad. Además de resistencia al momento de anclar los pedestales al piso.
- La base metálica cuenta con un sistema de nivelación en cuatro puntos a través de opresores de hexágono interior con rosca de 3/8". Estos opresores sirven para nivelar los pedestales con respecto al piso atornillándolos según sea necesario hasta lograr la posición deseada. Además de que solo hace contacto con el piso una sección perimetral de la base metálica minimizando de esta manera la posibilidad de desnivelarse de los pedestales debido al piso. (Fig. 87 y 88)

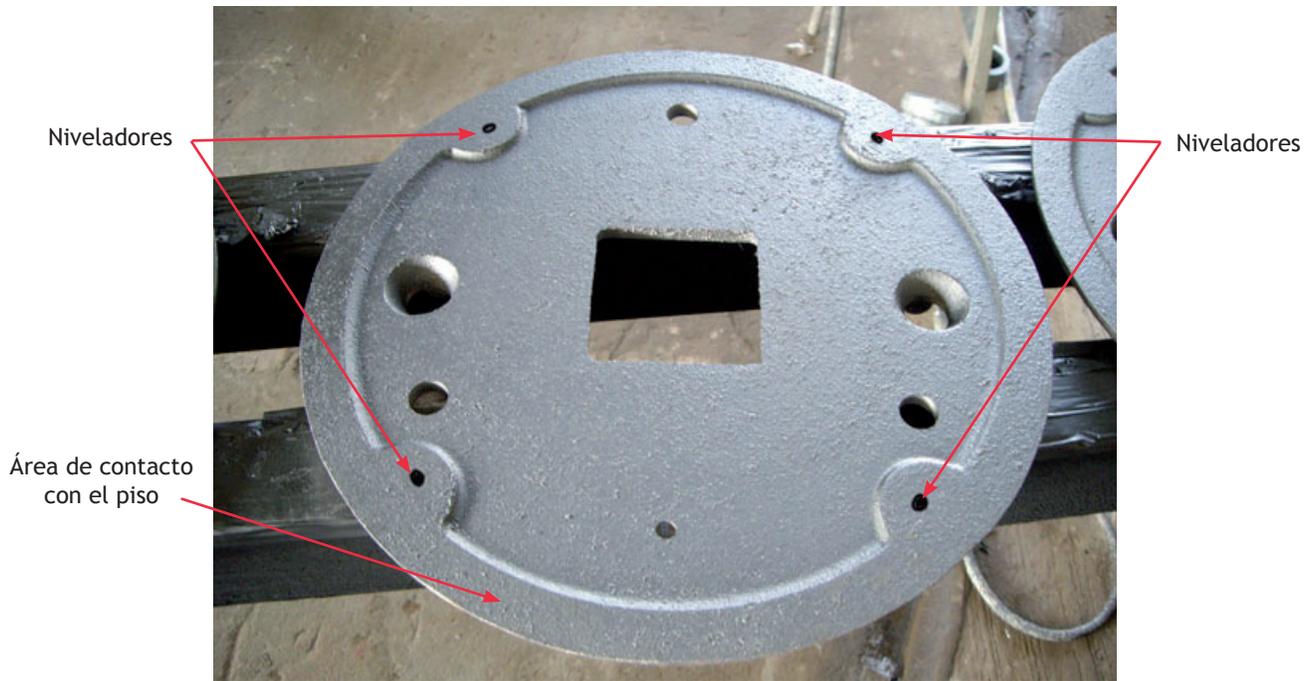


Fig. 87. Área de contacto con el piso y ubicación de niveladores

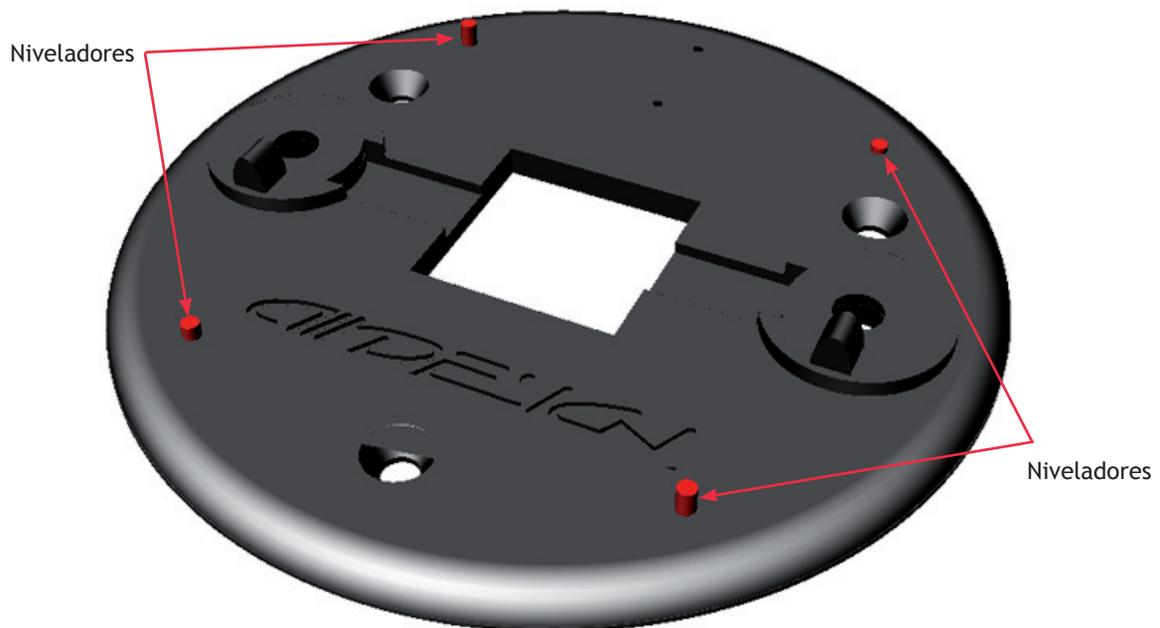
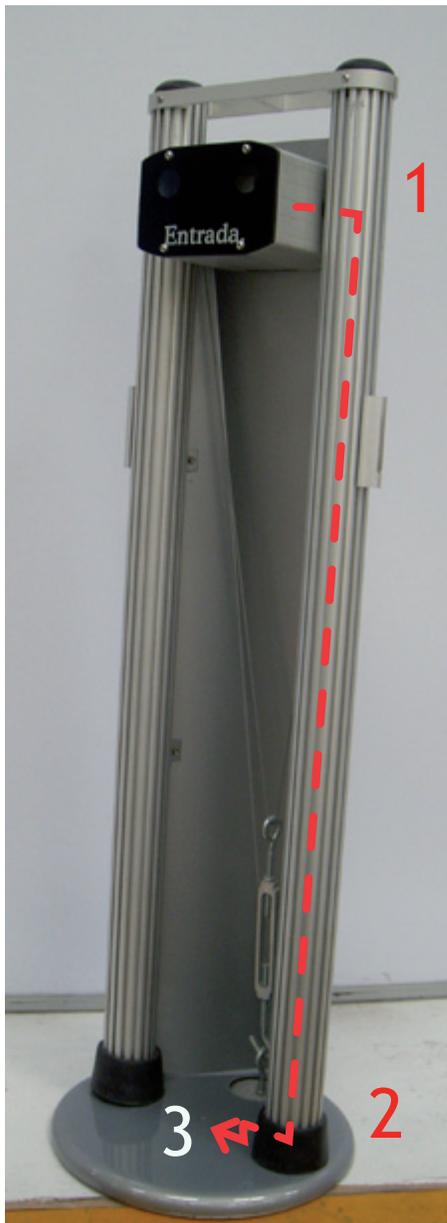


Fig. 88. Niveladores de base metálica

### 7.3. CABLEADO

El cableado queda totalmente oculto dentro del perfil A y de los perfiles corona. Esto debido a los maquinados con CNC realizados a estos perfiles para permitir el paso de los cables por el perfil A y el perfil corona, pasando por debajo de la cubierta plástica hasta llegar al hueco central de la base metálica que coincide con las chalupas previamente instaladas en las sucursales. (Fig. 89)



1



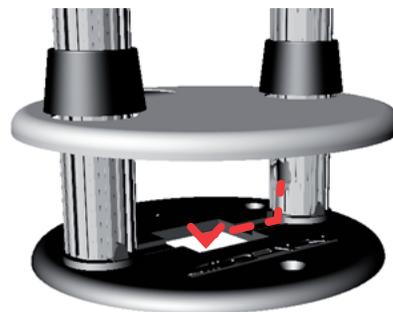
Barreno para paso de cables de Perfil A a perfil corona

2



Barreno inferior para salida de cables a base metálica

3



Paso de cables en base metálica (debajo de cubierta plástica) hacia chalupa

Fig. 89. Cableado interno a través del pedestal

## **7.4. MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD**

Los pedestales son resistentes a la corrosión y al paso del tiempo debido a los materiales y acabados utilizados (aluminio, ABS con color integral y recubrimiento de acrílico, pintura electrostática, vidrio templado, tornillería inoxidable)

Los acabados facilitan la limpieza y el color plata evita percibir el polvo o manchas en los pedestales.

## **7.5. AJUSTE**

Se cuenta con los dos sistemas de ajuste, el principal entre ambos perfiles A de los pedestales y el secundario para las bases metálicas. (Fig. 90)

El sistema de alineamiento entre los perfiles A de ambos pedestales (explicado en el punto 6.7.4) que se realiza al momento de ensamblar los pedestales es el mismo que pueden emplear los instaladores para alinear los pedestales entre sí en las sucursales BBVA Bancomer. Simplemente tienen que retirar los vidrios templados y la tolva de lámina para realizar el ajuste de ser necesario.

Esto es posible ya que los instaladores contarán con las herramientas y accesorios necesarios para realizar dicho ajuste.

Además también como ajuste y alineamiento entre pedestales se cuenta con los niveladores en la base metálica (mencionados en el punto 7.2)

El propósito de alinear los pedestales sensor y reflejantes, entre sí, luego de ensamblarlos en planta es reducir al mínimo la posibilidad de desajuste entre ellos. Dejando casi como única posibilidad para que haya un desajuste entre pedestales, que el piso de las sucursales no esté lo suficientemente plano y nivelado.

Ambos ajustes pueden realizarse en cualquier momento que se presente alguna falla en la señal entre pedestales.



Fig. 90. Posibilidades de ajuste entre pedestales

# CONCLUSIONES

---

BBVA Bancomer implantó un sistema de administración de flujo de clientes en sus sucursales bancarias. Sin embargo, su desempeño no cumplió con sus expectativas. Por lo que surgió la necesidad de que este sistema funcionara correctamente, para lo cual BBVA Bancomer contactó a Airdesign y nos comprometimos a desarrollar un nuevo sistema.

Durante el desarrollo de este trabajo de tesis se pudo notar la importancia de la comunicación y trabajo en equipo durante el proceso de diseño. En una primera etapa con el cliente (BBVA Bancomer y Q-matic) y en una segunda etapa con los proveedores. De igual forma fue de suma importancia la retroalimentación entre las distintas fases del proceso de diseño.

Comenzando con el acercamiento de BBVA Bancomer para plantear a Airdesign el problema de desalineamiento entre pedestales.

BBVA Bancomer y Q-matic, como clientes, tuvieron mucha injerencia en los requerimientos de diseño que eran básicos para que el sistema de administración de flujo de clientes funcionara, los cuales se complementaron con los establecidos por Airdesign a partir del estudio que se realizó a los pedestales instalados en las sucursales. Estudio por el cual se concluyó que la falta de alineamiento entre los sensores y reflejantes propiciaba el mal funcionamiento del sistema. Fue entonces que se definió el objetivo de re-diseñar la carcasa para el sistema de administración de flujo de clientes.

A partir de los requerimientos de diseño establecidos, se realizaron diversas propuestas de diseño empleando diferentes herramientas de modelado y visualización utilizadas en Airdesign; que nuevamente fueron presentadas a BBVA Bancomer y Q-matic para que en conjunto con Airdesign se eligiera la opción más adecuada para los nuevos pedestales.

Posteriormente se realizaron prototipos funcionales utilizando los materiales propuestos para el diseño y diversas herramientas de manufactura. A partir de estos prototipos cabe resaltar pudimos darnos cuenta de ciertas omisiones de diseño y funcionalidad en fases anteriores. Por lo que se enfatiza la importancia de realizar prototipos funcionales ya que nos muestran el comportamiento del objeto diseñado en un entorno real. Y es en donde podemos darnos realmente cuenta si va a funcionar correctamente o es necesario realizar ajustes en el diseño.

Una vez realizados los ajustes necesarios y habiendo probado los pedestales en una sucursal BBVA Bancomer con el sistema de administración de flujo de clientes, se aprobó un diseño final en que las tres partes estaban de acuerdo con el diseño y la factibilidad de producción de los pedestales.

Se comenzó la fase de ingeniería de detalle que implicaba el desarrollo de los planos y dibujos necesarios para cada uno de los componentes de los pedestales. Durante esta etapa, fue muy importante la participación de proveedores para definir que componentes del sistema serian comprados y cuales serian manufacturados por Airdesign. Se contactó a las empresas para el desarrollo de los componentes, lo que implicó trabajar en conjunto con diversos proveedores (CUPRUM, INCO, METALSA, SAINT GOBAIN, SENOPLAST, etc.) así como diversos métodos de fabricación (extrusión de aluminio, doblado y punzonado, fundición, termoforado, maquinados CNC, etc.)

Una vez con los componentes de cada proveedor y los desarrollados por Airdesign fue factible la producción de los nuevos pedestales para BBVA Bancomer y su sistema de administración de flujo de clientes.

Se eliminó el problema de la señal del láser estableciendo un alineamiento de los pedestales al momento de ser ensamblados e implementando dos sistemas de ajuste: el primero en la parte superior para el ajuste entre el perfil de aluminio que contiene a los sensores y reflejantes. Y el segundo en la base metálica para nivelar los pedestales con respecto al piso. Con estos dos sistemas se proporciona un amplio margen de ajuste en caso de que se presente un problema en la señal de láser. Además estos ajustes superior e inferior son posibles de realizar en las sucursales por los instaladores.

Se logró el mecanismo con la rigidez adecuada con ensambles mecánicos a base de tornillos tanto entre las piezas de los pedestales como el pedestal al piso. Además del perfil B y el tensor los cuales se vió la necesidad de utilizarlos al realizar los prototipos funcionales.

Se integró el diseño propuesto al proyecto “Revitaliza” utilizando materiales (aluminio, ABS, Vidrio) y acabados (anodizado, colores) recomendados en el manual de identidad de BBVA Bancomer. Así como complementando los pedestales con las mamparas anteriormente instaladas en las sucursales y dentro del proyecto “Revitaliza”

La instalación en las sucursales se facilitó al pre-ensamblar, alinear y proporcionar a los pedestales de dos sistemas de ajuste al momento de ser armados, dejando para la instalación en las sucursales solo la instalación electrónica y el anclaje al piso.

Por lo que se cumplió con el objetivo que era rediseñar un nuevo pedestal para el Sistema de administración de flujo de clientes.

Se satisficieron los requerimientos y se instalaron los pedestales en aproximadamente un 85% de las sucursales BBVA Bancomer en México, que son las que cuentan con las instalaciones adecuadas para la implementación de esta tecnología.



BBVA Bancomer es una institución bancaria con presencia en todo el mundo y que se mantienen en constante crecimiento. Parte de este crecimiento es la unificación de la imagen y servicios corportativos en todas sus sucursales del mundo. Dicha unificación en México se denominó “Revitaliza” y a continuación se expone un fragmento de lo que para BBVA Bancomer implica este proyecto<sup>12</sup>. Cabe mencionar que no se detalla más a profundidad ya que BBVA Bancomer no dió la autorización para exponerlo en este trabajo de tesis.

“...La imagen que proyectamos dice mucho de nosotros. Nuestro corte de pelo, modo de vestir o la decoración de nuestra casa transmiten mensajes precisos sobre nuestra personalidad.

Lo mismo ocurre con el diseño de un espacio público. BBVA tiene una imagen corporativa muy definida que comunica sus valores de marca: profesionalidad, innovación y liderazgo. La decoración de sus oficinas debe incorporar estos mismos valores.

En los últimos años BBVA se ha convertido en un grupo financiero de alcance global. Su presencia en los cinco continentes se debe no sólo a la apertura de oficinas propias, sino a una serie de fusiones y absorciones. Este hecho ha motivado que en la actualidad no exista una imagen uniforme en todas sus oficinas. Por tanto es preciso unificar la imagen del grupo.

BBVA apuesta claramente por un nuevo estilo de hacer banca que integra sus valores. Cualquier persona que entre en contacto con sus oficinas o que trabaje en ellas debería experimentar una sensación única, diferente a la que se pueda percibir en cualquier otro lugar. Y esta singularidad se tiene que reflejar en el aspecto físico de todas las oficinas, estén donde estén.

En definitiva, se trata de convertir cada oficina BBVA en un lugar especial, un espacio en el que trabajamos por un futuro mejor para las personas.

Un banco se manifiesta primordialmente en las áreas de atención al cliente. Por ello la elección de todos sus elementos es fundamental. La experiencia BBVA debería ser la misma para cualquier cliente independientemente del lugar del globo que se encuentre. Y para ello es preciso eliminar las diferencias que existen todavía en muchas de nuestras oficinas.

Al entrar en nuestras oficinas, el cliente debe ser capaz de percibir las inmediatamente como un espacio BBVA y sentirse cómodo en ellas. Para conseguir lo primero, vamos a dotar a todas las oficinas BBVA de un estilo común, con personalidad propia. Para lograr lo segundo, es preciso que el espacio en el que interactuamos con el público transmita nuestra forma de trabajar: informal, innovadora, creativa, amable, fácil...

<sup>12</sup> Texto tomado del manual de identidad corporativa de BBVA Bancomer

La distribución del espacio debe generar espacios comunes que faciliten la interacción entre personas, la conversación, los encuentros informales, la rapidez de las gestiones y la búsqueda de información. Un espacio que permita que gran variedad de actividades tengan lugar a la vez, aumentando la eficiencia y permitiendo una mayor afluencia de público.

El interior de nuestras oficinas debe permitir un trato próximo y humano con el cliente pero siempre preservando su intimidad. Por tanto es preciso procurar un ambiente cálido en el que cada elemento de la decoración transmite la sensación de confianza y seguridad.

El cuidado diseño del mobiliario, la utilización de paneles de cristal (que aíslan y a la vez integran), la gama cromática de suelos y paredes, la cálida iluminación... Cada detalle está pensado para hacer la estancia del cliente más agradable y placentera. En resumen, todo este conjunto de elementos comunican nuestra pasión por las personas y nuestra apuesta por el futuro.

Los acabados de las oficinas, como techos, suelos o paredes deben ser lo más neutros posible, para dejar el protagonismo a los colores corporativos...”

Un producto que se realizó para BBVA Bancomer dentro del proyecto “Revitaliza” previo a los pedestales son las mamparas (fig 91,92 y 93)



Fig. 91. Mamparas instaladas en sucursal Bancomer  
Foto tomada en el Centro Financiero BBVA Bancomer ubicado en Av.  
Universidad 1200, Col. Xoco

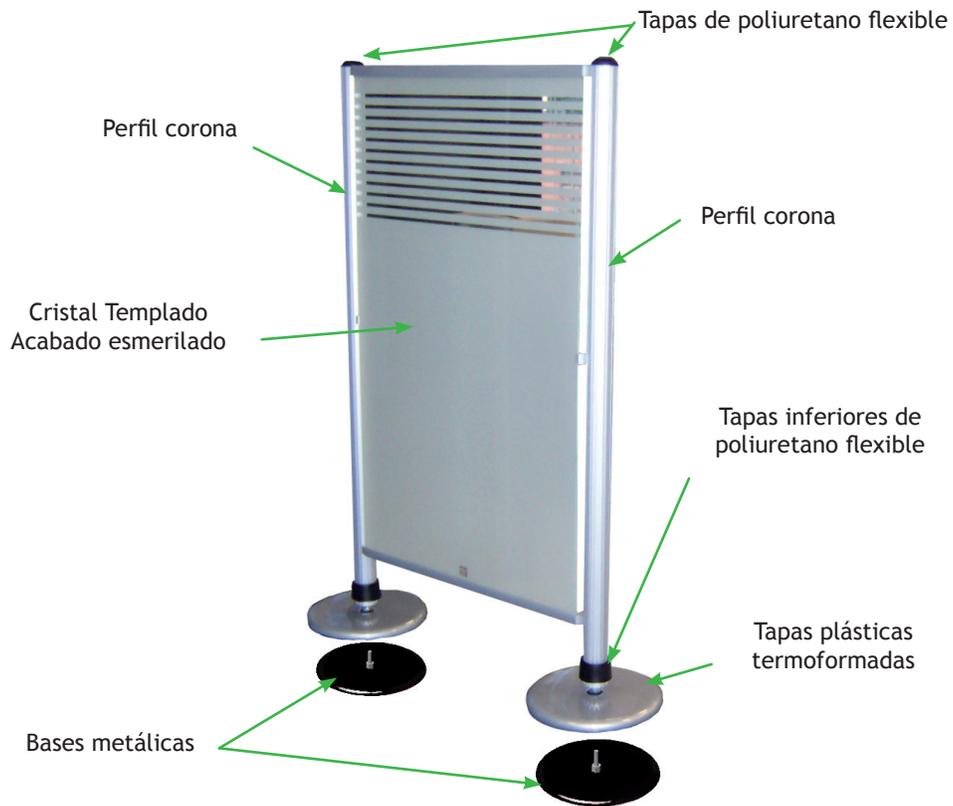


Fig. 92. Componentes principales de las mamparas

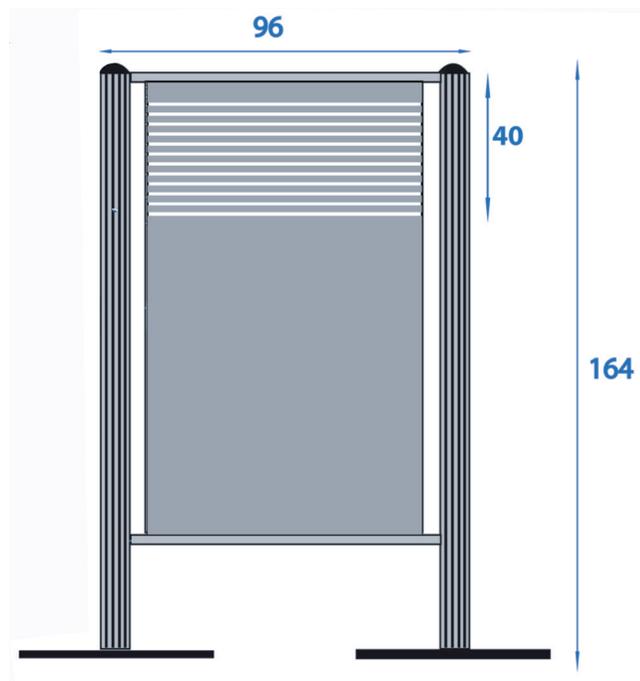


Fig. 93. Dimensiones generales de las mamparas en centímetros

# Imágenes

Las fotos de la figura 94 a la figura 105 fueron tomadas en el centro de diseño Airdesign, ubicado en Cuernavaca, Morelos.

Las fotos de la figura 106 a la figura 109 fueron tomadas en la sucursal “Lomas” ubicada en Paseo de la Reforma, Lomas de Chapultepec, Delegación Miguel Hidalgo, Distrito Federal.



Fig. 94. Pedestal Óptico sensor 1



Fig. 95. Pedestal Óptico sensor 2



Fig. 96. Pedestal Óptico sensor 3



Fig. 97. Pedestal Óptico sensor 4



Fig. 98. Pedestal Óptico sensor 5



Fig. 99. Pedestal Óptico sensor 6



Fig. 100. Pedestal Óptico reflejante 1



Fig. 101. Pedestal Óptico reflejante 2



Fig. 102. Pedestal Óptico reflejante 3



Fig. 103. Pedestal Óptico reflejante 4



Fig. 104. Pedestal Óptico sensor y Pedestal Óptico reflejante 1



Fig. 105. Pedestal Óptico sensor y Pedestal Óptico reflejante 2



Fig. 106. Sucursal con pedestales y mamparas



Fig. 107. Pedestales en sucursal



Fig. 108. Pedestales y mamparas



Fig. 109. Mamparas en sucursal

# El aluminio

La producción del aluminio primario es un proceso que requiere mucha energía. No obstante, cuando se considera su ciclo de vida completo, teniendo en cuenta las propiedades del metal en cuanto a ahorro energético; la energía consumida en la producción de la materia prima se ve altamente compensada por el ahorro que genera en etapas posteriores a través de productos más ligeros, con una vida útil más prolongada y requisitos de mantenimiento mínimos.

El aluminio es el metal ideal para reciclaje. Reciclarlo es simple, fácil y sin perjuicio al medio ambiente por lo que con frecuencia se le denomina el metal ecológico. Sólo se requiere el 5% de consumo de la energía original al refundir los productos de aluminio. Y el aluminio puede reciclarse una y otra vez. No pierde ninguna de sus propiedades y, contrariamente a muchos otros materiales, las propiedades del aluminio nunca se alteran.

El aluminio tiene como principales propiedades:

## Peso

El aluminio es ligero, con una densidad de un tercio de la del acero: 2.700 kg/m<sup>3</sup>.

## Resistencia

El aluminio presenta una resistencia a la tracción de entre 70 a 700 MPa dependiendo de la aleación y del proceso de elaboración. Los perfiles extruidos de aluminio con una aleación y un diseño apropiados pueden llegar a ser tan resistentes como el acero estructural.

## Elasticidad

El módulo de elasticidad (módulo de Young) del aluminio es un tercio que el del acero ( $E=70.000$  MPa). Esto significa que el momento de inercia debe ser tres veces mayor en una extrusión de aluminio para lograr la misma deflexión que un perfil de acero.

## Facilidad de conformado

El aluminio posee una facilidad de conformado óptima, una característica que se aprovecha al máximo en la extrusión. El aluminio también se puede soldar, curvar, estirar, punzonar y fresar.

## Mecanizado

El aluminio es fácil de mecanizar. Se pueden utilizar equipos de mecanizado comunes como las sierras y perforadoras. El aluminio también es apto para forja tanto en caliente como en frío.

<sup>13</sup> Manual para el diseño de perfiles de aluminio de la compañía Hydro ubicada en Noruega y dedicada a la extracción y transformación del aluminio

## Unión

El aluminio puede unirse utilizando los métodos usuales disponibles como la soldadura, el pegado con adhesivos, el remachado, etc.

## Resistencia a la corrosión

Una fina capa de óxido se forma en contacto con el aire, lo que brinda una excelente protección contra la corrosión aun en ambientes corrosivos. Esta capa se puede fortalecer aún más mediante acabados superficiales como el anodizado o el recubrimiento con pintura en polvo.

## Conductividad

La conductividad térmica y eléctrica son óptimas aun cuando se las compare con el cobre. Más aún, un conductor de aluminio pesa sólo la mitad que un conductor de cobre equivalente.

## Dilatación lineal

El aluminio posee un coeficiente relativamente alto de dilatación lineal en comparación con otros metales. Esto debe tenerse en cuenta en la etapa de diseño para compensar las diferencias en dilatación.

## No tóxico

El aluminio no es tóxico y, por lo tanto, es sumamente adecuado para la preparación y el almacenamiento de alimentos.

## Reflectividad

El aluminio es un excelente reflector de la luz y del calor.

## PROCESO DE EXTRUSIÓN

La extrusión consiste en hacer pasar un tocho de aluminio precalentado (450-500°C) a alta presión (1600-6500 toneladas, dependiendo del tamaño de la prensa) a través de una matriz, cuya abertura corresponde al perfil transversal de la extrusión. La velocidad de la prensa de extrusión (normalmente entre 5 y 80 m/min) depende de la aleación y de la complejidad del perfil.

La extrusión es un proceso de formado por compresión, en el cual el material de trabajo es forzado a fluir a través de la abertura de un dado para darle forma a su sección transversal. El proceso puede parecerse a apretar un tubo de pasta de dientes. La extrusión data desde 1800. Las ventajas de los procesos modernos incluyen:

- 1) se puede extruir una gran variedad de formas, especialmente con extrusión en caliente; sin embargo, una limitación es la geometría de la sección transversal que debe ser la misma a lo largo de toda la parte
- 2) la estructura del grano y las propiedades de resistencia se mejoran con la extrusión en frío o en caliente
- 3) son posibles tolerancias muy estrechas, en especial cuando se usa extrusión en frío
- 4) en algunas operaciones de extrusión se genera poco o ningún material de desperdicio.

## TIPOS DE EXTRUSIÓN

La extrusión se lleva a cabo de varias maneras. Una forma de clasificar a estas operaciones es atendiendo a su configuración física, se distinguen dos tipos principales: extrusión directa y extrusión indirecta. Otro criterio es la temperatura de trabajo: en frío, en tibio o en caliente. Finalmente el proceso de extrusión puede ser continuo o discreto.

### Extrusión directa versus extrusión indirecta

En la extrusión directa o extrusión hacia adelante (ver figura 110) un tocho de metal se carga a un recipiente y un pisón comprime el material forzándolo a fluir a través de una o más aberturas que hay en un dado situado al extremo opuesto del recipiente. Al aproximarse el pisón al dado, una pequeña porción del tocho permanece y no puede forzarse a través de la abertura del dado. Esta porción extra llamada tope o cabeza, se separa del producto, cortándola justamente después de la salida del dado.

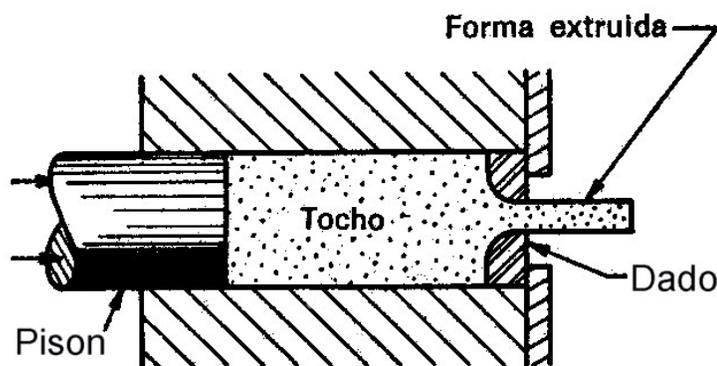


Fig. 110. Extrusión directa

Un problema en la extrusión directa es la gran fricción que existe entre el tocho y la pared interna del recipiente al forzar el deslizamiento del tocho hacia la abertura del dado. Esta fricción ocasiona un incremento sustancial de la fuerza requerida en el pisón para la extrusión directa. En la extrusión en caliente este problema se agrava por la presencia de una capa de óxido en la superficie del tocho que puede ocasionar defectos en los productos extruidos. Para resolver este problema se usa un bloque simulado entre el pisón y el tocho de trabajo, el diámetro del bloque es ligeramente menor que el diámetro del tocho, de manera que en el recipiente queda un anillo metal de trabajo (capas de óxido en su mayoría), dejando el producto final libre de óxidos.

En la extrusión directa se pueden hacer secciones huecas (por ejemplo, tubos). El tocho inicial se prepara con una perforación paralela a su eje (ver figura 111)

Esto permite el paso de un mandril que se fija en el bloque simulado. Al comprimir el tocho, se fuerza al material a fluir a través del claro entre el mandril y la abertura del dado. La sección transversal resultante es tubular. Otras formas semi-huecas se extruyen usualmente de esta misma manera.

El tocho inicial en la extrusión directa es generalmente redondo, pero la forma final queda determinada por la abertura del dado. Obviamente la dimensión más grande de la abertura del dado debe ser más pequeña que el diámetro del tocho. La extrusión directa hace posible una infinita variedad de formas en la sección transversal (ver figura 112)

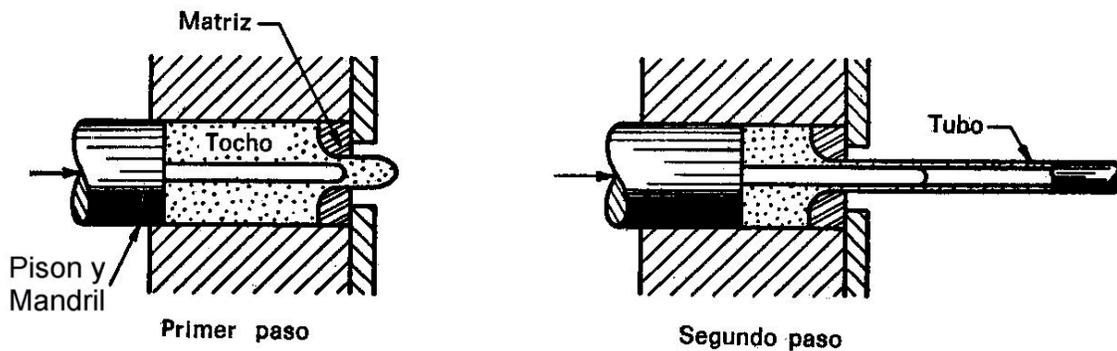


Fig. 111. Extrusión directa para producir una sección transversal hueca o semihueca



Fig. 112. Ejemplos de extrusión hueca o semihueca

En la extrusión indirecta, también llamada extrusión hacia atrás o extrusión inversa (ver figura 113), el dado está montado sobre el pistón, en lugar de estar en el extremo opuesto del recipiente. Al penetrar el pistón en el material de trabajo fuerza al metal a fluir a través del claro en una dirección opuesta a la del pistón. Como el tocho no se mueve con respecto al recipiente, no hay fricción en las paredes del recipiente. Por consiguiente, la fuerza del pistón es menor que en la extrusión directa. Las limitaciones de la extrusión indirecta son impuestas por la menor rigidez del pistón hueco y la dificultad de sostener el producto extruido tal como sale del dado.

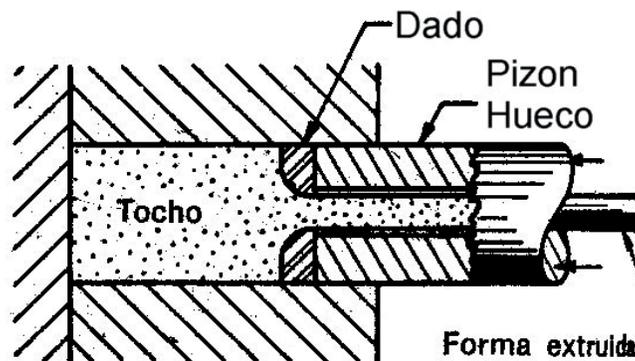


Fig. 113. Extrusión indirecta para producir una sección transversal sólida.

## **Extrusión en frío versus extrusión en caliente**

La extrusión se puede realizar ya sea en frío o en caliente, dependiendo del metal de trabajo y de la magnitud de la deformación a que se sujete el material durante el proceso. Los metales típicos que se extruyen en caliente son: aluminio, cobre, magnesio, zinc, estaño y sus aleaciones. Estos mismos materiales se extruyen algunas veces en frío. Las aleaciones de acero se extruyen usualmente en caliente, aunque los grados más suaves y más dúctiles se extruyen algunas veces en frío (por ejemplo, aceros de bajo carbono y aceros inoxidables).

El aluminio es probablemente el metal ideal para extrusión (en caliente o en frío), muchos productos comerciales de aluminio se hacen por este proceso (por ejemplo, perfiles estructurales y marcos, para puertas y ventanas).

La extrusión en caliente involucra el calentamiento previo del tocho a una temperatura por encima de su temperatura de cristalización. Esto reduce la resistencia y aumenta la ductilidad del metal, permitiendo mayores reducciones de tamaño y el logro de formas más complejas con este proceso. Las ventajas adicionales incluyen reducción de la fuerza en el pison, mayor velocidad del mismo y reducción de las características del flujo de grano en el producto final. La lubricación es un aspecto crítico de la extrusión en caliente de ciertos metales (por ejemplo acero), y se han desarrollado lubricantes especiales que son efectivos bajo las condiciones agresivas de la extrusión en caliente. Algunas veces se usa el vidrio como lubricante de la extrusión en caliente; además de reducir la fricción proporciona aislamiento térmico efectivo entre el tocho y el recipiente de extrusión.

En general, la extrusión en frío y la extrusión en tibio se usan para producir partes discretas, frecuentemente en forma terminada (o en forma casi terminada).

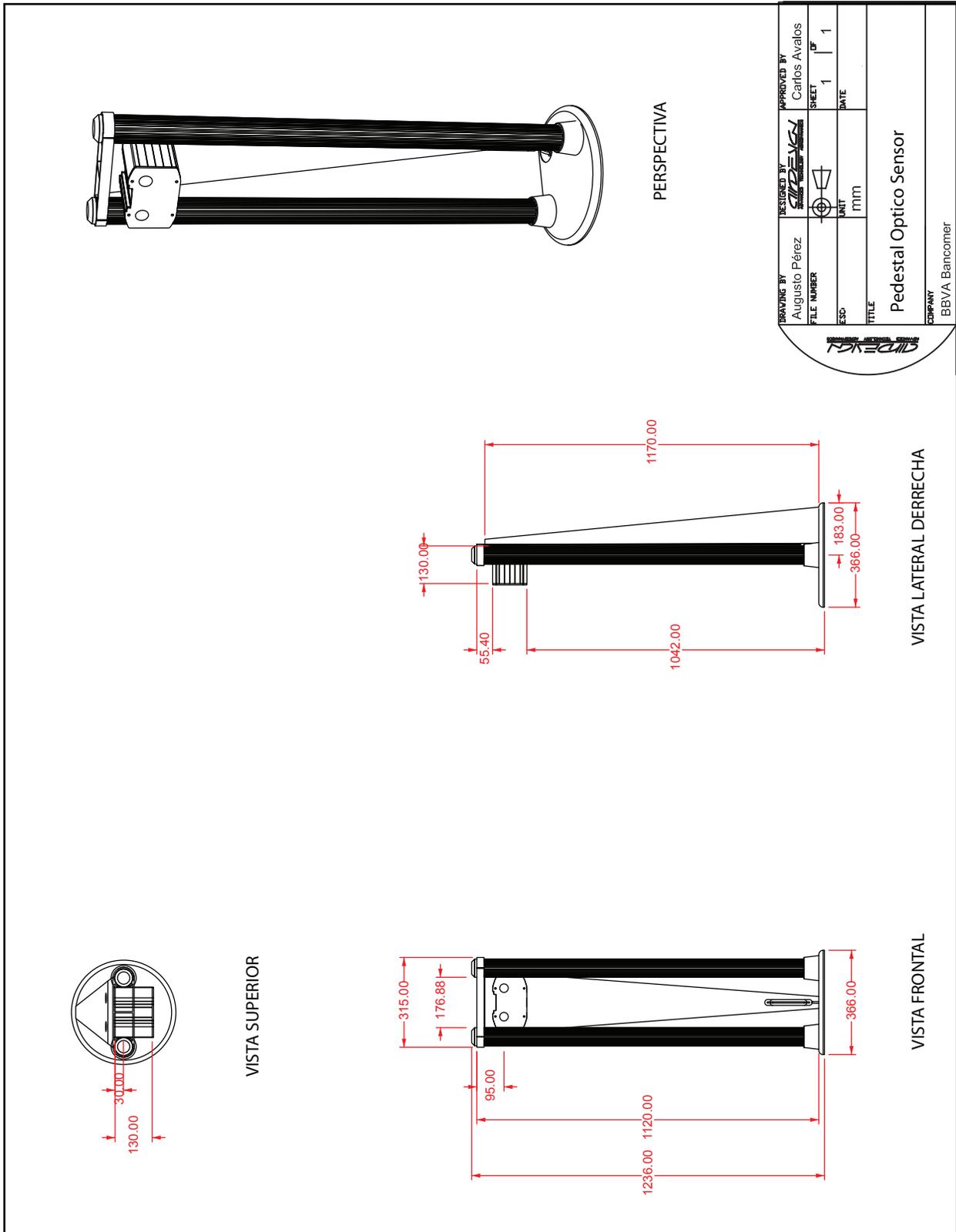
El término extrusión por impacto se usa para indicar una extrusión fría de alta velocidad. Algunas ventajas importantes de la extrusión en frío incluyen mayor resistencia debida al endurecimiento por deformación, tolerancias estrechas, acabados superficiales mejorados, ausencia de capas de óxidos y altas velocidades de producción. La extrusión en frío a temperatura ambiente elimina también la necesidad de calentar el tocho inicial.

## **Procesamiento continuo versus procesamiento discreto**

Un verdadero proceso continuo opera con estabilidad por un periodo indefinido de tiempo. Algunas operaciones de extrusión se aproximan a este ideal, produciendo secciones muy largas en un solo ciclo, pero estas operaciones quedan al fin limitadas por el tamaño del tocho que se puede cargar en el contenedor de extrusión. Estos procesos se describen más precisamente como operaciones semicontinuas. En casi todos los casos las secciones largas se cortan en longitudes más pequeñas en una operación posterior de corte o aserrado.

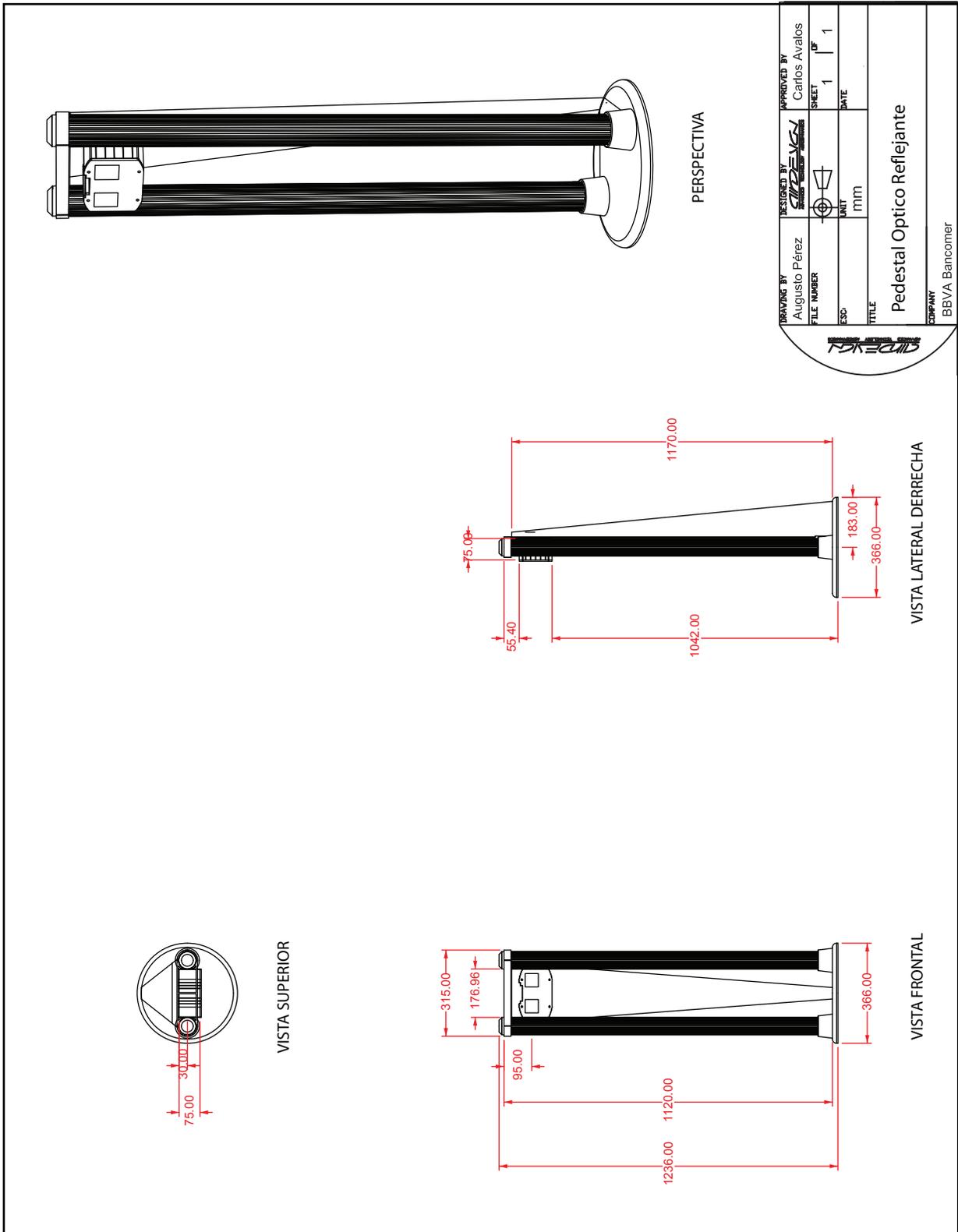
En una operación discreta se produce una sola parte o pieza en cada ciclo de extrusión. La extrusión por impacto es un ejemplo de este caso de procesamiento discreto.





DESIGNING BY	DESIGNED BY	APPROVED BY
Augusto Pérez	CSPE	Carlos Avalos
FILE NUMBER	UNIT	SHEET
	MM	1 of 1
ESD	DATE	
TITLE	Pedestal Optico Sensor	
COMPANY	BBVA Bancomer	

Plano 1. PEDESTAL OPTICO SENSOR

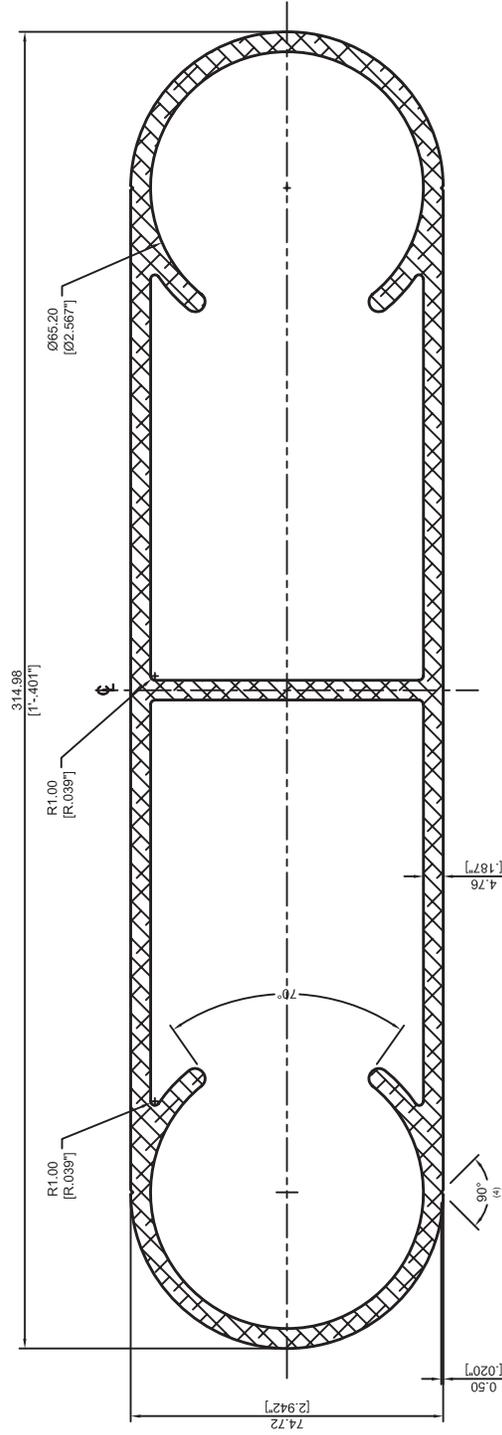


Plano 2. PEDESTAL OPTICO REFLEJANTE



SUP. ANOD.	SUP. PINTABLE	DADO
71.67 cm.	71.67 cm.	-
SUP. EXP.		PROYECTO
71.67 cm.		06 / 33217

TAMANO NATURAL  
NO TIENE SUPERFICIE EXPUESTA



AUTORIZACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DEL DADO		NOMBRE	
SUPERFICIE EXPUESTA INDICADA EN PERFILES Y ACCESORIOS		FABRICA	
# HABER REVISADO Y APROBADO LAS MEDIDAS INDICADAS EN ESTE DIBUJO.		FECHA	
# APROBACIÓN DE LA SUPERFICIE EXPUESTA INDICADA CON ESTE SÍMBOLO . . . . .			
# APROBACIÓN DE FABRICAR EL DISEÑO BAJO LAS TOLERANCIAS COMERCIALES A MENOS QUE SE ESPECIFIQUEN OTRAS.			
# EL DISEÑO DEBEN SER APROBADO POR EL CLIENTE ANTES DE EMPEZAR LA FABRICACIÓN.			
# CUALQUIER TIPO DE RESPONSABILIDAD DEBE SER DEL CLIENTE EN CASO DE ERRORES, FALTAS, OMBROS O FALLOS EN EL DISEÑO.			
3			
2			
1			
REVISIONES		FECHA	
PESO	10.978 kg/m.	7.377	
PERIMETRO	165.386 cms.	64.325	
AREA	40.469 cms <sup>2</sup>	6.275	
CIRCULO	31.50 cms.	12.40	
WT	FACTOR	9	ALEACION: 6061
TEMPLE: 6			
ARMA: . . . . .		DIBUJADO POR	
ENSAMBLA: . . . . .		Ricardo Vargas A.	
		APROBADO POR	
		Arq. Alejandro Rosas	
		FECHA	
		24-04-06	




DIBUJO MECANICO

NUMERO DE PARTE

TUBO ESPECIAL

CLIENTE

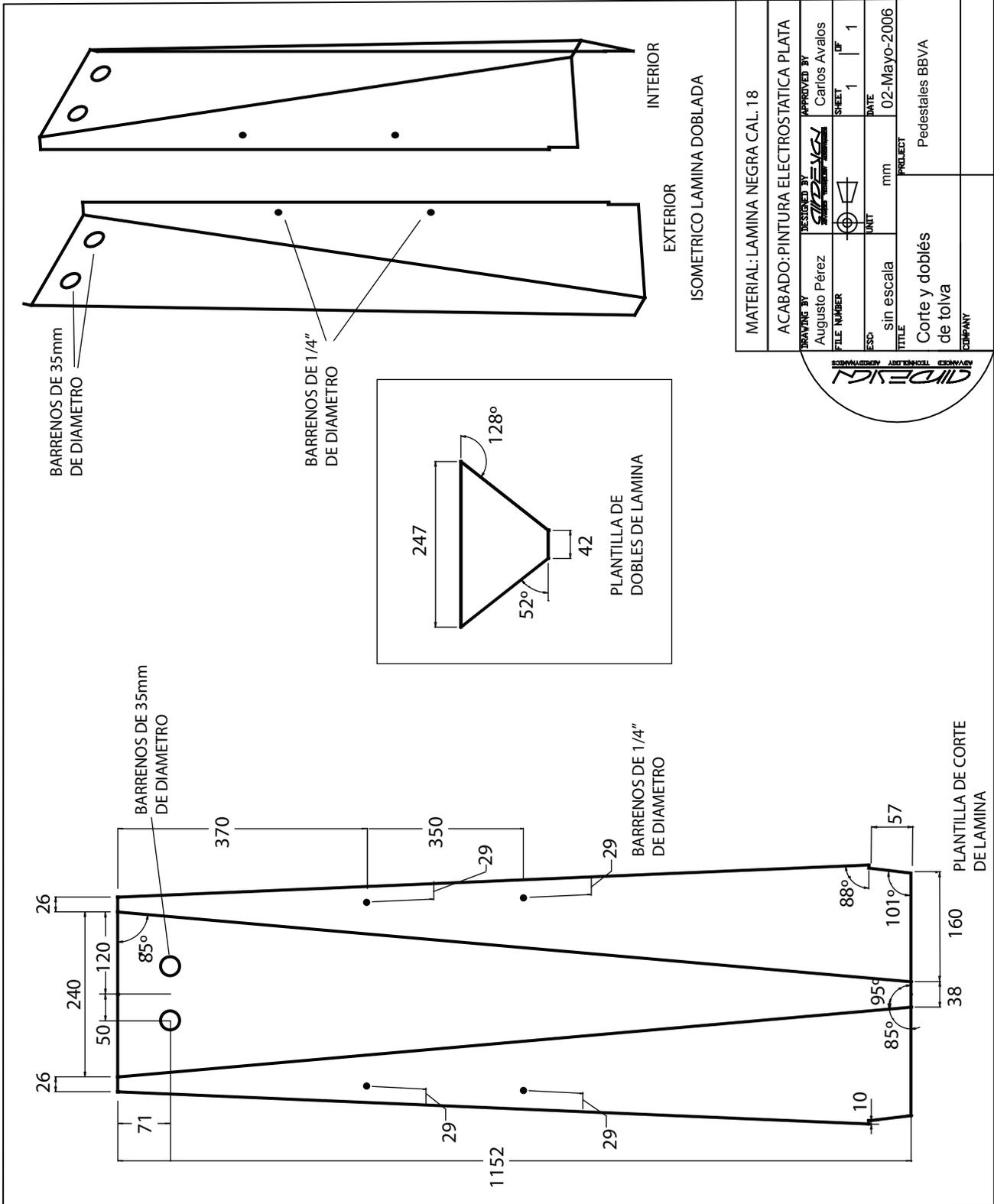
AIR DESIGN

ACOTACIONES

ESCALA

1 : 1

Plano 4. PERFIL B

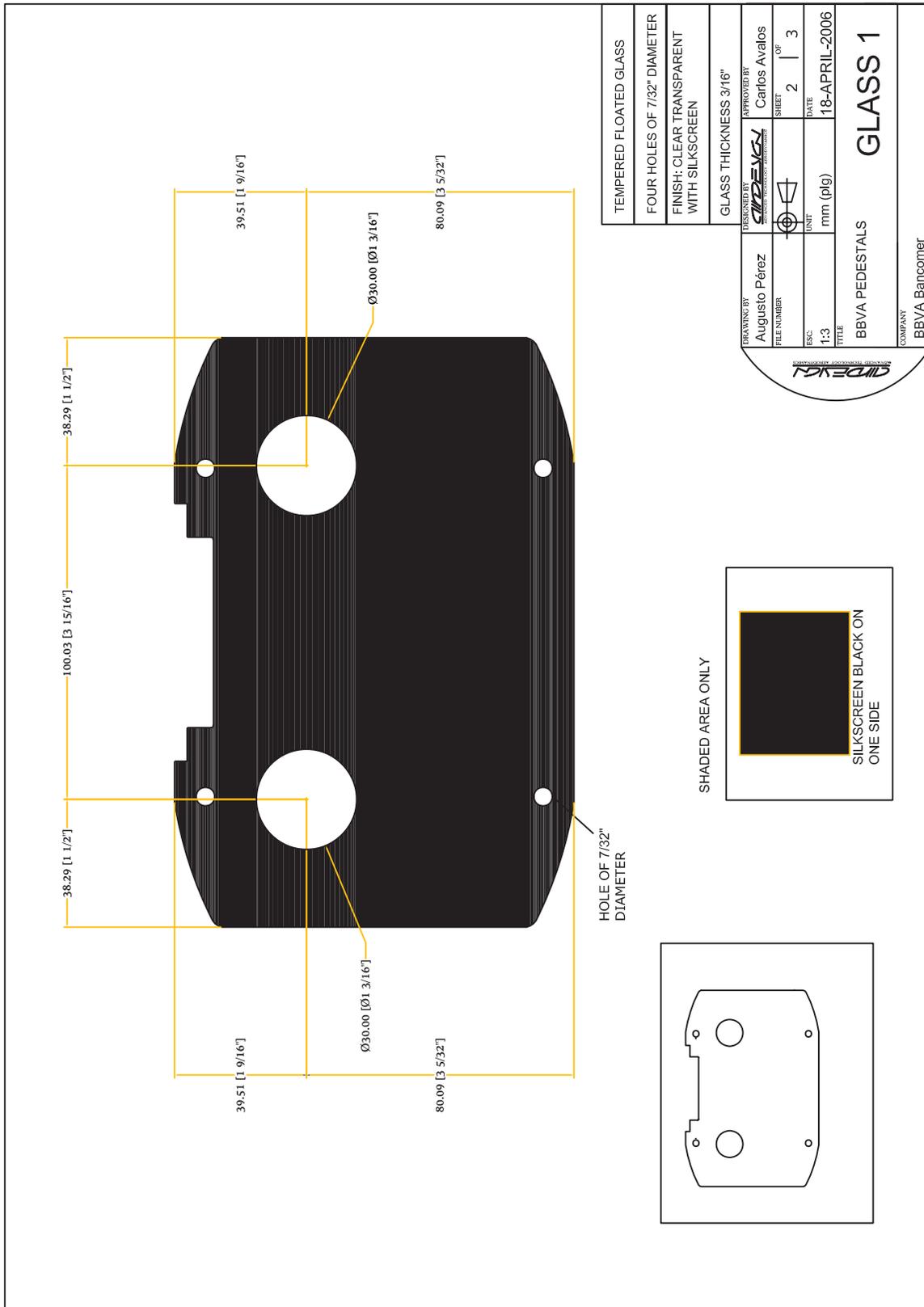


DRAWING BY Augusto Pérez		DESIGNED BY <b>INDESIGN</b>		APPROVED BY Carlos Avalos	
FILE NUMBER	UNIT	SHEET	DATE	PROJECT	
	sin escala	1	02-Mayo-2006	Pedestales BBVA	
TITLE			Corte y doblés de tolva		
COMPANY			Pedestales BBVA		

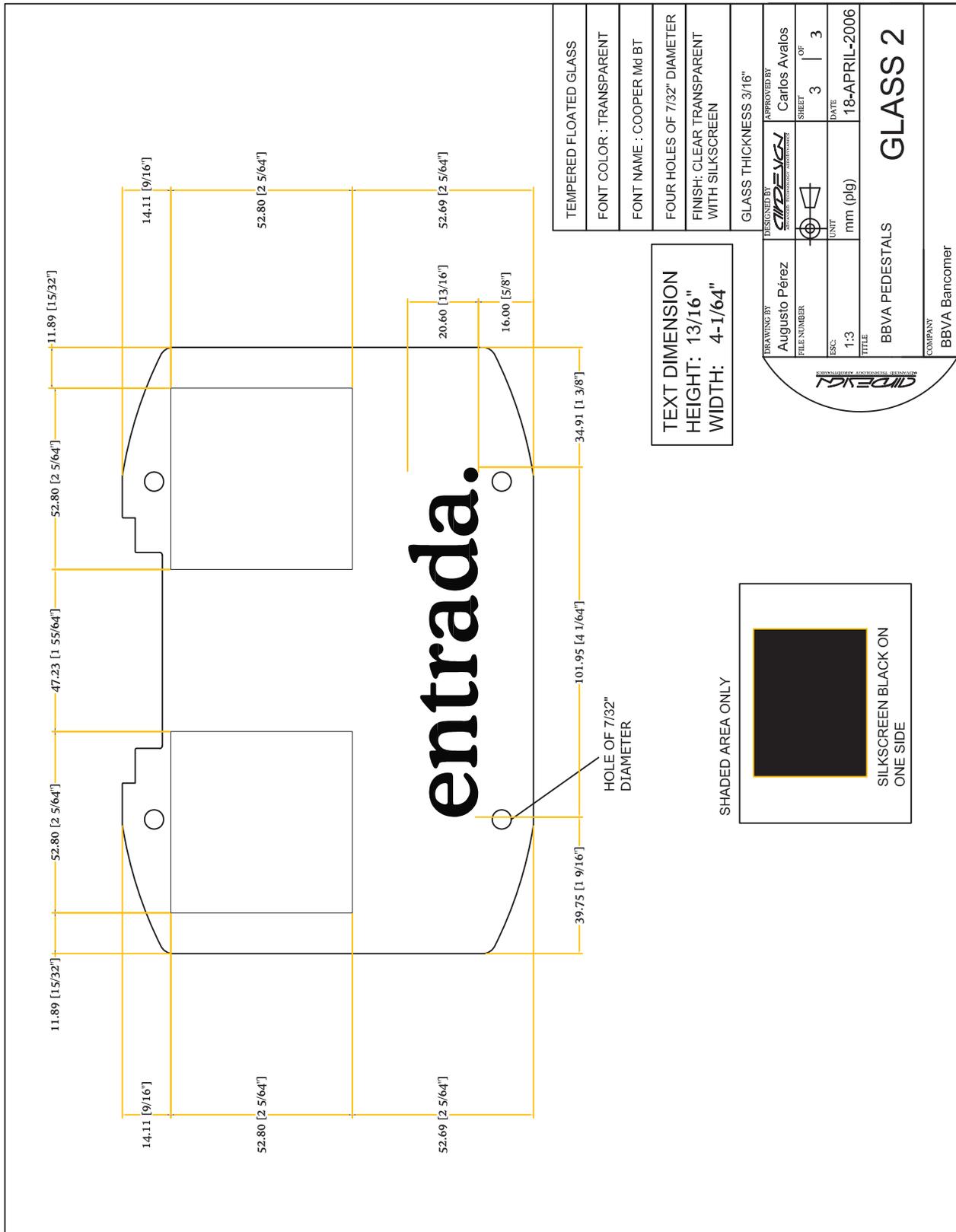


Plano 5. TOLVA DE LAMINA

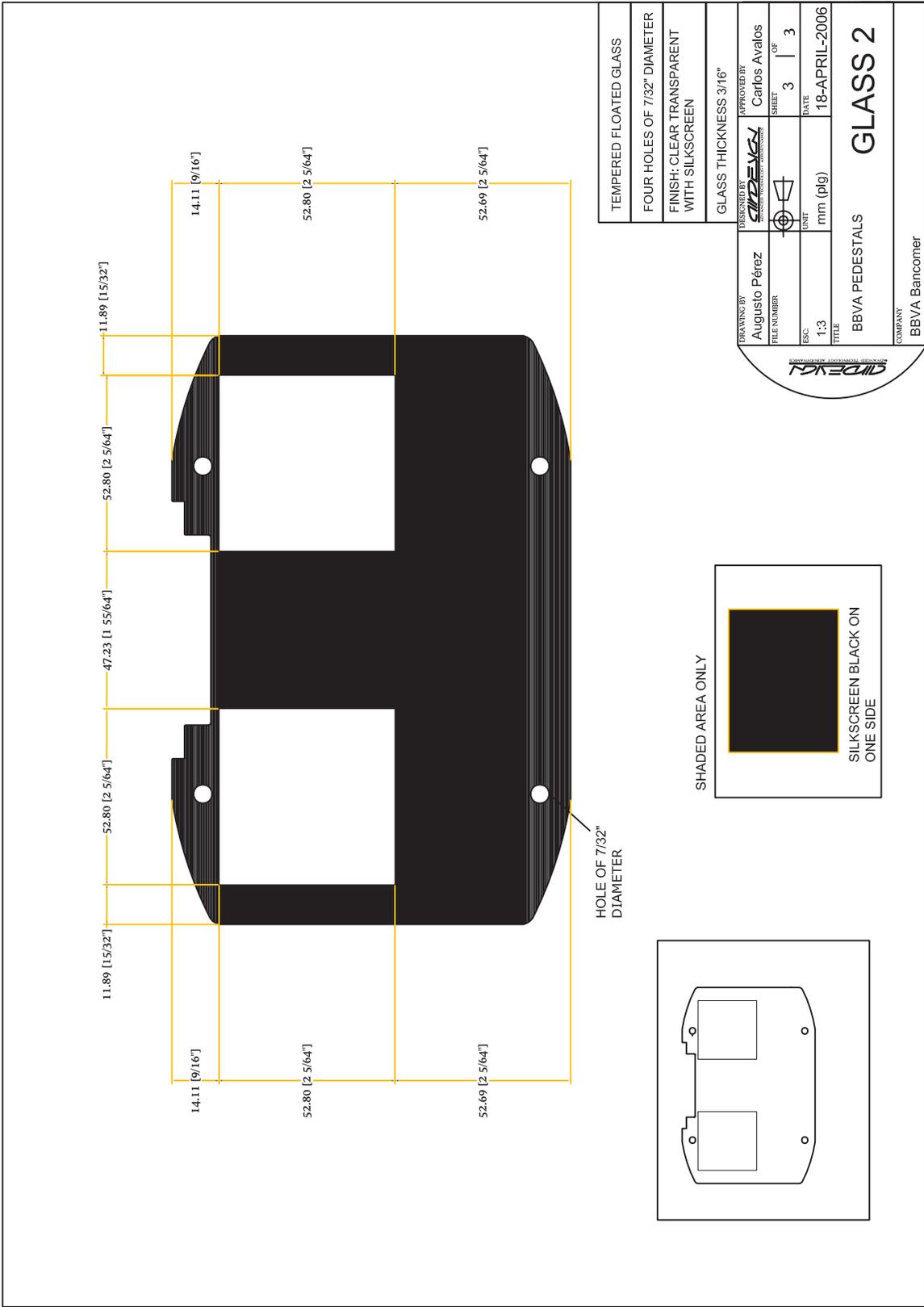




Plano 7. CRISTAL PARA PEDESTAL OPTICO SENSOR



Plano 8. CRISTAL PARA PEDESTAL OPTICO REFLEJANTE



Plano 9. CRISTAL PARA PEDESTAL OPTICO REFLEJANTE



- Archer, L.B. “Systemathics Methods for Designers” en: N. Cross (comp.), *Developments in Design Methodology* Wiley, Chichester
- Askeland R. and Phulé P.P, “The Science and Engineering of Materials”, Fith edition, Thomson, 2006
- Barroso S. e Ibáñez J., “Introducción al conocimiento de materiales”, Editorial Síntesis S.A., Madrid, 2000
- Chaussin C. y Hilly G., “Metalurgia”, Ediciones Urmo S.A., Bilbao, 1975
- Hornbostel C., “Materiales para construcción. Tipos, usos y aplicaciones”, Ediciones Limusa S.A., México D.F., 2000
- Hufnagel, W., “Manual del Aluminio”, (2ª edición Edición), Barcelona, Editorial Reverté, S.A., 1992
- Hydro, Manual para el diseño de perfiles de extrusión de aluminio
- J.P. Sancho y otros, “La metalurgia del aluminio”, Editorial Alluminum, Dusserdof
- Kalpakjian S. and Schmid S.R., “Manufacturing Processes for Engineering Materials”. Second Indian Reprint, Pearson, 2004
- Kenneth G. Budinski, *Engineering Materials, Properties and Selection*, 5ta. Edición, 1996, Prentice Hall Ed.
- Larburu Arrizabalaga, Nicolás, “Técnicas máquinas herramientas”, Madrid, Thomson Editores, 2004
- Millán Gómez, Simón, “Procedimientos de Mecanizado”, Madrid, Editorial Paraninfo, 2006
- Saint-Gobain Glass , *Manual del Vidrio*, 1era. Edición, 2002, Plazola Editores
- Sandvik Coromant, “Guía Técnica de Mecanizado”, AB Sandvik Coromant, 2006
- Sancho J., Verdeja L.F. y Ballesteros A., “Metalurgia extractiva. Procesos de obtención”, Editorial Síntesis S.A., Madrid, 2000
- The Aluminum association, “Aluminum Standards and data”, Manual, March 2003
- William F. Smith, “Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales”, Madrid, Editorial Mc Graw Hill, 1998

Cesar Montes Almaraz  
Coordinador de Logística  
Q-MATIC de MEXICO S.A.  
Tel. 0155-5615-7701  
Fax 0155-5615-7702  
Nextel 01556-1988-1525

Laiza Larios Paniagua  
Compras Infraestructura  
BBVA Bancomer  
Tel. 0155-5621-5274

LUMITEC  
Cardenales No. 66,  
Col. Las Águilas,  
01710, México, D.F  
Tels.: 0155-5680-1047 al 50  
Fax: 0155-5680-1052

Carlos Ávalos Sartorio  
Gerente de Operaciones  
Airdesign S.A. de C.V.  
Km. 1 Carretera Tezoyuca-Tepetzingo  
Emiliano Zapara, C.P. 62767, Morelos  
Tel. 01-777-385-0904  
Fax 01-777-385-0848

Edgar Mauricio Torrero de la Parra  
Metal S.A.  
Cerrada del Rocío no.3 , San Juan Bosco  
Atizapán de Zaragoza Edo. de México, C.P. 52946  
Tel. 0155-5077-4665  
Fax 0155-5822-5950

Ana María Ortiz  
CUPRUM, S. A. de C.V  
Av. La Presa 290, San Juan Ixhuatepec  
México, D.F., C.P. 54180  
Tel. 0155-5746-7901/7900/7800

Gustavo Gómez  
Senoplast, S.A. de C.V.  
Calle Noria 123, Parque Industrial Querétaro  
Santa Rosa Jáuregui, Qro., C.P. 76220  
Tel. 01-442-215-9348, Ext. 105

SAINT GOBAIN DE COLOMBIA, S.A.  
Av. Circ. 65-18 Sur  
Bogotá, Colombia  
Tel. 571-770-0777

SAINT-GOBAIN MEXICO, S.A. DE C.V.  
Av. Nicolás Bravo 8, Parque Industrial Cuautla  
Ayala, Morelos, C.P. 62715  
Tel. 01-777-354-8000

Héctor Arriaga Abad  
INCO S.A.  
Lago Trasimeno 143, Col. Anáhuac  
México, D.F., Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11320  
Tel. 0155-5531-1454

## PÁGINAS VISITADAS

---

<http://www.hws.com.mx>

<http://www.multiled.com>

<http://193.126.122.175/newvision/conteudos.asp?IDCONT=558>

<http://www.pantallaselectronicas.com.mx>

[http://www.seyconcat.com/Web%20Spanish/COUNTER/COUNTER\\_Counter.htm](http://www.seyconcat.com/Web%20Spanish/COUNTER/COUNTER_Counter.htm)

[http://www.contarpersonas.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=27&Itemid=103](http://www.contarpersonas.com/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=103)

[http://www.contarpersonas.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=27&Itemid=103](http://www.contarpersonas.com/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=103)

[http://www.eflow.com.ar/eflow\\_main.html](http://www.eflow.com.ar/eflow_main.html)

<http://www.unifila.com.mx/>

<http://ppbconsultores.com.mx/2007/11/20/la-evaluacion-de-los-servicios-la-rapidez-ii/>

<http://www.cuprum.com/>