

UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

BANCA PARA EXTERIOR ELABORADA A BASE DE CONCRETO POLIMÉRICO

TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO EN DISEÑO

PRESENTA:

ZURY JARET JUÁREZ CAYETANO

CON LA DIRECCIÓN DE:

DRA. LAURA PATRICIA RIVAS VÁZQUEZ

LOMA BONITA, OAXACA, 2021



**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN
INGENIERÍA EN DISEÑO**

LA PRESENTE TESIS TITULADA "BANCA PARA EXTERIOR ELABORADA A BASE DE CONCRETO POLIMÉRICO", PRESENTADA POR LA PASANTE ZURY JARET JUAREZ CAYETANO, BAJO LA DIRECCIÓN DE LA DRA. LAURA PATRICIA RIVAS VAZQUEZ, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN DISEÑO.

JURADO EXAMINADOR

Laura Patricia Rivas Vázquez
DRA. LAURA PATRICIA RIVAS VAZQUEZ
DIRECTOR

DR. ROBERTO SUAREZ ORDUÑA
REVISOR

DR. AXEL VILLAVICENCIO TORRES
REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, 2021.



Universidad del Papaloapan

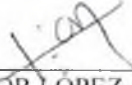
FECHA:	20 de Abril del 2021
AREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/024/2021
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

C. Zury Jaret Juárez Cayetano
PRESENTE:

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **“Banca para exterior elaborada a base de concreto polimérico”** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dra. Laura Patricia Rivas Vázquez

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi jí jú


MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



C.e.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal, Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.e.p. Dra. Laura Patricia Rivas Vazquez, Directora de Tesis.
C.e.p. Archivo.



Universidad del Papaloapan

Campus Loma Bonita

Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Diseño

Loma Bonita, Oaxaca a 16 de abril de 2021

Clave: ID/01SE/2021

Asunto: Asignación de Sinodales para Examen de Titulación

M.E. Yesenia Barrlentos Arenal
Jefa de Departamento de Servicios Escolares
Campus Loma Bonita
Presente

Por medio de la presente le informo la asignación de sinodales para el examen de titulación de **C. Zury Jaret Juárez Cayetano** egresada de la carrera de ingeniería en diseño que presenta su tema de tesis titulado: **"Banca para exterior elaborada a base de concreto polimérico"**.

Sinodales

Dr. Roberto Suárez Orduña (presidente), Dra. Laura Patricia Rivas Vázquez (vocal) y Dr. Axel Villavicencio Torres (secretario)

Suplentes:

M.C. Jose Benjamín Vergara Rodríguez (primer suplente), M.M.P. Carol Castro Reyes (segundo suplente).

Sin otro particular me despido quedando a sus órdenes para cualquier aclaración.

*Terra uberrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chí jí jú
Atentamente*

Laura Patricia Rivas Vázquez
Dra. Laura Patricia Rivas Vázquez
Jefa de la Carrera de Ingeniería en Diseño



Vo.Bo.

Héctor López Arjona
M.C. Héctor López Arjona
Vice-rector académico

c.c.p. M.C. Héctor López Arjona. Vice-rector académico
c.c.p. Archivo

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por estar en cada etapa de mi vida y apoyarme en cada paso que doy y a mis padres por permitirme culminar mi carrera Universitaria, por la confianza y el cariño que me brindaron mis padres durante este trayecto, gracias por su apoyo incondicional y gracias a mi hermana por la confianza puesta en mí su apoyo infinito.

Quiero agradecer a la Dra. Laura Patricia Rivas Vázquez por el apoyo, paciencia y confianza brindados en el transcurso de mi carrera y en la elaboración de mi tesis profesional. Gracias por compartir conmigo este conocimiento.

A los que me apoyaron en el transcurso de la elaboración de mi tesis gracias infinitas.

A ustedes mil gracias y Dios los bendiga

Zury Jaret Juárez Cayetano.

RESUMEN

TITULO: Banca para exterior elaborada a base de concreto polimérico.

AUTOR: Zury Jaret Juárez Cayetano.

DIRECTOR (A): Dra. Laura Patricia Rivas Vázquez.

PALABRAS CLAVES: Desechos plásticos, concreto polimérico, sustitución.

En los últimos años se han buscado diversas formas de reutilizar los materiales dañinos para el medio ambiente, por ejemplo, el plástico que demora años en degradarse. El presente trabajo consiste en la sustitución porcentual de poliestireno cristal en la mezcla de concreto polimérico, y con el material elaborar una banca para exterior.

Para la elaboración del concreto polimérico se utilizó poliestireno cristal de desechos plásticos, este se sustituyó cuando se elaboraba la mezcla en porcentajes; el porcentaje fue tomado con respecto al volumen del cilindro que se utilizó, sus medidas son de H (altura)=20 D (diámetro)=10, después de tener el volumen se distribuyeron los porcentajes de cada uno de los materiales a utilizar, la resina al 21%, calcita 29%, cero fino 25%, cero grueso al 25%, poliestireno cristal; este fue sustituido tomando como 100% el 25% del cero fino, la sustitución fue de: 25%,50%,75% y 100%; el poliestireno cristal se intercaló con el cero fino, se sustituyó totalmente en una prueba que fue la del 100% poliestireno cristal y 0% de cero fino, también se elaboró una muestra de concreto polimérico para la comparación en las pruebas de compresión, el mejor resultado con sustitución fue el de 25% plástico que es 445.18 kg/cm², la muestra de concreto polimérico dio como resultado 507.06 kg/cm², la muestra en la que se sustituyó a un 100% el poliestireno cristal dio como resultado 15.28 kg/cm². Posteriormente se elaboraron diversos bocetos de diseños de bancas y se eligió uno después de un proceso de selección, de este se elaboró un modelo, planos de material y acotado y renders con vistas de la banca y factor humano.

Con los resultados obtenidos se observa que al sustituir en menor porcentaje el plástico la resistencia del material será mayor, esto se observó en la sustitución de 50 a 25% como lo muestra la gráfica la resistencia aumenta y se genera una mínima diferencia en las pruebas de resistencia en comparación con la prueba de concreto polimérico industrial.

ABSTRACT

TITLE: Outdoor bench made of polymer concrete.

AUTHOR: Zury Jaret Juarez Cayetano.

DIRECTOR (A): Dra. Laura Patricia Rivas Vázquez.

KEY WORDS: Plastic waste, polymer concrete, replacement.

In recent years, various ways have been sought to reuse materials that are harmful to the environment, for example, plastic, which takes years to degrade. The present work consists of the percentage substitution of crystal polystyrene in the mixture of polymer concrete, and with the material to elaborate an outdoor bench.

For the elaboration of the polymeric concrete was used polystyrene crystal of plastic waste, this was substituted when the mixture was elaborated in percentages; the percentage was taken with respect to the volume of the cylinder that was used, its measures are of H (height)=20 D (diameter)=10, after having the volume the percentages of each one of the materials to be used were distributed, the resin at 21%, calcite 29%, fine zero 25%, thick zero at 25%, polystyrene crystal; this was substituted taking as 100% the 25% of the fine zero, the substitution was of: 25%,50%,75% and 100%; the crystal polystyrene was interspersed with the fine zero, it was totally substituted in a test which was 100% crystal polystyrene and 0% of fine zero, also a sample of polymer concrete was made for comparison in compression tests, the best result with substitution was 25% plastic which is 445.18 kg/cm², the polymer concrete sample yielded a result of 507.06 kg/cm², the sample with 100% substitution of polystyrene crystal yielded a result of 15.28 kg/cm². Subsequently, several sketches of bench designs were made and one was chosen after a selection process, from which a model, plans material and dimensioned and renderings were made with views of the bench and human factor.

With the results obtained it is observed that by substituting a lower percentage of plastic the resistance of the material will be higher, this was observed in the substitution of 50 to 25% as shown in the graph, the resistance increases and a minimal difference is generated in the resistance tests compared to the industrial polymer concrete test.

ÍNDICE

CAPITULO I	1
DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
I. 1) ANTECEDENTES	1
I. 2) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
I. 3) HIPÓTESIS	3
I. 4) OBJETIVOS.....	3
4.1.) Objetivo general.....	3
4.2.) Objetivo específico	3
CAPITULO II	4
MARCO TEÓRICO.....	4
II. 1) Características del concreto polimérico.....	4
II. 2) Rellenos o agregados	4
II. 3) Aplicaciones del concreto polimérico.....	5
II.3.2) Primeras técnicas de reciclaje como agregado del concreto polimérico.	7
II. 4) Resinas	7
II. 5) Generalidades sobre el poliestireno cristal	8
II. 5.1) Características y propiedades	8
II. 5.2) Usos del poliestireno cristal.....	9
II. 5.3) Usos del poliestireno en el diseño industrial	9
CAPITULO III	10
ELABORACIÓN DE MATERIAL Y RESULTADOS.....	10
III. 1.) Desarrollo experimental del concreto con agregado plástico.....	10
III. 1.1) Procedimiento de la elaboración de cilindros.	14
CAPITULO IV.....	18
CARACTERIZACION DE MUESTRAS	18
IV. 1) Ensayos de compresión.	18
IV. 1.1) Resistencia máxima	21
IV. 1.2) Ensayos de conductividad térmica.....	23
IV 1.3) Pruebas de Permeabilidad.	25
IV 1.4. Macroestructura	28

CAPITULO V.....	29
DESARROLLO DE LA BANCA	29
V. 1) Diseño de la banca empleando concreto polimérico.....	29
V. 1.1) Bocetos	29
V. 2) Modelo a escala de la banca y planos.....	40
.....	45
.....	45
.....	45
.....	45
.....	45
V. 3) Renders del molde de la banca.....	49
V. 3.1) Molde del modelo	49
CONCLUSIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cilindro para pruebas.....	15
Figura 2. Agregado del material liquido.....	15
Figura 3. Agregado del material seco.....	15
Figura 4. Mezcla de los materiales con taladro Dewalt.....	15
Figura 5. Vaciado.....	15
Figura 6. Vibrado.....	15
Figura 7. Resultado.....	15
Figura 8. Resina.....	16
Figura 9. Poliestireno cristal.....	16
Figura 10. Cilindro de prueba p1.....	16
Figura 11. Cilindro de prueba p2.....	17

Figura 12. Vaciado.....	17
Figura 13. Resultados.....	17
Figura 14. Polimerización.....	17
Figura 15. Polimerización y muestras.....	18
Figura 16. Concreto polimérico.....	18
Figura 17. Muestras de H:1cm x A:5cm	18
Figura 18. Prensa eléctrica marca DAVISA con una capacidad de 120 ton	21
Figura 19. Cabeceo con Azufre	21
Figura 20. Cabeceo.....	21
Figura 21. Cilindros de prueba	22
Figura 22. Resistencia máxima a la compresión	23
Figura 23. Conductividad térmica, p1.....	26
Figura 24. Cinco muestras en agua por 24 horas	27
Figura 25. Porcentaje de absorción de agua.....	28
Figura 26. Concreto Polimérico	29
Figura 27. Muestra 1.....	29
Figura 28. Muestra 2.....	29
Figura 29. Muestra 3.....	29
Figura 30. Muestra 4.....	29
Figura 31. Piezas de la banca.....	42
Figura 32. Medición de piezas en papel batería	42
Figura 33. Corte de piezas de la banca	43
Figura 34. Piezas de la banca	43
Figura 35. Piezas de la banca terminada	43
Figura 36. Todas las piezas de la banca	43
Figura 37. Piezas de la banca pegadas con pegamento blanco	43
Figura 38. Piezas de la banca pegadas con pegamento blanco	44
Figura 39. Banca pegada con pegamento blanco	44
Figura 40. Banca pegada con pegamento blanco y con refuerzos	44

Figura 41. Banca pegada con pegamento blanco y con refuerzos	44
Figura 42. Banca pegada con pegamento blanco	44
Figura 43. Aplicación de plaster parte inferior	45
Figura 44. Aplicación de plaster parte posterior	45
Figura 45. Aplicación de plaster y lijada de plaste parte lateral y frontal	45
Figura 46. Aplicación de plaster lijada de plaste plaster posterior	45
Figura 47. Aplicación de plaster y lijada de plaste parte inferior	46
Figura 48. Aplicación de plaster y lijada de plaster parte frontal	46
Figura 49. Lijada aplicando lija 400 y 600 parte frontal	46
Figura 50. Lijada aplicando lija 400 y 600 parte inferior de la banca	46
Figura 51. Modelo terminado lateral	46
Figura 52. Modelo terminado	46
Figura 53. Modelo terminado frontal	46
Figura 54. Corrección de medidas	47
Figura 55. Medidas corregidas	47
Figura 56. Render desde inventor	50
Figura 57. Molde vista frontal	51
Figura 58. Molde piezas VL	51
Figura 59. Molde piezas VS	51
Figura 60. Molde VL izquierdo	51
Figura 61. Molde VL derecho	51
Figura 62. Molde vista posterior	51
Figura 63. Tapas laterales del molde	52
Figura 64. Tapa lateral y molde	52
Figura 65. Molde del asiento y patas VS	52
Figura 66. Molde del asiento y patas V posterior	52
Figura 67. Molde del asiento dos piezas juntas VS	52
Figura 68. Molde respaldo VS	52
Figura 69. Molde del asiento dos piezas juntas V inferior	53

Figura 70. Banca VF	53
Figura 71. Banca VS	53
Figura 72. Banca VL	54
Figura 73. Banca vista frontal superior	54
Figura 74. Banca VL	54
Figura 75. Banca vista con factor humano	60
Figura 76. Medidas de bancos de exterior	67
Figura 77. Medidas establecidas para la ergonomía de la banca al aire libre.....	70
Figura 78. Medidas para guía de espacios de discapacitados	71
Figura 79. Medidas para guía de la construcción de la banca SEDESOL 2021.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de plástico (poliestireno cristal) de 25%.....	12
Tabla 2. Porcentaje de plástico (poliestireno cristal) de 50%.....	12
Tabla 3. Porcentaje de plástico (poliestireno cristal) de 75%.....	13
Tabla 4. Porcentaje de plástico (poliestireno cristal) de 100%.....	13
Tabla 5. Volumen de material del concreto polimérico industrial.....	14
Tabla 6. Resultados de resistencia a la compresión de los cilindros.....	19
Tabla 7. Resistencia necesaria de una banca a base de concreto polimérico.....	20
Tabla 8. Resistencia, Eje X y Eje Y.....	23
Tabla 9. Estándares para la maquina QUICKLINE 10.....	25
Tabla 10. Conductividad térmica.....	25
Tabla 11. Porcentaje de permeabilidad.....	28

INDICE DE BOCETOS

Boceto 1. Basado en pieza de rompecabeza.....	30
Boceto 2. Basado en forma de una hoja.....	31
Boceto 3. Basado en formas de una hoja.....	32
Boceto 4. Basado en figuras geométricas.....	33
Boceto 5. Basado en figuras geométricas.....	34
Boceto 6. Basado en figuras geométricas.....	35
Boceto 7. Basado en pieza de rompecabeza.....	36
Boceto 8. Basado en figuras geométricas.....	37
Boceto 9. Basado en figuras geométricas.....	38
Boceto 10. Basado en el boceto 8.....	40
Boceto 11. Basado en el boceto 8.....	40
Boceto 12. Basado en el boceto 2.....	41

CAPITULO I.

DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

I. 1) ANTECEDENTES

Se cree que el concreto ha existido durante muchos siglos, sin embargo, antes de cristo, los romanos utilizaban una especie de cemento, llamado puzolana, el cual estaba hecho de ceniza arenosa volcánica proveniente del monte Vesubio. Este material al mezclarse con cal viva, arena, grava y agua formaba una sustancia rocosa que fue utilizada en construcción. Este concreto tenía una elevada resistencia y se puede ver actualmente en las construcciones que todavía siguen en pie, por ejemplo, el Panteón de los dioses romanos que fue terminado de construir en el año 126 de nuestra era.

Esta técnica de construcción fue perdiendo su popularidad en la Edad Media, pero en los siglos XVIII y XIX volvió surgir, de igual manera en el año de 1796 en Europa se descubrió un nuevo cemento el cual fue llamado cemento romano y este fue explotado durante varias décadas (Jack C y Russell H., julio 2011).

En el año de 1824 el concreto tuvo un gran adelanto este fue hecho por Joseph Aspdin, quien fuese el creador del cemento Portland, este cemento fue hecho con arcilla y piedra caliza que pulverizó y quemó para obtener de la molienda un polvo fino este cemento llegó a Estados Unidos en 1868, pero se comenzó a elaborar hasta 1870. Pocos años después de la llegada del cemento Portland, llegó el cemento reforzado con varilla.

En los años cincuenta comenzaron a implementar plásticos principalmente en muebles, de 1960 y 1967 los primeros plásticos implementados fueron las fibras de vidrio y poliéster, en los últimos años se han llevado a cabo investigaciones sobre el uso de fibras como refuerzos para el concreto las que se utilizan principalmente son las fibras de vidrio, acero, plástico y otros materiales (Pohl, 2010).

Experimentos han demostrado que al agregar estas fibras en un 1 a 2% a concretos mejoran sus características (Noticreto, p84, 2007). Las cualidades que se observaron fueron de resistencia a la compresión su cambio al agregar fibras no es muy notable, pero resultan ser más firmes y tienen mayor resistencia al agrietamiento y al impacto, lo que reduce su fragilidad (Bernardi, et all, 2017).

I. 2) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las estructuras elaboradas a base de concreto polimérico que se manejan en las industrias son realmente buenas, pero en los últimos tiempos ha sido posible mejorar su desempeño y resistencia física utilizando agregados a base de diversos polímeros. Uno de los problemas que se ha tenido es que el costo de los polímeros supera por mucho al concreto común, y esto hace que el concreto polimérico no se pueda usar en gran volumen. El costo del material polimérico disminuiría si el polímero que se utiliza fuera reciclado y se pudiera conseguir en cualquier lugar como los plásticos, ya sean termoplásticos o termofijos. Esto ayudando también con el exceso de plásticos que existe en las calles como desechos inorgánicos. Uno de los problemas que se pretendería conocer es si las muestras a elaborar con concreto polimérico a base de desechos plásticos como parte de la carga, tienen la resistencia necesaria para una estructura de volumen medio como lo es una banca para exterior.

I. 3) HIPÓTESIS

- Las características del concreto polimérico a base de desechos plásticos serán similares a las del concreto polimérico industrial.

I. 4) OBJETIVOS

4.1.) Objetivo general

- Demostrar la posibilidad del uso de concreto polimérico en el área de construcción.

4.2.) Objetivo específico

- Utilizar polímeros obtenidos al reutilizar plásticos de desecho
- Comparación de la resistencia y durabilidad entre el concreto polimérico y el concreto polimérico a base de desechos plásticos.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

II. 1) Características del concreto polimérico

El concreto polimérico se encuentra constituido principalmente de resinas líquidas, cada resina cuenta con un catalizador, así mismo se utilizan rellenos como pueden ser el calcio molido y harina de sílice, igualmente se incluyen agregados finos y gruesos, también se incluye el monómero o polímero, en la presente tesis se utilizó el poliestireno cristal como agregado.

El concreto se puede lograr controlar estableciendo apropiadamente el tipo de catalizador, puesto que la humedad puede concentrarse y tener consecuencias perjudiciales sobre las reacciones de polimerización de las resinas y con ello se reducen las posibilidades de unión entre la mayoría de los ligantes poliméricos, rellenos o agregados.

El curado del concreto puede ser a temperatura ambiente, aplicando calor o combinando ambas formas temperatura aplicando calor (Armando P., et all, 2010).

II. 2) Rellenos o agregados

En el concreto polimérico se requiere el uso de agregados con alta resistencia, el proceso de fabricación de concreto polímero se divide en dos tipos: sistemas de aplicación prefabricados y concreto moldeado in situ (vaciado). Esto con el fin de reducir el costo del concreto polímero y optimizar su resistencia, durabilidad y

otras propiedades, para evitar desperdicios es necesario conocer las proporciones de mezcla de las resinas líquidas y agregados (Ohama, 2008).

II. 3) Aplicaciones del concreto polimérico

Este material se comenzó a utilizar en un principio únicamente como material de parcheo para reparar construcciones, después se empezaron a elaborar productos prefabricados, esto inició en Europa, se elaborando estructuras de máquina-herramienta, paneles de construcción, cajas de utilidad y cajas de conexiones subterráneas, el concreto polimérico es más utilizado en Alemania y Suiza (A. Aguado., 1987).

Ejemplo:

- Drenaje para pluviales
- Ventilación inferior
- Bancadas
- Zócalos
- Sistemas de protección antiderrame de productos químicos
- Protección a estructuras de concreto
- Drenaje

Algunas de las aplicaciones de concreto polimérico en Estados Unidos son:

a) Aplicaciones prefabricadas:

- Aplicaciones de transporte como cruces de ferrocarril, vías de ferrocarril, barreras medianas, paneles estructurales y de construcción, tuberías de alcantarillado, bóvedas de equipamiento, canales de drenaje, baldosas, ladrillos, revestimientos resistentes a la corrosión y pequeñas estructuras de control de flujo de agua, peldaños de escalera y narices,

estructuras de soporte no conductoras, no magnéticas para instalaciones eléctricas, equipo estructuras de pozo y calzas, componentes para la industria de la alimentación animal, paneles murales pre-aislados a gran escala para edificios segmentarios, construcción de aislantes eléctricos, bases de máquina-herramienta.

b) Aplicaciones in situ (concreto por vaciado o vertido):

- Materiales de parcheo para estructuras de hormigón armado.
- Superposiciones para estructuras de hormigón armado en la industria del transporte (Steinberg Meyer, 1973).

Concreto polimérico en México son:

El concreto polimérico en México se comenzó a elaborar en el año 2009 ya que existía mucha demanda por productos prefabricados de alta resistencia mecánica, pero con buenos acabados y colores. Se inicio con la fabricación de paneles para fachadas de importantes edificios, en los últimos años se utiliza para elaborar paneles termo acústicos prefabricados (Centrifugados mexicanos, 2020).

- Instalaciones de Alumbrado Público
- Instalaciones de Baja y Media Tensión
- Instalaciones de Fibra óptica para la SCT
- Instalaciones de Comunicaciones
- Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias
- Mobiliario Urbano
- Guías de Señalización
- Postes de Fibra de Vidrio
- Tapas de Estratificado Polimérico

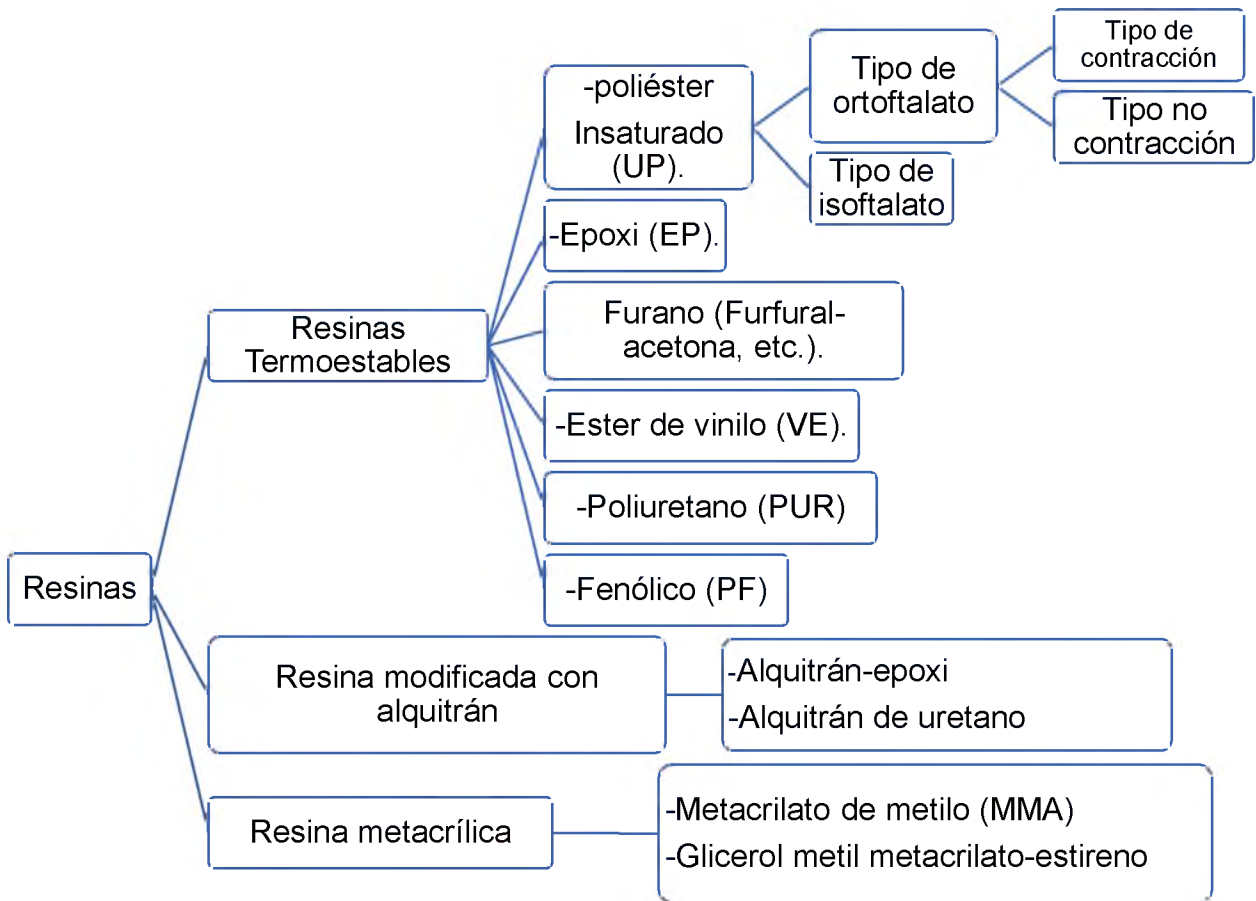
II.3.2) Primeras técnicas de reciclaje como agregado del concreto polimérico.

En los últimos años la sociedad ha contribuido a que la industria busque la manera de reutilizar el material de desperdicio, esta medida se toma por el efecto social de ayuda al medio ambiente es por ello que el concreto polimérico surgió, este está constituido por fases: la primera es el aglomerante polimérico, los agregados, la reciclabilidad, y la reutilización de los residuos industriales como el polímero (Ohama, 2008).

II. 4) Resinas

En el concreto polimérico se utilizan resinas líquidas como aglutinantes y métodos de curado, algunas de las resinas que se emplean con más frecuencia son las resinas de poliéster insaturado (es decir, sistema de poliéster – estireno), resinas de metacrilato, resinas epóxicas; las resinas como tal no pueden endurecer y es por ello que cada una debe contar con su propio catalizador, el cual es adicionado a la resina cuando ya se tienen mezclados los agregados para el concreto polimérico, en el siguiente esquema se muestra la clasificación de resinas para concreto polimérico (Ohama, 2008).

Clasificación de resinas líquidas para concreto polimérico.



Fuente: Yoshihiko Ohama, (1997)

II. 5) Generalidades sobre el poliestireno cristal

II. 5.1) Características y propiedades

El poliestireno cristal es amorfo, es decir que este es claro, incoloro y puede llegar a tener diversas formas. Este material presenta como una de sus propiedades una excelente óptica, junto con una buena rigidez y buena resistencia mecánica.

La temperatura a la cual este material puede ser moldeable es de 100°C, tiene una tasa de contracción de 0.4 a 0.7 %.

El poliestireno cristal es un material químicamente inerte (sin reacción química) y resistente al agua, con estas propiedades el material tiene ventajas en el uso de la electricidad, alimentación y otras aplicaciones, incluso en productos fabricados sujetos a esterilización.

El poliestireno cristal es un producto de la polimerización del estireno, este material es sólido, transparente, duro y frágil. Es un material vítreo por debajo de los 100°C y por encima de esta temperatura es fácilmente moldeable, si se desea mejorar su resistencia se puede añadir en la polimerización hasta un 14% de polibutadieno que es un tipo de caucho, el resultado de la mezcla de estos es un poliestireno de alto impacto (abc-pack, enciclopedia el-poliestireno, 2020).

II. 5.2) Usos del poliestireno cristal

Algunas de las aplicaciones pueden ser como aislante y resistencia al aplastamiento (copas, embalajes y aislamiento doméstico, es decir paredes), hay algunos que se utilizan en edificios y construcción.

Algunas otras aplicaciones son en el moldeo por inyección son: las TV., las impresoras, puertas o interiores del refrigerador, entre otras similares.

El poliestireno cristal se utiliza también en moldeo por inyección, pero a diferencia de los otros este es transparente, algunos ejemplos de su aplicación son: los CD, ganchos de ropa, cajas de huevo, entre otras aplicaciones (abc-pack, enciclopedia el-poliestireno, 2020).

II. 5.3) Usos del poliestireno en el diseño industrial

Los primeros usos del poliestireno cristal en el área industrial se dieron por BASF en Alemania en el año de 1930, desde ese año se han ido mejorando las propiedades este polímero.

Uno de los principales usos del poliestireno cristal es la fabricación de envases mediante extrusión- termoformado mediante el moldeo por inyección, (abc-pack, enciclopedia el-poliestireno, 2020).

Algunas especificaciones de calidad que debe cumplir el poliestireno cristal según la norma mexicana NMX-E117-1983 (Gloria Marbán, 2015).

son:

- Aplicación es en partes de refrigerador.
- Empaques moldeados.
- Empaques formados al vacío, (vasos higiénicos, charolas, etc.).
- Gabinetes de radio y televisión difusores de luz fluorescentes.
- Vasos para bebidas frías o calientes.
- Partes eléctricas.
- Juguetes.
- Accesorios para el hogar.
- Bolígrafos y otros.

CAPITULO III

ELABORACIÓN DE MATERIAL Y RESULTADOS

III. 1.) Desarrollo experimental del concreto con agregado plástico.

En la parte experimental se desarrollaron diferentes mezclas para elaborar concreto polimérico como se muestra en las tablas 1-5. La elaboración de concreto polimérico se llevó a cabo utilizando diversos materiales como cero fino, cero grueso, calcita y resina poliéster. El catalizador empleado para la resina poliéster fue peróxido de metil etil cetona. El polímero que se empleó como sustitución porcentual del cero fino es poliestireno cristal (GPPS) el cual fue molido previamente en la empresa Genbrugger, México.

Se elaboraron cinco pruebas con un cilindro de diámetro $D=10$ cm y altura $H= 20$ cm. Se procedió a calcular el volumen del cilindro utilizando la siguiente fórmula $V= \pi.r^2.h.2.2$ con resultado de 3455.75 cm^3 .

Se catalizaron las pruebas al 1%, peróxido de metil etil cetona que su peso fue de 7.5 g.

El 25% del cero fino los 863.93 g se tomaron como el 100% para la sustitución del plástico.

Tabla 1. Porcentaje de plástico (poliestireno cristal) de 25%.

Prueba 3

Volumen	100%	3455.75 cm ³
Resina	21%	725.70 g
Calcita	29%	1,002.16 g
Cero fino	18.7%	647.9 g
Cero grueso	25%	863.93 g
Plástico (poliestireno cristal)	6.3%	215.9 g

Tabla 2. Porcentaje de plástico (poliestireno cristal) de 50%.

Prueba 1

Volumen	100%	3455.75 cm ³
Resina	21%	725.70 g
Calcita	29%	1,002.16 g
Cero fino	12.5%	432 g
Cero grueso	25%	863.93 g
Plástico (poliestireno cristal)	12.5%	432 g

Prueba 4

Volumen	100%	3455.75 cm ³
Resina	21%	725.70 g
Calcita	29%	1,002.16 g
Cero fino	6.3%	215.9 g
Cero grueso	25%	863.93 g
Plástico (poliestireno cristal)	18.7%	647.9 g

Tabla 3. Porcentaje de plástico (poliestireno cristal) de 75%

Tabla 4. Porcentaje de plástico (poliestireno cristal) de 100%.

Prueba 2

Volumen	100%	3455.75 cm ³
Resina	21%	725.70 g
Calcita	29%	1,002.16 g
Cero fino	0	0
Cero grueso	25%	863.93 g
Plástico (poliestireno cristal)	25%	863.93 g

Tabla 5. Volumen de material del concreto polimérico industrial.

Prueba 5 (concreto polimérico)

Volumen	100%	3455.75 cm ³
Resina	21%	725.70 g
Calcita	29%	1,002.16 g
Cero fino	25%	863.93 g
Cero grueso	25%	863.93 g
Plástico (poliestireno cristal)	0	0

III. 1.1) Procedimiento de la elaboración de cilindros.

Antes de iniciar el procedimiento se realizaron los cálculos del volumen del cilindro con $D= 10\text{cm}$ y $H= 20\text{cm}$, esto para poder calcular las cantidades de material a utilizar.

Como primer paso se le colocó a los cilindros un desmoldante, en este caso fue cera, esta se le aplicó al cilindro con una estopa, luego se procedió a pesar las cantidades de calcita, resina, cero grueso, cero fino y plástico (poliestireno cristal) en caso de que lo llevara, una vez lista las cantidades se vertió en una cubeta la resina, después se procedió a agregar el cero grueso y se mezcló con un taladro marca DEWALT empleando una propela, posteriormente se continuó con el agregado del cero fino y se mezcló nuevamente, después se le agregó el plástico (poliestireno cristal) y se procedió a mezclar, una vez mezclados estos materiales en la cubeta se agregó la calcita, se mezcló, y se le agregaron las gotas de peróxido de metil etil cetona para la resina al 1% y una vez agregado el peróxido de metil etil cetona se mezcla perfectamente en el material, con el fin de que el peróxido de metil etil cetona se distribuya en toda la mezcla, una vez mezclado completamente se vierte en un molde cilíndrico, se espera a que el material catalice en aproximadamente 8 horas, al transcurrir este tiempo se retira del molde. Proceso ilustrado en las Figuras 1-7



Figura 1. Cilindros para Pruebas.



Figura 2. Agregado del material líquido.



Figura 3. Agregado del material seco.



Figura 4. Mezcla de los materiales con taladro Dewalt.



Figura 5. Vaciado



Figura 6. Vibrado



Figura 7. Resultado

Para elaborar muestras pequeñas, se le aplicó desmoldante a un vidrio y se cortaron de un tubo de PVC dos círculos de diámetro $D=6$ altura $H=1$, estas muestras se elaboraron para realizar las pruebas de densidad y conductividad térmica, en las Figuras 8 y 9 se muestran algunos de los materiales que se utilizaron.

- Cera cp-50
- Resina poliéster
- Calcita
- Cero grueso
- Cero fino
- Plástico



Figura 8. Resina



Figura 9.
Poliestireno cristal

Las pruebas que se elaboraron contienen plástico (poliestireno cristal), este fue agregado como sustitución del cero fino, tomando cantidades porcentuales o en su caso sustitución total de él.

La primera prueba se realizó con el 50% de plástico y 50% de cero fino, tomando como valor neto 863.93 gramos, que es el 25% del volumen total, este es de 3455.75 cm^3 . La mezcla obtuvo una consistencia espesa como lo muestra la figura 10, pero se podía verter en el cilindro.



Figura 10. Cilindro de prueba p1.

La segunda prueba se elaboró sustituyendo el cero fino por plástico, el 25% a la mezcla. En esta prueba el material adquirió una consistencia grumosa y muy difícil de maniobrar, prueba de ello está en las Figuras 11 y 12, al momento de colocar el catalizador no pudo aplicarse a todo el material.



Figura 11. Cilindro de prueba, p2.



Figura 12. Vaciado

La tercer prueba del 25%, obtenido del volumen del cilindro se dividió en 75% cero fino y 25% platico. Esta fue una de las pruebas que tuvo más similitudes con el concreto polimérico, su consistencia era semi líquida y fácil de verter los resultados de esta prueba se muestran las Figuras 13 y 14.



Figura 13. Resultado



Figura 14. Polimerización

La cuarta prueba fue de un 75% plástico y un 25% cero fino tomando únicamente el 25% del volumen total, esta mezcla se observó que si se reduce la cantidad de calcita la mezcla puede salir menos espesa, con las cantidades que se utilizaron de calcita y plástico la mezcla endureció muy rápido y no permitió que el peróxido de metil etil cetona cubriera todo el material.

La muestra cinco es un cilindro de concreto polimérico sin agregados plásticos, en las Figuras 15, 16 y 17 se observa cómo se elaboraron las muestras.



Figura 15. Polimerización y muestras



Figura 16. Concreto polimérico



Figura 17. Muestras de H:1cm x A:5cm.

CAPITULO IV

CARACTERIZACION DE MUESTRAS

IV. 1) Ensayos de compresión.

Se elaboraron ensayos de compresión con la prensa eléctrica marca DAVISA mostrada en la Figura 18 con una capacidad de 120 toneladas. Esta prensa eléctrica da únicamente los resultados de carga, ya teniendo esos resultados se calculó la resistencia a la compresión de cada una de las muestras, los resultados de cargas se muestran en la Tabla 6 y en la Tabla 7, en ella se compara la resistencia obtenida, con la resistencia necesaria de una banca a base de concreto polimérico según la norma UNE-EN 13369:2006.

Tabla 6. Resultados de resistencia a la compresión de los cilindros.

Plástico %	N° de prueba	Altura cm	Diámetro cm	Carga en Ton	Carga en Kg	Esfuerzo kg/cm ²
0	5 (CP)	19.4	10	39.82	39,820	507.06
25	3	20.1	10	34.95	34,960	445.180
50	1	19.7	10	29.42	29,420	374.63
75	4	19.8	10	19.24	19,240	245.001
100	2	20	10	1.20	1200	15.28

Tabla 7. Resistencia necesaria de una banca a base de concreto polimérico

Plástico %	Carga en ton.	Carga en Kg	Esfuerzo Kg/cm²	Descripción del material
0 CP.	39.82	39,820	507.06	Textura: lisa Maleabilidad: muy buena
25	34.95	34,960	445.180	Textura: lisa Maleabilidad: muy buena
50	29.42	29,420	374.63	Textura: rugosa con varios poros Maleabilidad: regular
75	19.24	19,240	245.001	Textura: rugosa con muchos poros Maleabilidad: mala
100	1.20	1200	15.28	Textura: chiclosa Maleabilidad: mala
Banca de concreto polimérico	3.0591	3059.15	38.95	

(Prefabricados Rosavi 2014).

Para elaborar los ensayos, a cada uno de los cilindros se les colocó en las dos caras superior e inferior azufre, esto con el fin de hacer las caras paralelas y planas, a este método se le llama cabeceo, para colocarles el compuesto químico de azufre se necesita de una parrilla, esta se coloca en la campana para que el olor del azufre no se extienda en el área, posteriormente se coloca en una base de

metal, se coloca el cilindro, se vierte el azufre líquido, y así con todas las demás pruebas como se muestra en las Figuras 19 y 20.



Figura 18. Prensa eléctrica marca DAVISA con una capacidad de 120 toneladas



Figura 19. Cabeceo con Azufre



Figura 20. Cabeceo

Fórmulas utilizadas:

$$\text{Área: } A = \pi r^2 : A = \pi(5\text{cm})^2 = 78.54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo: } \sigma = \frac{p}{A} \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

Se tomó como base para los análisis físicos la prueba 5, que es la de concreto polimérico industrial, con 0% plástico este dio como resultado 39.82 toneladas, la prueba que más se acercó al concreto polimérico fue la p3, con un porcentaje de plástico (poliestireno cristal) del 25% (6.3%) y una carga de 34.95 toneladas, las muestras después de aplicar la carga se pueden observar en la Figura 21.



Figura 21. Cilindros de prueba

Observaciones:

La muestra 2 tuvo problemas en la prueba de compresión, esta únicamente se deforma, ya que al elaborarla se utilizó un 25% de plástico, es decir un 100% como sustitución total del cemento fino, por lo tanto, se optó por detener la prensa eléctrica, porque no mostraba la carga máxima, y en la carga que se detuvo fue la que se tomó como su carga que fue 1.20 toneladas (esto es 1200kg).

IV. 1.1) Resistencia máxima

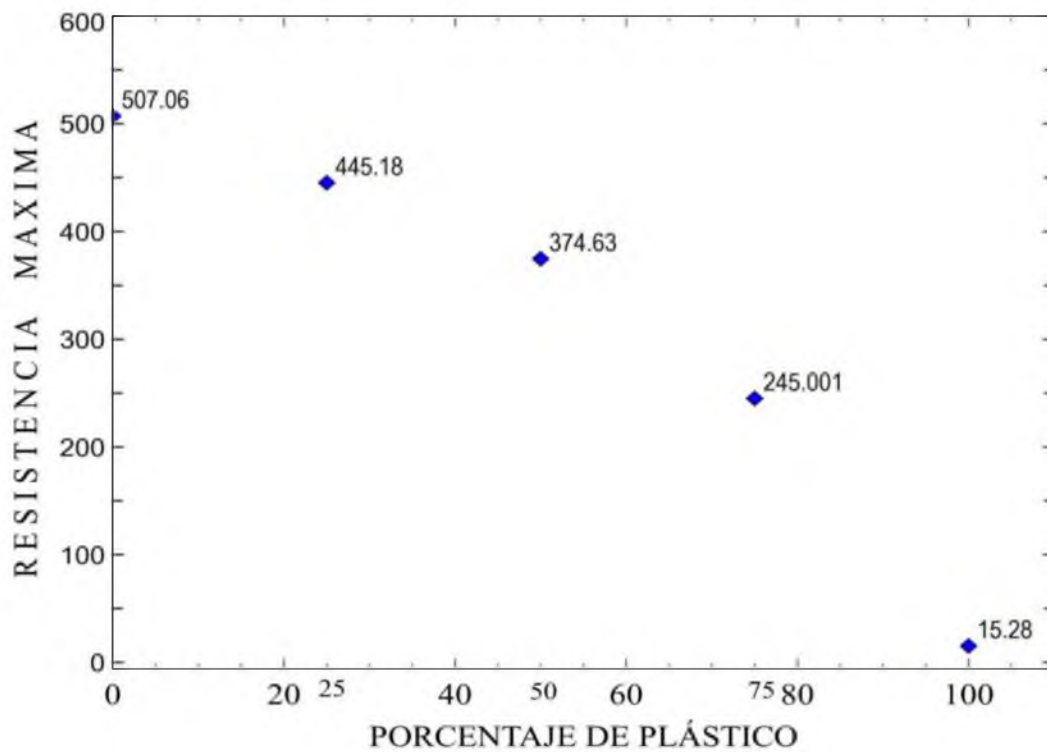
Para poder elaborar la gráfica de resistencia, fue necesario colocar la cantidad de plástico en el eje de las X y la resistencia que se obtuvo en el eje de las Y como se muestra en la Tabla 8, para ver cómo es que se mueve la curva de resistencia del material, tomando en cuenta que la que tiene 0 como porcentaje de plástico es el concreto polimérico industrial, de la cual se tomara como base la resistencia máxima esta es mostrada en la Figura 22.

Tabla 8. Resistencia, Eje X y Eje Y

Pruebas de resistencia

N° de prueba	(%) de plástico Eje X	Resistencia (kg/cm ²) Eje Y	Altura (cm)	Diámetro (cm)
CP	0	507.06	19.4	10
3	25	445.18	20	10
1	50	374.63	19.7	10
4	75	245.001	19.8	10
2	100	15.28	20	10

1.- Figura 22. Resistencia máxima a la compresión.



En esta gráfica se puede notar, como al aumentar el porcentaje de plástico reduce su resistencia el material, y al disminuirlo aumenta su resistencia.

IV. 1.2) Ensayos de conductividad térmica

Para poder elaborar los ensayos de conductividad se elaboraron unas muestras pequeñas de $D= 5\text{cm}$ y $H= 1\text{cm}$, este es un aproximado de las medidas ya que varían entre sí, primero la prensa eléctrica se calibró con unas muestras estándar mostradas en la Tabla 9, sus nombres, diámetro y espesor son:

- a) Plástico poliamida (vespel) con un diámetro externo de 50.8mm y un espesor de 3.175 mm.
- b) Acero inoxidable (stainless steel) con un diámetro externo de 50.8mm y un espesor de 6.35 mm.
- c) Plástico poliamida (vespel) con un diámetro externo de 50.8mm y un espesor de 6.35 mm.

Una vez ya colocadas, primeramente, se espera que el termómetro llegue a la temperatura indicada en este caso fue 10°C ; pero por condiciones climáticas solo bajo a 12°C , los resultados de la calibración con el equipo de conductividad térmica se encuentran en la Tabla 10 y en la Figura 23.

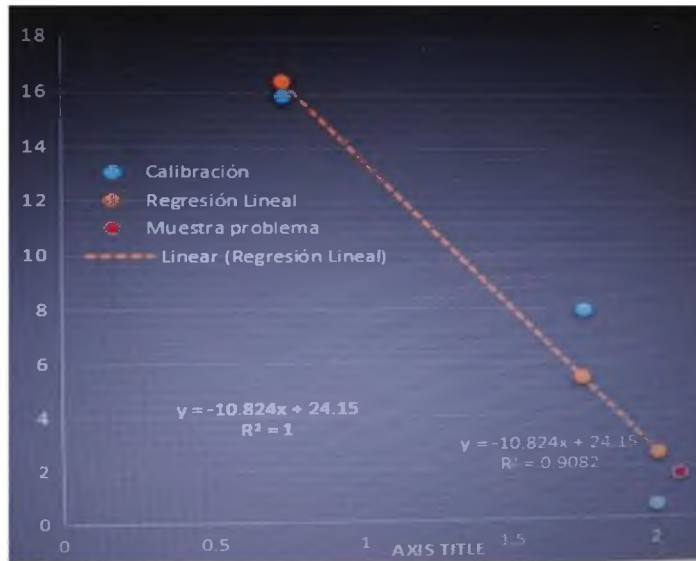
Tabla 9. Estándares para la maquina QUICKLINE 10

Nombre de muestra	Medida	Cantidad	
PLÁSTICO POLIAMIDA (VESPEL)	Voltaje más bajo	17.6 °C	V= 1.765
	Voltaje superior	37.4 °C	V= 1.483
	Voltaje de referencia		V= 1.249
	Voltaje del disipador de calor	13.2 °C	V= 1.827
ACERO INOXIDABLE (STATALESS STEEL)	Voltaje más bajo	23.4 °C	V= 1.682
	Voltaje superior	31.5 °C	V= 1.567
	Voltaje de referencia		V= 1.249
	Voltaje del disipador de calor	14.2 °C	V= 1.812
PLÁSTICO POLIAMIDA (VESPEL)	Voltaje más bajo	16.2 °C	V= 1.784
	Voltaje superior	31.1 °C	V= 1.459
	Voltaje de referencia		V= 1.249
	Voltaje del disipador de calor	13.0 °C	V= 1.830

Tabla 10. Conductividad térmica

Conductividad térmica (k)								
Porcentaje de plástico	Espesor	Temperatura			Voltaje			k (w/m.K)
		Bajo (Low)	Alto (Up)	voltaje del disipador de calor	Bajo (Low)	Alto (Up)	voltaje del disipador de calor	
CP	12.15mm	15.5	39.9	12.8	1.794	1.447	1.832	11.2162
P3: 25%	11.8 mm	15.8	39.8	12.9	1.79	1.448	1.831	8.1435
P1: 50%	10.7 mm	15.7	39.7	12.9	1.792	1.453	1.832	6.1619
P4: 75%	12.7 mm	15.7	39.7	12.9	1.792	1.451	1.832	8.6903
P2: 100%	12.9 mm	15.3	40.6	12.9	1.797	1.437	1.831	58.8005

Figura 23. Conductividad térmica, p1.



Grafica de regresión lineal de las pruebas de conductividad térmica.

IV 1.3) Pruebas de Permeabilidad.

La absorción de agua es una prueba que se hace al material para observar cuánta agua se le impregna según la norma ASTM D-570 e ISO 62, las cuales dicen que si le adhiere más del 1% de agua al material puede afectar a las propiedades mecánicas y eléctricas del polímero.

Las normas tienen 3 tipos de pruebas de absorción de agua:

- Después de 24 horas: las muestras se sumergen en agua destilada a 23°C por 24 horas
- Humedad de Saturación: las muestras se sumergen en agua hirviendo destilada hasta que las piezas llegan a un peso máximo.
- Humedad al Equilibrio: las muestras son expuestas a la humedad del ambiente usualmente por 24 horas a 23°C y una humedad relativa en el ambiente de un 50% (Gloria Marbán Vázquez., 6 de Septiembre de 2015).

Para elaborar la gráfica de absorción de agua de las muestras, fue necesario colocarlas en un recipiente con agua desionizada, en total fueron cinco muestras las que se colocaron, estas demoraron 24 horas sumergidas, como lo muestra la Figura 24, fueron retiradas y pesadas después de eso para poder obtener los resultados.

$$\text{Formula \%} = \frac{P_{\text{sat}} - P_{\text{seco}}}{P_{\text{seco}}} \times 100$$

En donde

P_{sat} = Peso del concreto polimérico saturado de agua

P_{seco} = Peso del concreto polimérico seco



Figura 24. Cinco muestras en agua por 24 horas.

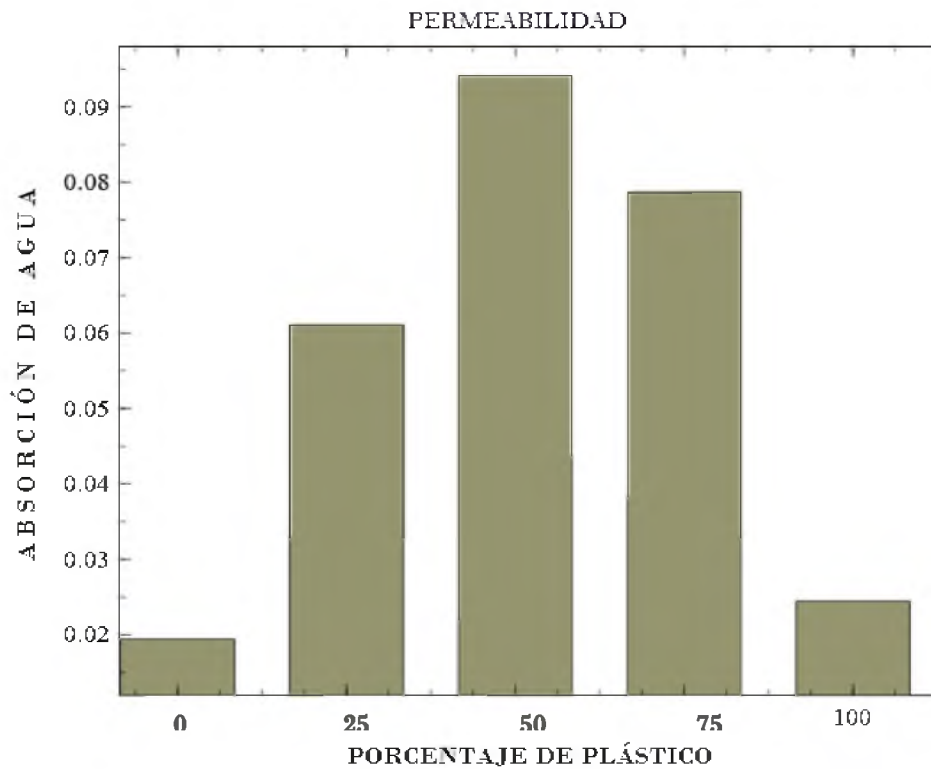
En la Tabla 11 podemos observar el % de absorción de agua de cada una de las muestras, estas están ordenadas conforme al % de plástico de cada una, en la Figura 25, se observa la curva de absorción conforme al % de plástico.

4.- Tabla 11. Porcentaje de permeabilidad.

Porcentaje de Absorción de las Muestras

N° de muestra	% de plástico	% de absorción	Peso seco (g)	Peso húmedo	Altura cm	Diámetro cm
CP	0%	0.01943	36.7864	36.9728 g	1.21	4.35
3	25	0.0611	34.1074	34.3160 g	1.18	4.4
1	50	0.0942	28.0757	28.3404 g	1.07	4.45
4	75	0.0787	35.0188	35.2944 g	1.27	4.46
2	100	0.0245	30.0034	30.7400 g	1.29	4.52

2.- Figura 25. Porcentaje de absorción de agua.



En la Figura 25 se puede observar una curva de crecimiento que va de la muestra de concreto polimérico con 0% plástico la cual tiene poca absorción de agua, en la muestra de 50% de plástico llega a su límite de absorción de agua y después baja, a llegar a la muestra con 100% sustitución de plástico la cual también absorbe poca cantidad de agua.

IV 1.4. Macroestructura

Las muestras de concreto polimérico se observaron en un estereoscopio marca Fisger Scientific education a 10X, en las figuras 26 a la 30 se muestran las macroestructuras obtenidas, en este se observaron algunas similitudes entre los agregados de plástico, en la muestra dos con una sustitución de plástico del 100%; es muy visible la separación y falta de compactación y adherencia del material, ya que el catalizador no logro llegar a todo el material por lo viscoso de este.



Figura 26. Concreto Polimérico.



Figura 27.
Muestra 1.



Figura 28.
Muestra 2.



Figura 29.
Muestra 3.



Figura 30.
Muestra 4.

CAPITULO V

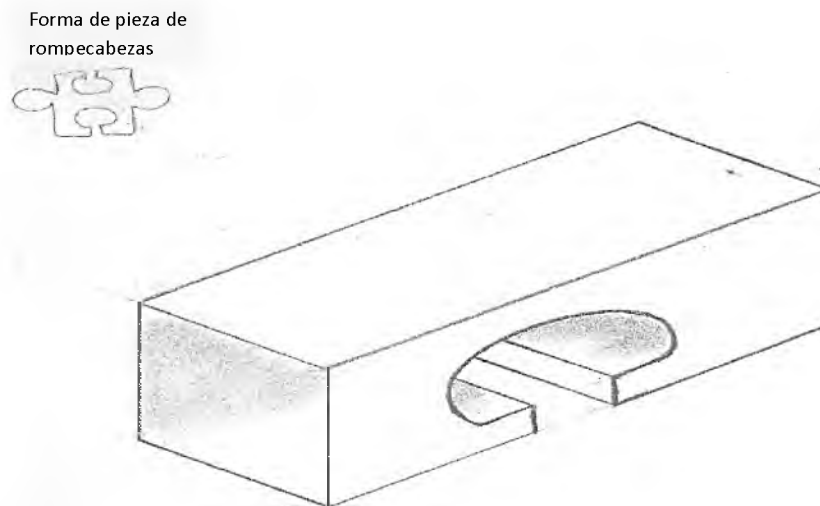
DESARROLLO DE LA BANCA

V. 1) Diseño de la banca empleando concreto polimérico.

V. 1.1) Bocetos

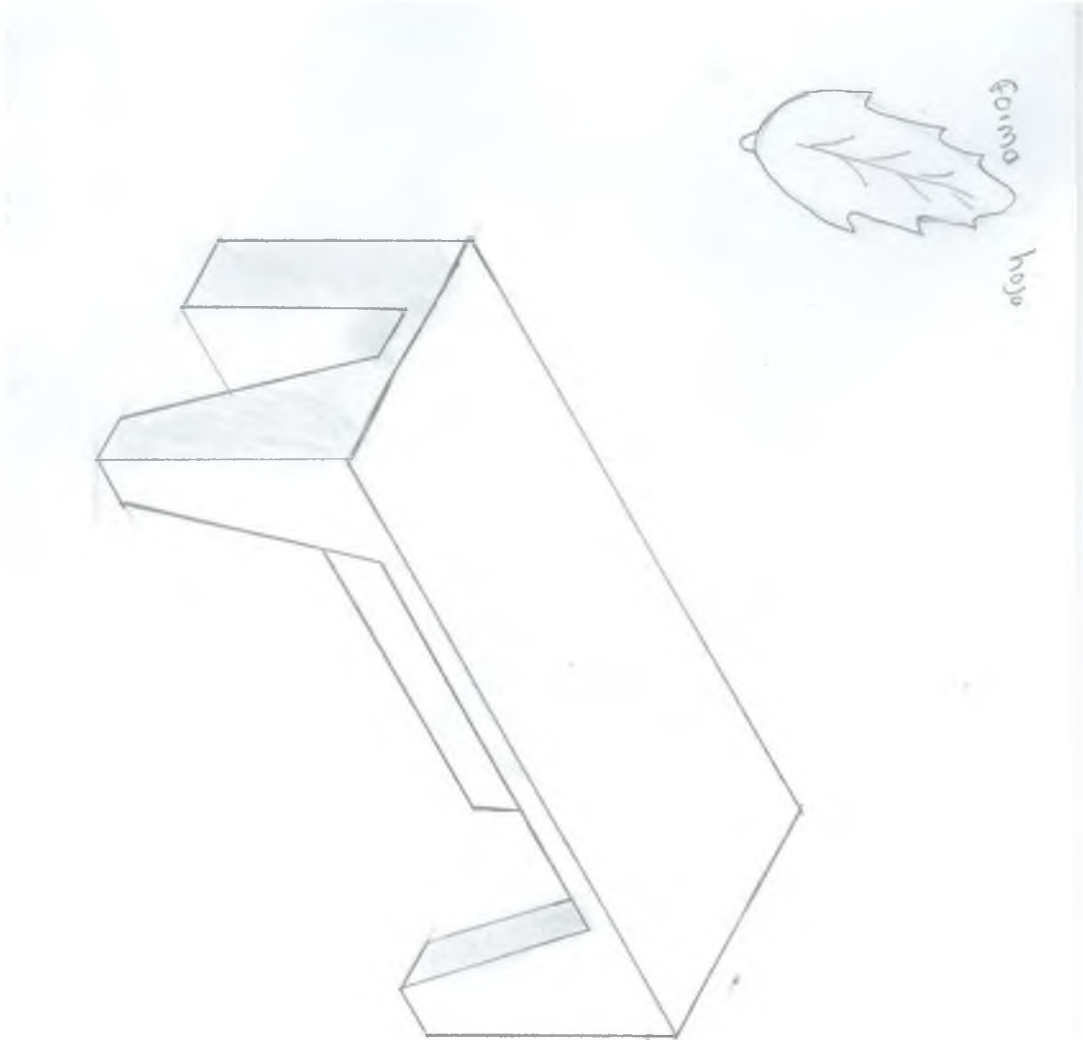
En el apartado siguiente, se verán diseños elaborados para la banca de concreto polimérico con agregados plásticos, se inició elaborando nueve bocetos; lo que se busca a la hora de diseñar la banca es que la forma sea una sola. Porque se elaborará un molde; el proceso será por vertido, es por ello que los principales objetos en los que me base fueron: una hoja de árbol Boceto 2, una pieza de rompecabezas Boceto 1 y 7, figuras geométricas Boceto 3 - 6, 8 y 9.

Boceto 1. Basado en pieza de rompecabeza.



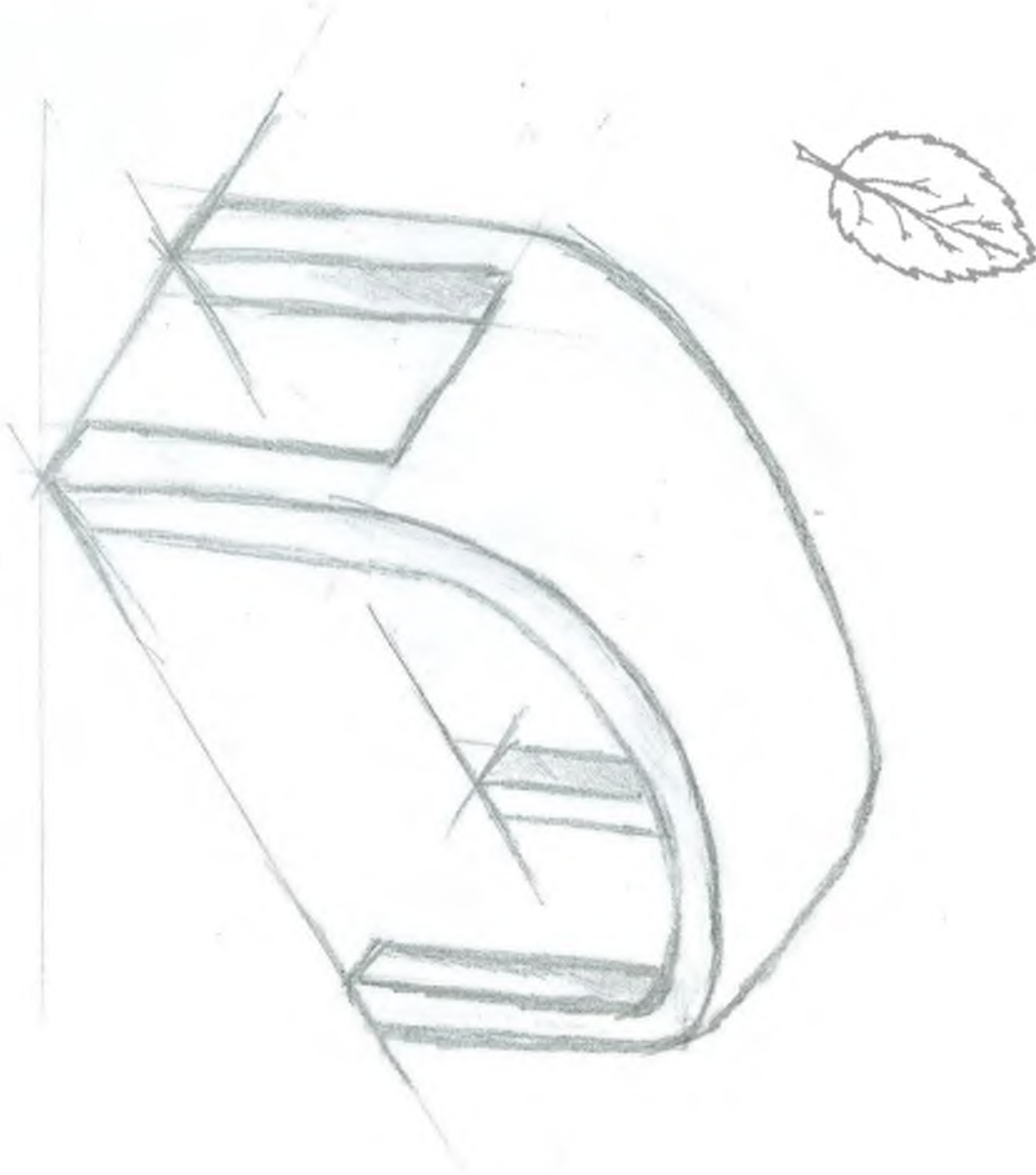
El primer boceto se basó en una pieza de rompecabezas, lo que se buscaba era una forma sólida, que fuera de una sola pieza para no demorar tanto en el desmolde.

Boceto 2. Basado en forma de una hoja.



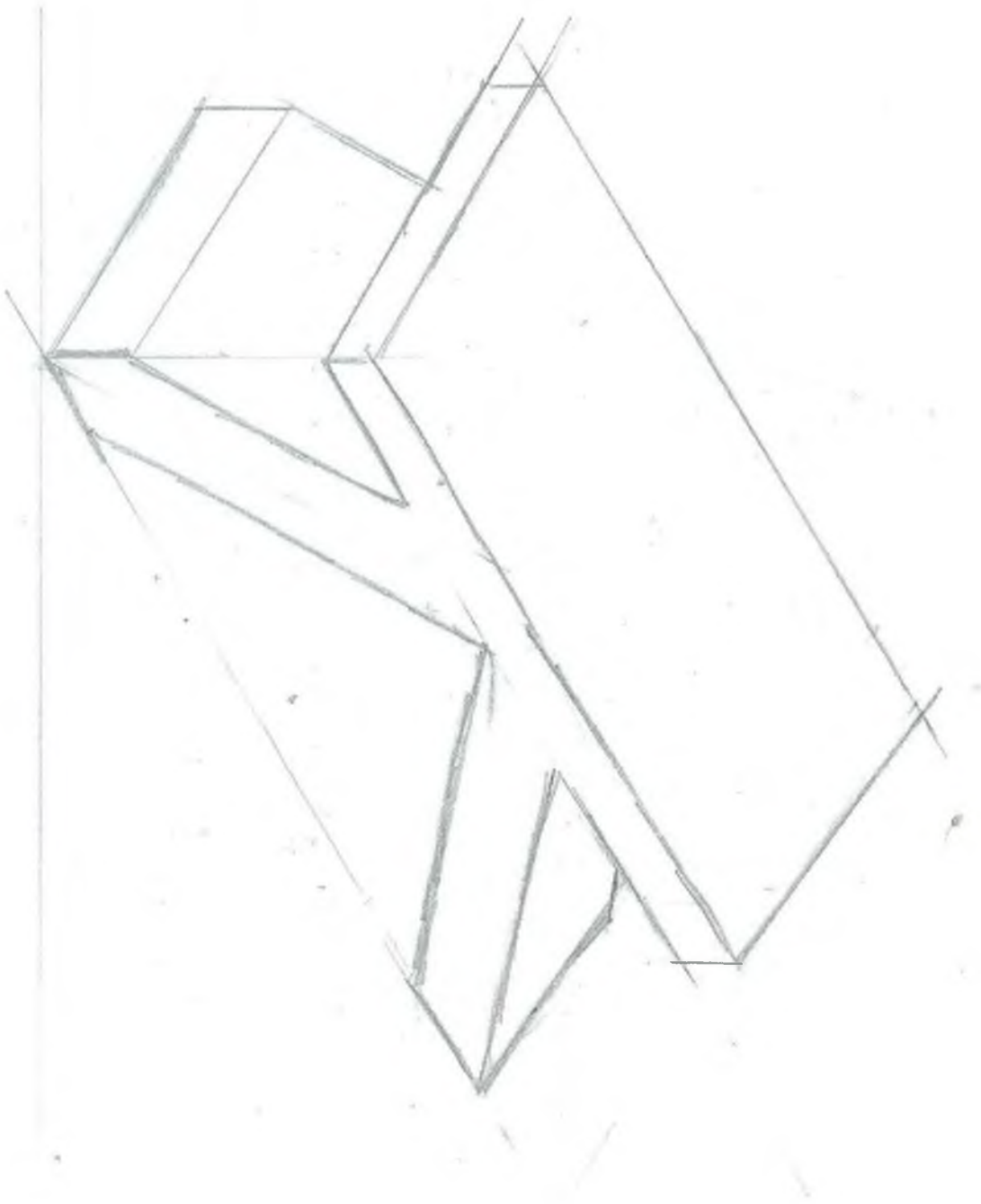
El diseño de esta banca está basado en una hoja, es uno de los diseños que se pueden desmoldar fácilmente y es pieza, se elaboraron varios bocetos con la misma idea de una hoja pero fue el que más se acercó a ser una pieza sólida de fácil desmolde.

Boceto 3. Basado en formas de una hoja.



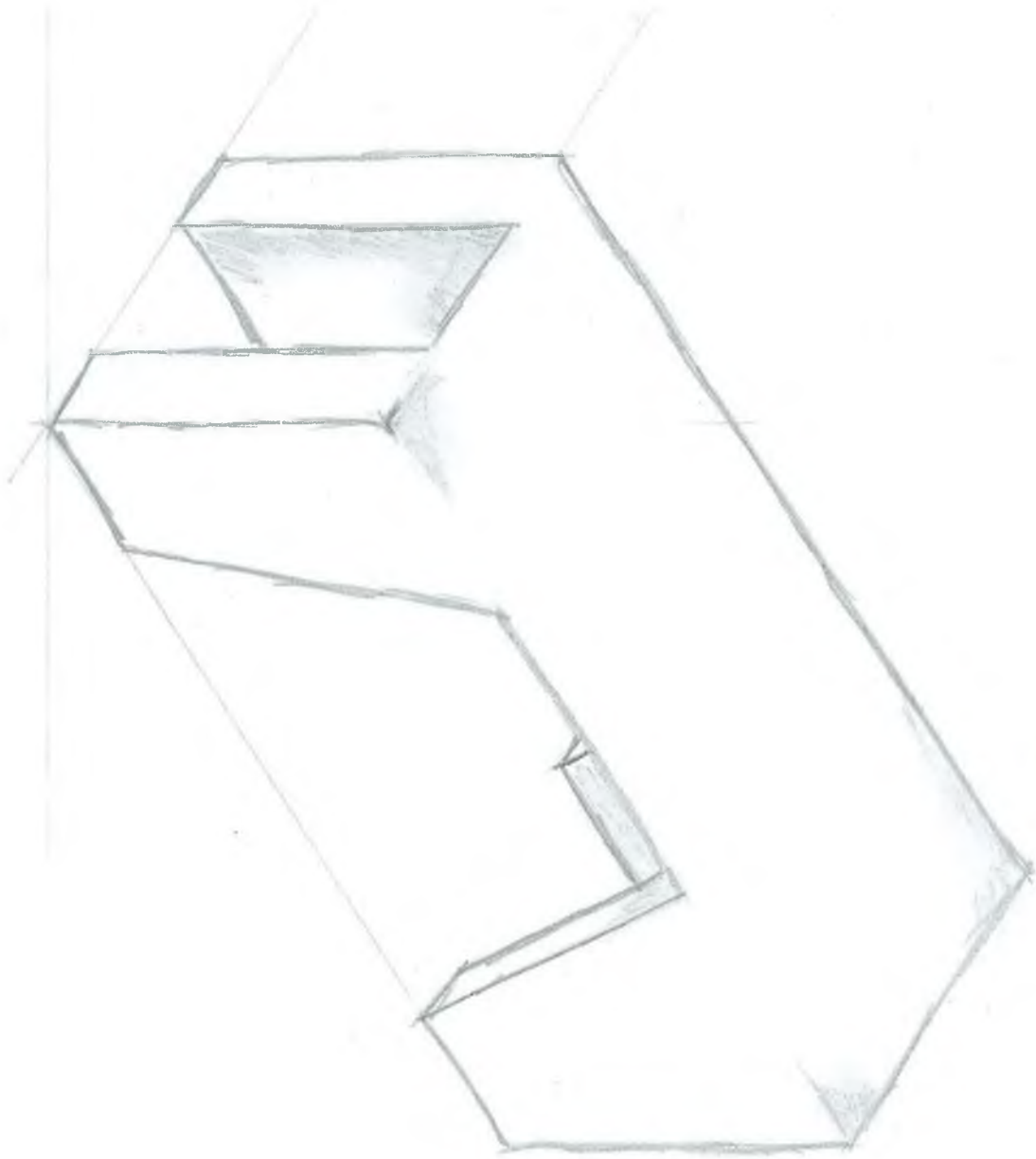
El diseño que se muestra fue elaborado a base de una hoja, fue uno de los primeros bocetos que se elaboraron, este representa principalmente una hoja ovada esta es un tanto alargada.

Boceto 4. Basado en figuras geométricas.



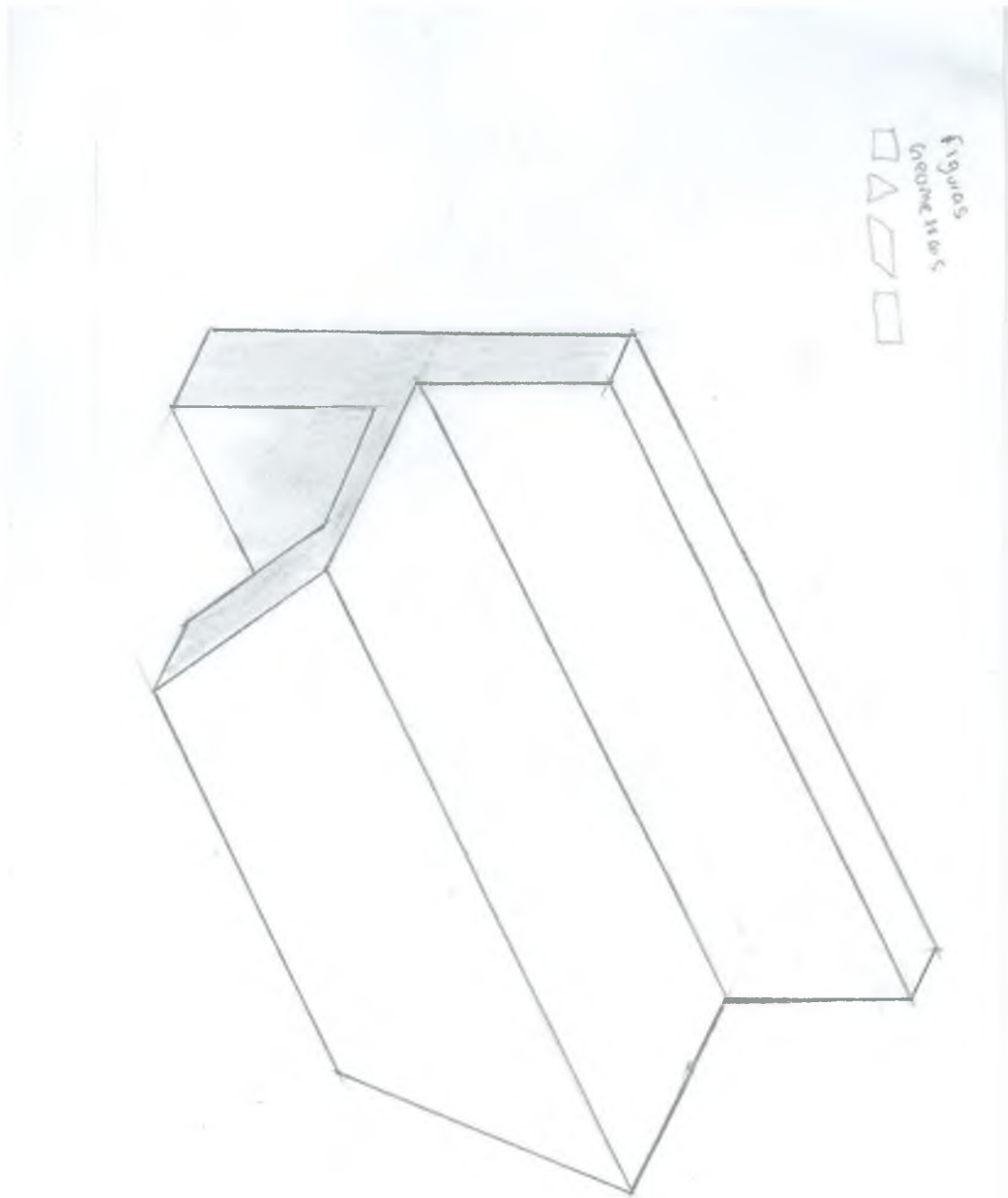
El diseño se basó en la combinación de figuras geométricas, para establecer una base sólida.

Boceto 5. Basado en figuras geométricas.



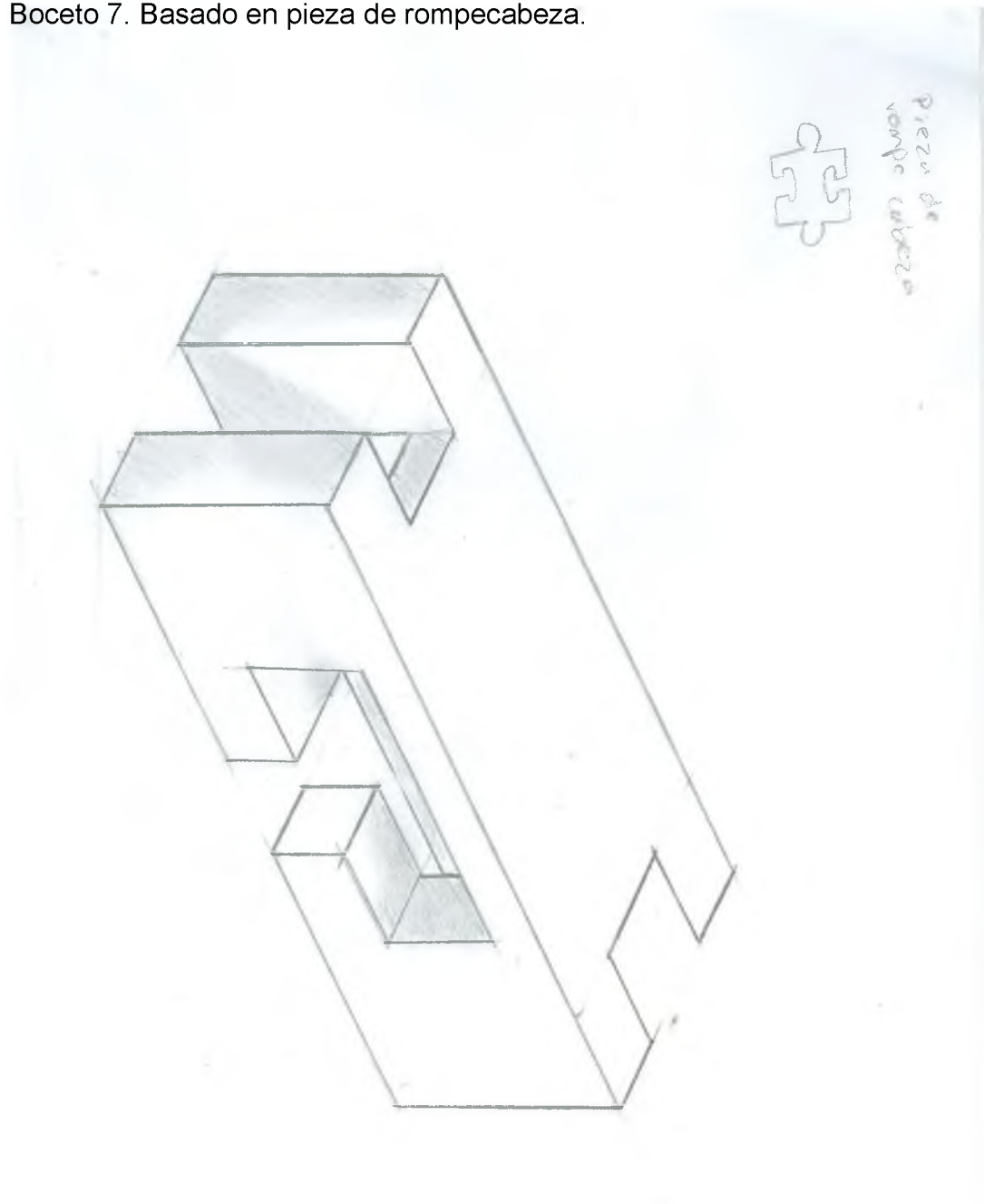
El diseño que se muestra, fue elaborado a base figuras geométricas combinadas entre sí para formar una sola pieza.

Boceto 6. Basado en figuras geométricas.



El diseño que se muestra, fue elaborado de figuras geométricas, aunque su diseño se denota un poco pesado, lo que se buscaba es que fuera una sola pieza y que tuviese comodidad.

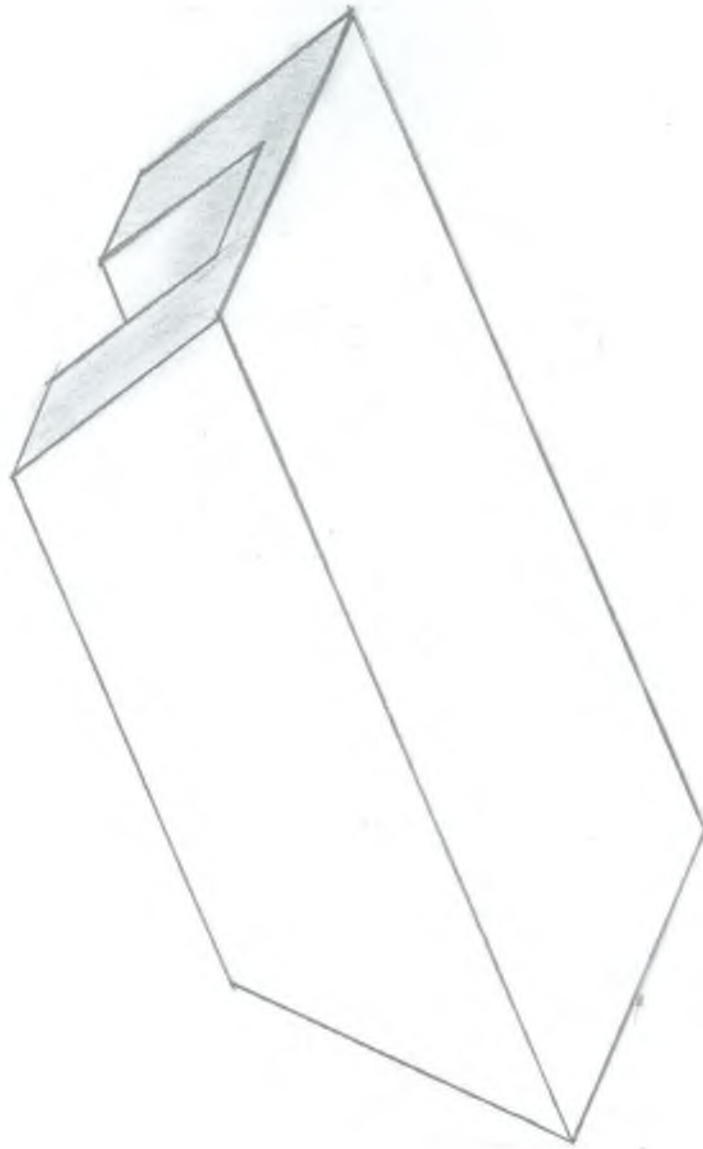
Boceto 7. Basado en pieza de rompecabeza.



El diseño que se muestra, fue elaborado a base de las piezas de un rompecabezas, este boceto fue el elegido, pero como el diseño se nota un poco cargado, pesado con las puntas; se rediseñara y modificaran ciertos aspectos de ella.

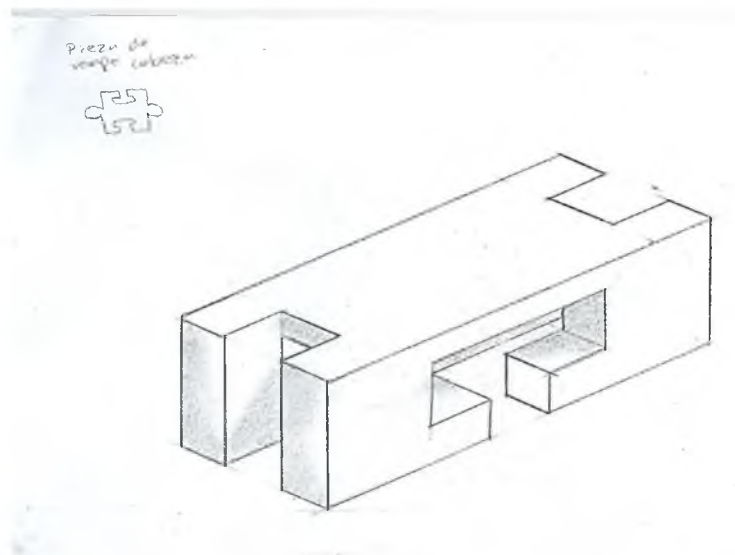
Boceto 9. Basado en figuras geométricas.

Figuras
geométricas



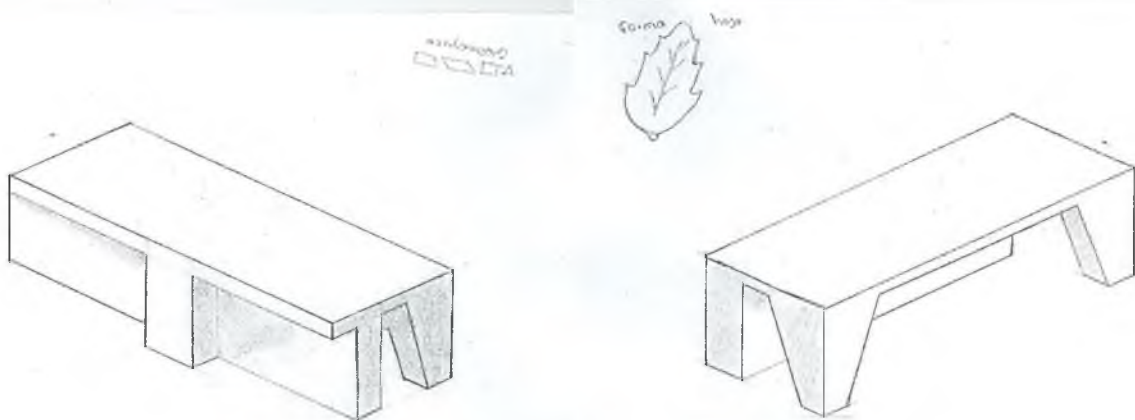
El diseño que se muestra, fue elaborado a base de figuras geométricas combinadas entre sí para formar una sola pieza, esta es una forma más común de encontrar en bancas de una sola pieza, con diferencias de ángulos con otras ya existentes.

El diseño elegido fue el boceto 7, a este se le elaboraron algunas modificaciones, pero el resultado final no fue el esperado ya que no se era complicado su desmolde y si se elaboraba no podría ser una sola pieza, por ello se optó por revisar los bocetos que ya se tenían, para ver otras opciones; se encontraron dos a los cuales se le hicieron algunas modificaciones, quedaron bien y de esos dos se eligió uno de ellos, pero los diseños son diferentes ya que uno es para dos personas y el otro es sencillo para dos o más.



Esté en un principio fue el diseño elegido, pero como sus formas no resultaron muy orgánicas se optó por cambiar de diseño.

Boceto final eliminado.

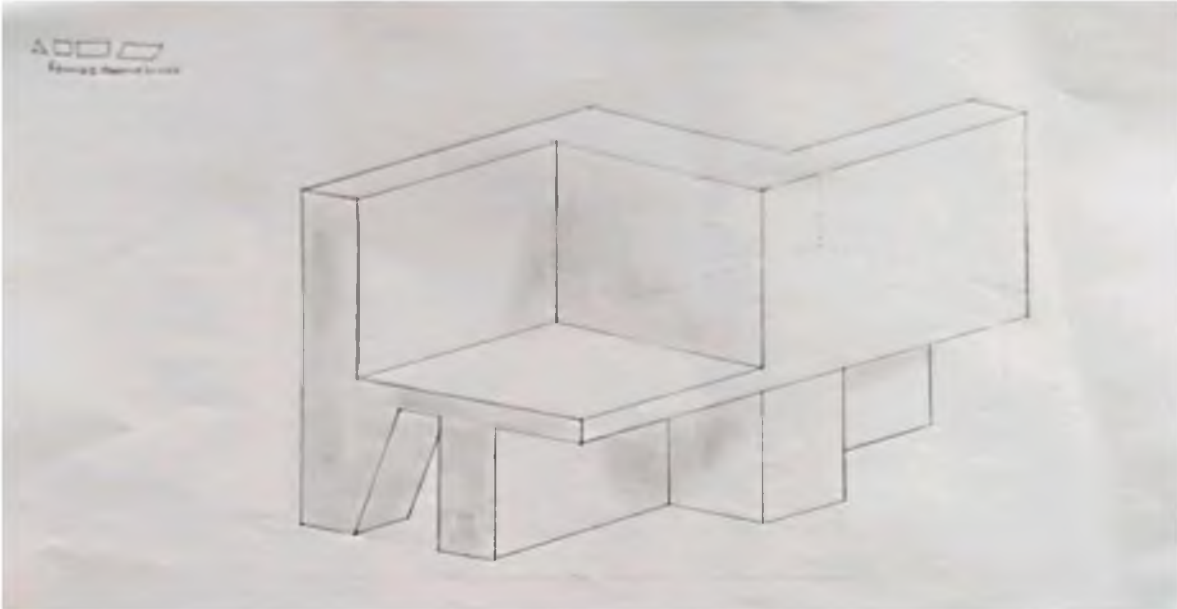


Boceto elegido 8

Boceto elegido 2

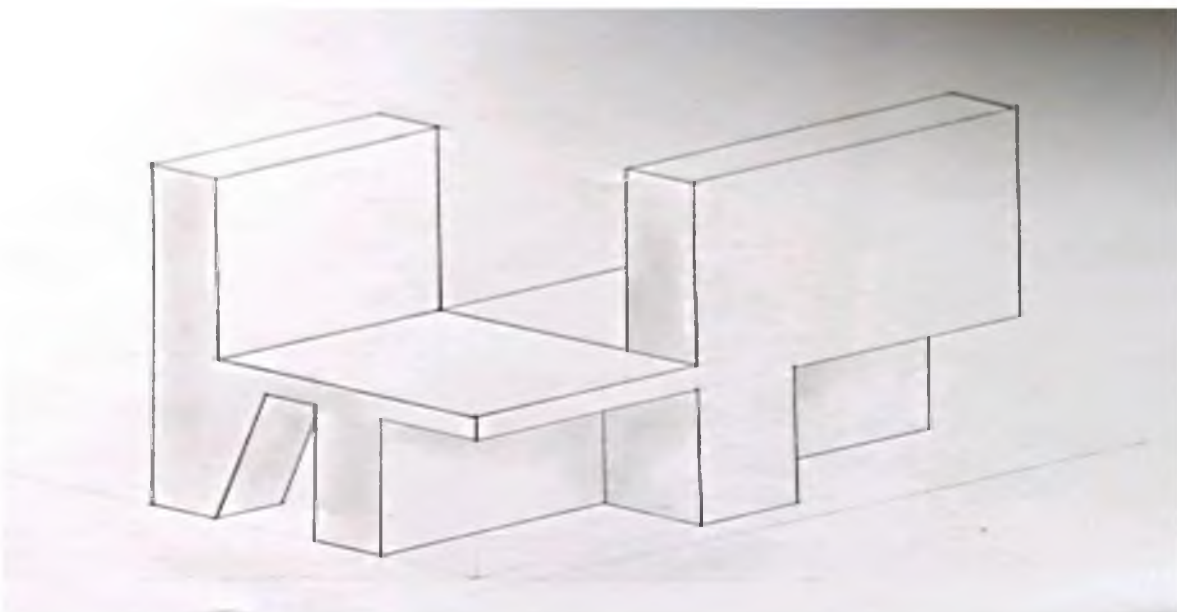
Esos dos diseños fueron reconsiderados y modificados, ya que el primero no funciono de la manera esperada, debido a su forma compleja, que dificultarían el

desmolde, el boceto 8 se modificó a modo de que su diseño fuera para dos personas y el segundo boceto se modificó para dos o tres personas, agregando un respaldar.



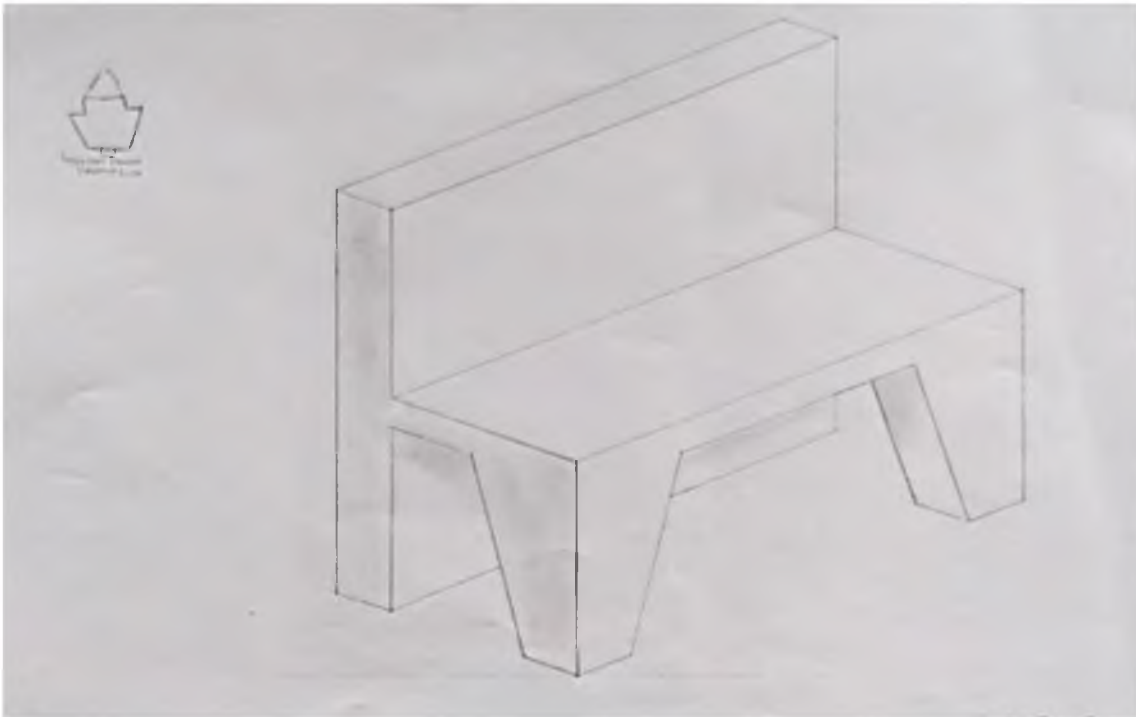
Boceto 10. Basado en el boceto 8, pero adaptado a dos personas con división.

Este fue el primer borrador de las modificaciones hechas a uno de los nuevos bocetos elegidos.



Boceto 11. Basado en el boceto 8, pero adaptado a dos personas sin división.

Este fue el diseño final de este boceto que es para dos personas.



Boceto 12. Basado en el boceto 2, pero adaptándole un respaldar.

El segundo boceto elegido tuvo únicamente un agregado que fue el espaldar.

Este será el boceto que será representado a escala y al cual se lo colocaran medidas correspondientes de acuerdo a la ergonomía, esta se puede ver en los Anexos, se eligió este diseño ya que es un sólido, es decir una sola pieza para fácil vertido del concreto y de fácil desmolde.

V. 2) Modelo a escala de la banca y planos.

En este apartado se elaboraron planos de vistas en el programa Inventor, se mostró la pieza de diferentes ángulos y las vistas utilizando el sistema europeo,

sé le colocaron las medidas según lo determina la SEDESOL (secretaría de desarrollo social) de la CDMX, colocando medidas ergonómicas y los ángulos correspondientes, después se prosiguió a elaborar un modelo a escala a base de papel batería y plaste, una banca a escala 1:5 con un ángulo de inclinación de respaldar de 110°. Para elaborarla primeramente se determinaron las medidas, después se prosiguió el corte de papel batería, ver en las Figuras 38-49, una vez terminadas todas las piezas de la banca se comenzaron a pegar con pegamento blanco, se le colocaron por dentro pequeños taquetes como refuerzo, lista la pieza con papel batería se le colocaron dos capas de pegamento blanco sobre el papel para mayor resistencia, para que no absorbiera el líquido del plaste, colocadas las dos capas de pegamento blanco se prosiguió a colocarle las capas de plaste mostradas en las Figuras 31 - 53, se colocaba una capa y se lijaba; las lijas que se utilizaron son: 220, 240, 400, 600 y 1000, una vez que todas las superficies en las que se aplicó el plaste estuvieron rectas, se comenzó a alisar con las lijas más finas hasta que quedo una superficie lisa.



Figura 31. Piezas de la banca



Figura 32. Medición de piezas en papel batería.

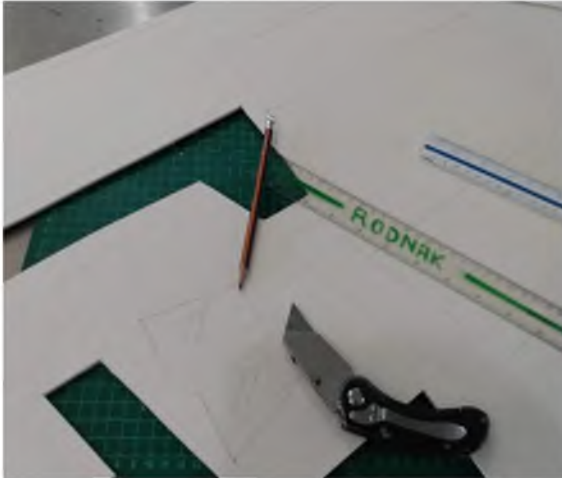


Figura 33. Corte de Piezas de la banca.

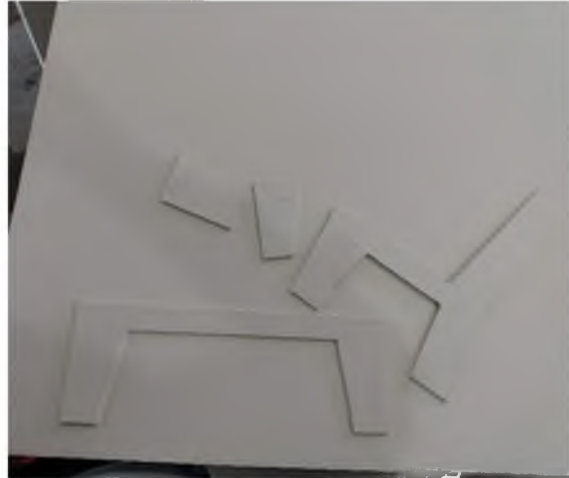


Figura 34. Piezas de la banca



Figura 35. Piezas de la banca terminadas.



Figura 36. Todas piezas de la banca.



Figura 37. Piezas de la banca pegadas con pegamento blanco.



Figura 38. Piezas de la banca pegadas con pegamento blanco.



Figura 39. Banca pegada con pegamento blanco.



Figura 40. Banca pegada con pegamento blanco y con refuerzos.



Figura 41. Banca pegada con pegamento blanco y con refuerzos.



Figura 42. Banca pegada con pegamento blanco.



Figura 43. Aplicación de plaster parte inferior



Figura 44. Aplicación de plaster parte posterior



Figura 45. Aplicación de plaster y lijada de plaste parte lateral y frontal.

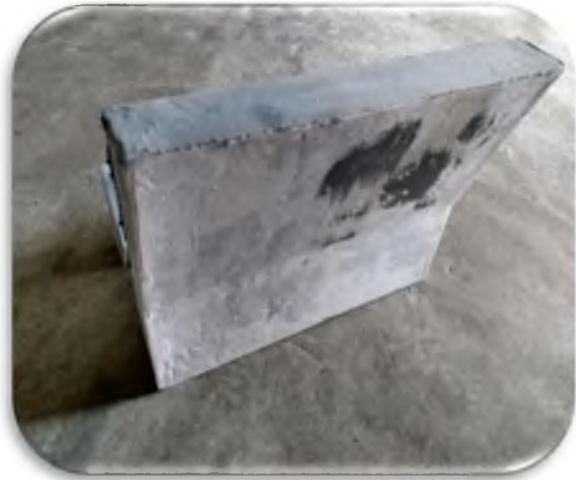


Figura 46. Aplicación de plaster y lijada de plaste. parte posterior.



Figura 47. Aplicación de plaster y lijada de plaste parte inferior



Figura 48. Aplicación de plaster y lijada de plaster parte frontal

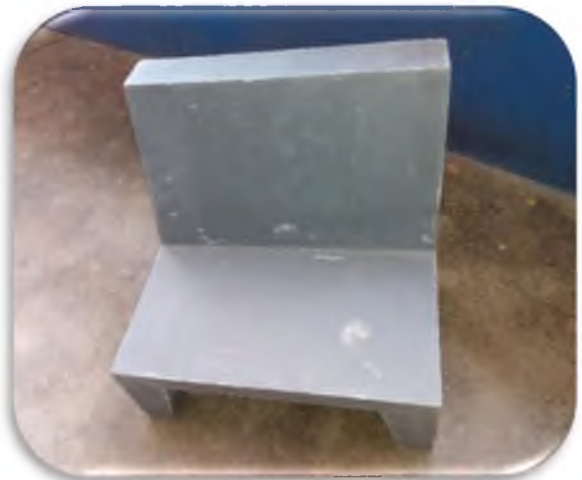


Figura 49. Lijada aplicando lija 400 y 600 parte frontal



Figura 50. Lijada aplicando lija 400 y 600 parte inferior de la banca

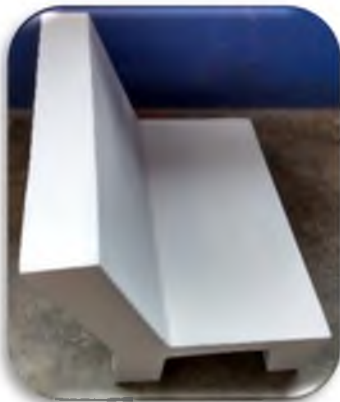


Figura 51. Modelo terminado. Lateral



Figura 52. Modelo terminado
45



Figura 53. Modelo terminado. Frontal

Una vez terminado el modelo a base de papel batería y plaste e iniciado el modelo en computadora, se observó que la medida del asiento no era correcta, era más grande de lo necesario, basado en las medidas estipuladas en la SEDESOL (secretaría de desarrollo social).

Como se muestra en la Figura 54, la medida del asiento es mayor para una persona, la distancia de la rodilla a los glúteos, es menor que la medida del asiento. La distancia que debe de tener es de 43 (430mm) a 45 cm(450mm).

Medida del asiento 650 mm – 65 cm.

Medida del respaldo 740 mm – 74 cm.



Figura 54. Corrección de medidas

Una vez corregida la medida del asiento se prosiguió a reducir el tamaño del respaldo. El motivo por el cual se tomó esta decisión, es porque el material de concreto polimérico es un material pesado, y reduciendo el tamaño del asiento el respaldo se llevaría todo el peso y no podría estar firme. Para quitarle los filos a la banca en cada esquina se hizo un despalme de 25 mm (2.5 cm), como se muestra en la Figura 55, una vez definidas las medidas se prosiguieron a elaborar los planos mostrados en las páginas 48 y 59.

Medidas después de correcciones:

Asiento: 45 cm - 450 mm.

Respaldo: 45 cm – 450 mm.

Despalme: 2.5 cm – 25 mm

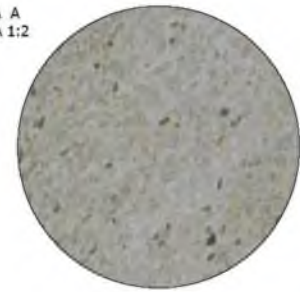


Figura 55. Medidas corregidas

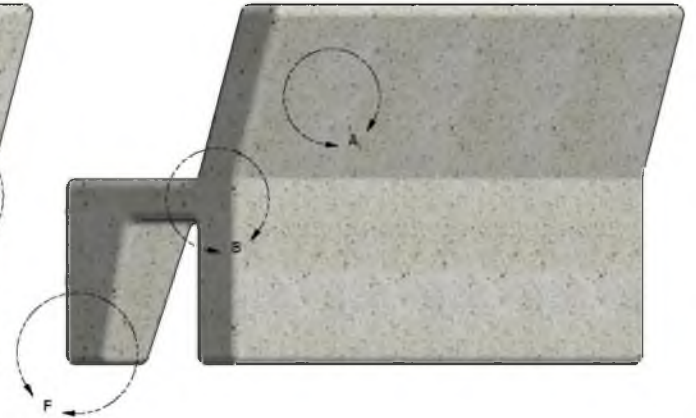
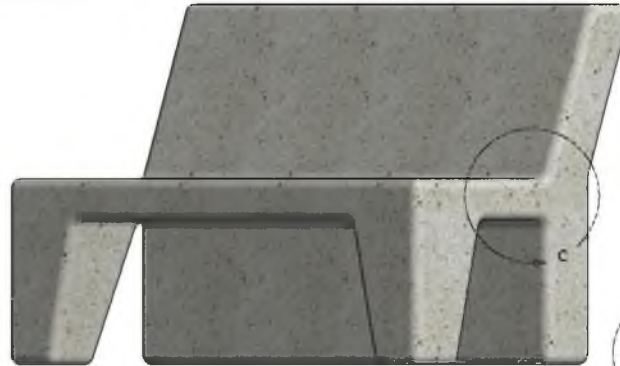
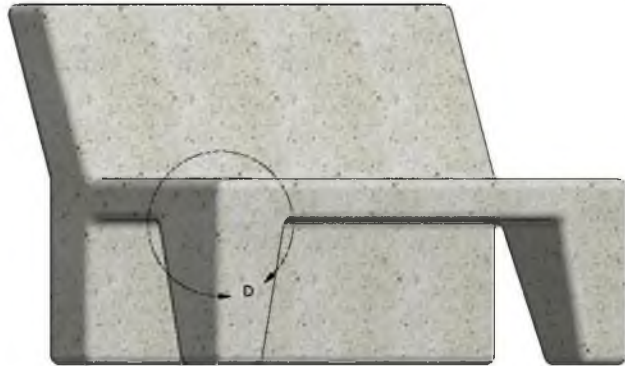
VISTA B
ESCALA 1:2



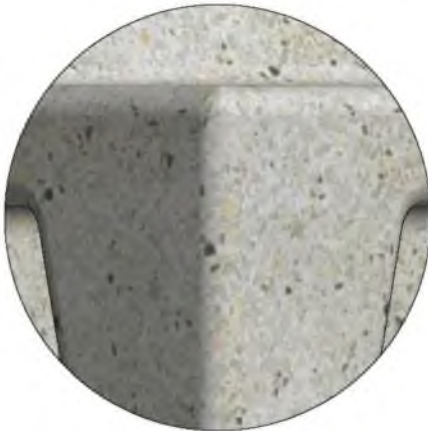
VISTA A
ESCALA 1:2



VISTA F
ESCALA 1:2
CHAFLAN: 2.5 cm



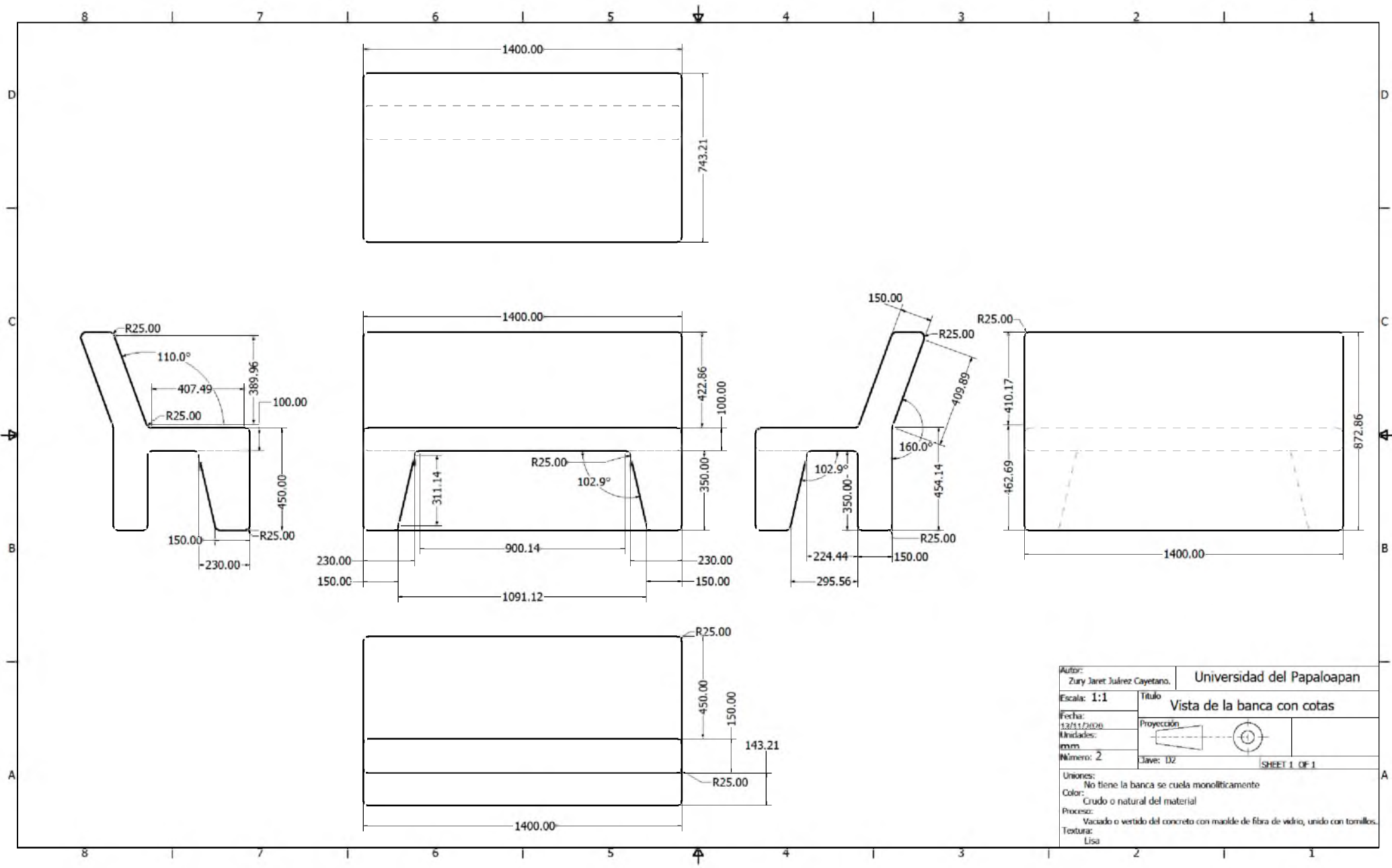
VISTA D
ESCALA 1:2



VISTA C
ESCALA 1:2



Autor: Zury Jaret Juárez Cayetano.		Universidad del Papaloapan	
Escala: 1:2	Título Vista con material y redondeos de la banca		
Fecha: 13/11/2020	Proyección: 		
Unidades: mm	Número: 1		
Clave: D1		SHEET 1 OF 1	
Uniones: No tiene la banca se cuela monóticamente.			
Color: Crudo o natural del material.			
Proceso: Vaciado o vertido del concreto con molde de fibra de vidrio, unido con tornillos.			
Textura: Lisa.			



Autor: Zury Jaret Juárez Cayetano.		Universidad del Papaloapan	
Escala: 1:1	Título Vista de la banca con cotas		
Fecha: 13/11/2020	Proyección 		
Unidades: mm	Número: 2		
Uniones: No tiene la banca se cuela monolíticamente		Jave: D2	
Color: Crudo o natural del material		SHEET 1 OF 1	
Proceso: Vacado o vertido del concreto con molde de fibra de vidrio, unido con tornillos.			
Textura: Lisa			

V. 3) Renders del molde de la banca.

La pieza se comenzó a elaborar en el programa inventor versión 2018, ver en la Figura 56, para elaborar los renders con ambiente y factor humano se exporto la pieza en formato DWG a SketchUp donde se elaboraron los renders finales de la pieza.

En el programa inventor se obtuvo el volumen de la pieza.

Volumen: 269906997.967 mm³

Área: 4809844.541 mm²

Se obtuvo el volumen para tener un aproximado del porcentaje de los materiales, este se puede utilizar en un vaciado para la elaboración de la banca.



Figura 56. Render desde inventor

V. 3.1) Molde del modelo

Se elaboró el molde en el programa SketchUp, primero se diseñaron pequeñas ideas del molde, ya que por la forma de las patas frontales se reducían las ideas.

Una vez definida la idea en el programa SkechUp se colocó la pieza en el centro y continuamente se fue elaborando el molde alrededor de ella, después se renderizo para mostrar como quedaría el molde ver en las Figuras 57 - 74.



Figura 57. Molde vista frontal

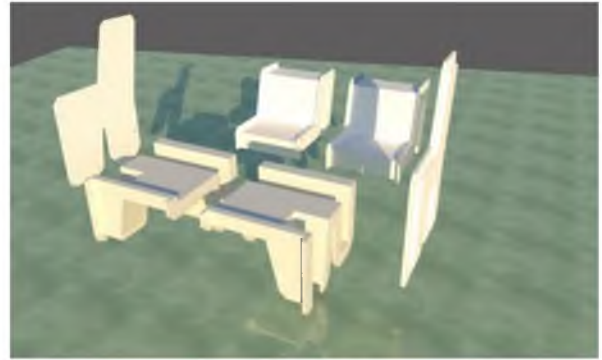


Figura 58. Molde piezas VL.



Figura 59. Molde piezas VS.



Figura 60. Molde VL izquierdo.



Figura 61. Molde VL derecho.



Figura 62. Molde vista posterior.



Figura 63. Tapas laterales del molde



Figura 64. Tapa lateral y Molde.

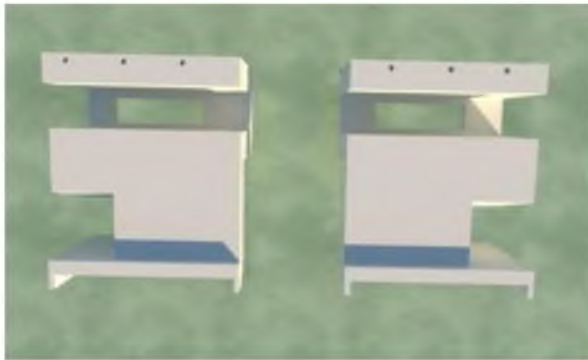


Figura 65. Molde del asiento y patas VS.

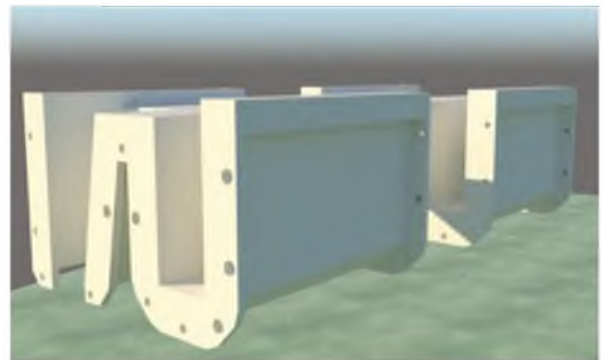


Figura 66. Molde del asiento y patas V. posterior

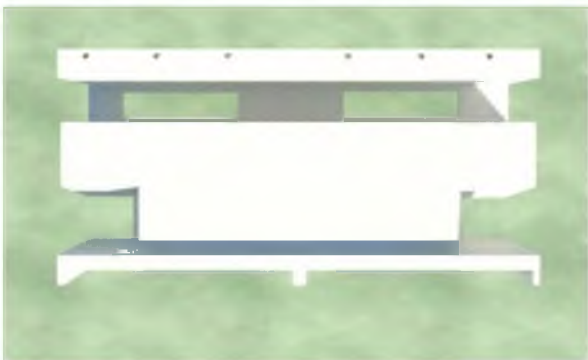


Figura 67. Molde del asiento dos piezas juntas. VS

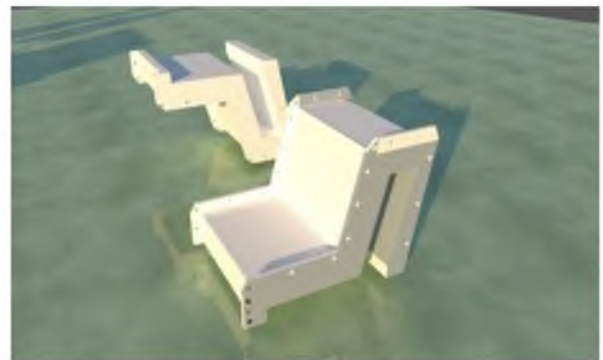


Figura 68. Molde respaldo VS.

El vaciado se realizara por la parte inferior para que el colado del material llegue a todas las partes del molde será en las patas frontales por la parte inferior y en la pata trasera se harán dos aberturas ya que el molde es dividido en dos por su forma son 6 piezas del molde son dos partes inferiores y dos partes superiores y en los laterales para un mejor desmolde se le elaboraron tapas con la forma de la banca a las uniones se le colocaran tornillos como objeto de unión.

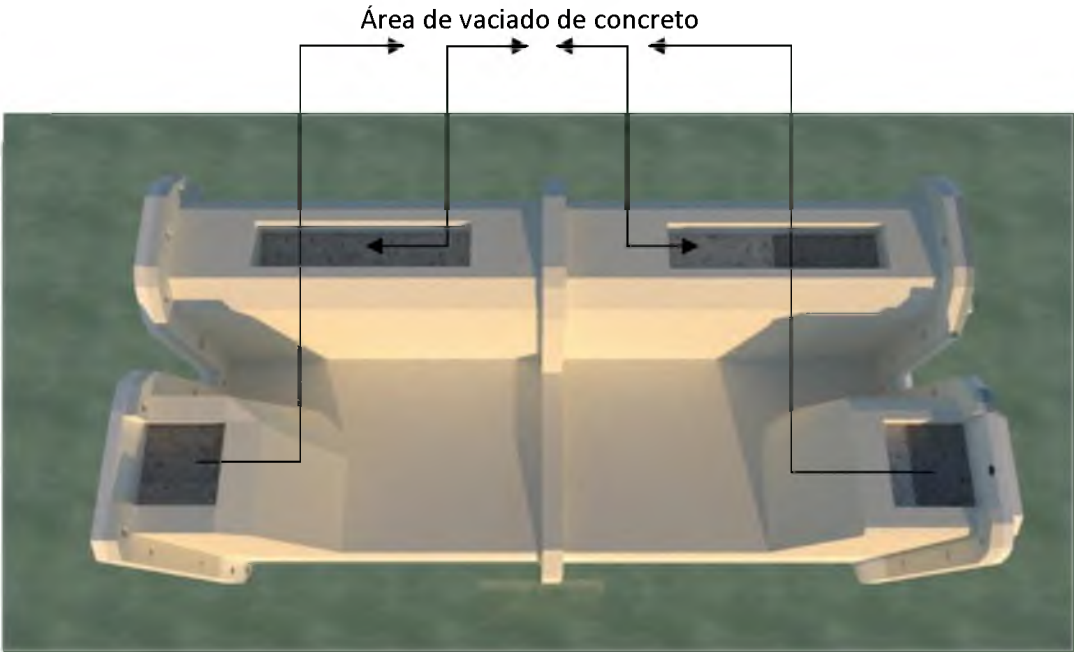


Figura 69. Molde del asiento dos piezas juntas. V. Inferior

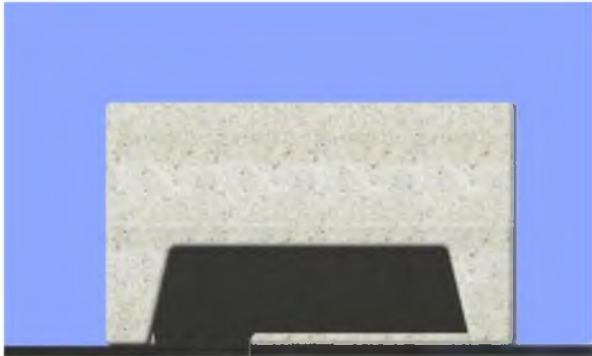


Figura 70. Banca VF.



Figura 71. Banca VS.



Figura 72. Banca VL.



Figura 73. Banca vista frontal superior.



Figura 74. Banca VL.

Una vez elaboradas las piezas en SketchUp, se elaboraron renders mostrando la banca, renders con factor humano y factor ambiente, los cuales se pueden ver en las páginas 55 a las 59.











Los primeros renders en el documento son de la banca, con vistas lateral izquierdo o derecho (L), frontal (F), superior (S), posterior (P), e inferior (I), esto con el fin de poder observarla con mejor calidad en renders, el despalme que se le hizo a cada filo de la banca para evitar accidentes.

Se elaboraron renders con factor humano, para mostrar como las medidas de la banca se adaptarán mejor a las personas como se muestra en la Figura 75.



Figura 75. Banca vista con factor humano.

Los renders con factor ambiente que se elaboraron, mostrando la banca en parques y/o aceras, para mostrar el tamaño que tiene en espacios grandes y concurridos, de igual manera se diseñaron renders con diversas vistas para mostrar a más detalle cómo se adaptara la banca al entorno.

Uno de los puntos fundamentales de la banca es ser una pieza sólida y de fácil vertido, con este diseño se obtuvieron los puntos buscados, aunado a ello una mejor ergonomía y un buen espacio para aproximadamente 3 personas, las medidas que se le colocaron son tomadas de la secretaria de desarrollo social del estado de México.

En un principio se elaboró el mismo diseño pero con las medidas mal colocadas estas eran las mismas medidas que daba la SEDESOL pero fueron tomadas de manera diferente, ya que la altura se había tomado desde el inicio del respaldo y no desde las patas traseras, de igual manera la parte del asiento vista lateral fue tomada desde la unión del respaldo a las patas delanteras y no desde el inicio del respaldo hasta el término de las patas delanteras, fue por ello que el diseño que se obtenía era muy grande, después se corrigieron los errores y ese fue el diseño que se obtuvo como diseño final estas figuras son la 54 y 55 estas se encuentran en la página 47.

A la hora de elaborar el molde en el programa Skechup se observó que su diseño era muy favorable para el fácil vertido y desmolde del concreto polimérico y el color que se obtiene del material le da un buen aspecto a la banca ya que termina siendo su color natural, con textura lisa y de buena resistencia.

CONCLUSIONES

Hipótesis:

- Las características del concreto polimérico a base de desechos plásticos serán similares a las del concreto polimérico industrial.

De las 4 pruebas que se elaboraron de concreto polímero, solo una de las pruebas tuvo características físicas similares con las de concreto polimérico como se mostró en la prueba de resistencia.

La prueba que tiene un 25% de sustitución de plástico, fue la que más se acercó a las cualidades del concreto polimérico, en la prueba de resistencia soportó 445.18 kg/cm², la resistencia de referencia es la muestra que se elaboró de concreto polimérico industrial fue de 507.06 kg/cm²; En lo que respecta a la textura de la prueba de 25% plástico obtuvo una textura lisa y muy poco porosa, lo que no

ocurrió con las otras pruebas, por ejemplo en la prueba de 75% y 100%; en estas dos pruebas el material no se compacto uniformemente, esto ocasiono que en algunas partes no catalizaron correctamente, por el exceso de plástico, la prueba de 75% de plástico tuvo una resistencia de 245.001 kg/cm², este fue uno de los que soporto menor carga, pero la prueba elaborada con sustitución de plástico de un 100%; como las consistencia era demasiado elástica y grumosa, únicamente se deformaba a la hora de aplicar presión, no llego a un punto de fractura y se optó por detener la máquina, ya que únicamente se estaba deformando la prueba, esta prueba se detuvo en una resistencia de 15.28 kg/cm² fue el que obtuvo el menor resultado en la tabla de comparación de resistencia, respecto a la prueba de 50% de plástico; esa aunque si alcanza buena resistencia no fue la mejor en lo que respecta a la textura tiene muchos poros, esta prueba obtuvo una resistencia de 374.63 kg/cm².

Finalmente, se puede concluir que las características que más se asemejan a las del concreto polimérico son las que menor porcentaje de plástico, el porcentaje máximo a agregar sería menor 50% o menos si se desea obtener una buena resistencia, ya que si este porcentaje es mayor de 50% puede que el material no sufra fractura; pero si deformación, lo que no es favorable en un material de construcción. Debido a las cualidades similares que se obtuvieron, comparando los resultados de las pruebas físicas con las del concreto polimérico industrial, se puede concluir que, el material elaborado cuenta con las cualidades físicas necesarias para muebles de exteriores. También puede tener diversas aplicaciones que entren en su rango de resistencia y características, y con el agregado de poliestireno cristal que entra como sustitución de cero fino en la mezcla, se estaría ayudando en la reutilización de plástico, lo cual es un beneficio medioambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- A. Aguado., Los hormigones con polímeros en la construcción: propiedades y aplicaciones. 1987.
- Abc-pack, enciclopedia el-poliestireno. Recuperado el 17 enero 2020 (<https://www.abc-pack.com/enciclopedia/el-poliestireno/>).
- Ada-Criterio, Formas del paisaje, 04 de noviembre de 2019. (https://www.landscapeforms.com/en-us-/lfi_material_tech_sheets/lf_ada-criteria.pdf)
- Arunh, Bancas públicas, 05 de noviembre del 2019.
- Bernardi Patrizia, Michelini Elena, Sirico Alice, Vantadori Sabrina, y Zanichelli Andrea. (2017), Tenacidad a la fractura de la fibrahormigón armado determinado por medios de análisis numérico, 2da Conferencia Internacional sobre Integridad Estructural, ICSI 2017, 4-7 de septiembre de 2017, Funchal, Madeira, Portugal.
- Carmona Matthew, Heath Tim, Tanner Oc, y Tiesdell Steve, Public Places Urban Spaces, 2003.
- Centrifugados mexicanos, Tecnología en Concreto Polimérico, Recuperado el 13 de diciembre de 2020. (<https://www.cenmex.com/CATALOGOPOLIMERICO.pdf>.)
- Fuera Dentro, Diseño pérgola, 04 de noviembre de 2019 (design-pergola.com/pdf/FueraDentro.pdf)
- G. POHL, Saarland University of Applied Sciences, 2010, Innovación composiciones con fibra en la arquitectura.
- Marbán Vázquez Gloria, Flores Velázquez A., López Miguel Sofia G., y Hernández Reyes Susana, Listado de Normas Mexicanas de las series, Estado de México, México, 6 de Septiembre de 2015.
- Noticreto, pag. núm. 84, agosto/septiembre/octubre de 2007
- Jack C. Mc Cormac y Russell H. Brown, México, Diseño de concreto reforzado Julio 2011.

- Prefabricados Rosavi, Ficha Técnica BANCOS DE HORMIGÓN (2014). Recuperado el 23 Diciembre 2020, ([https://rosavi.com/wp-content/uploads/2014/09/Especificaciones-Técnicas -Bancos.pdf](https://rosavi.com/wp-content/uploads/2014/09/Especificaciones-Técnicas-Bancos.pdf))
- Pheasan Stephen, 2003, Bodyspace, antropometría, ergonomía y diseño de trabajo.
- Reis J.M.L.,(2007) La resistencia a la fractura del hormigón polímero reforzado con fibras, Laboratório de Mecânica Teórica e Aplicada (LMTA), Universidade Federal Fluminense (UFF), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, RJ – Brazil.
- SEDESOL, Mobiliario urbano (2012). Recuperado el 20 diciembre 2020, (http://cdam.unsis.edu.mx/files/Desarrollo%20Urbano%20y%20Ordenamiento%20Territorial/Otras%20disposiciones/Vialidad_Cap_9.pdf)
- Steinberg Meyer, May 1973, Materiales compuestos de polímeros de hormigón y su potencial para la construcción, la utilización de los residuos urbanos y el almacenamiento de residuos nucleares, BROOKHAVEN NATIONAL LABORATORY Associated Universities, Inc. Upton, New York.
- Todo en polímeros, propiedades. Recuperado el 15 diciembre 2020, (<https://www.todoenpolimeros.com/propiedades/>)
- Y. OHAMA, 2008, Concreto polimérico.
- Yoshihiko Ohama, 1997, Los recientes progresos en Compuestos de polímeros de hormigón, Departamento de Arquitectura, Colegio de Ingeniería, Universidad de Nihon, Koriyama, Fukushima-ken, Japón.

ANEXOS

A). Dimensiones ergonómicas para mobiliario en exterior.

a) Ergonomía

La ergonomía se encarga de algunos aspectos fisiológicos y psicológicos del comportamiento humano y algunas adaptaciones al entorno, la finalidad de la ergonomía es la adecuación de productos, sistemas, entornos artificiales, limitaciones y necesidades que requieren los usuarios, en conclusión, se refiere a la eficacia, seguridad y confort del cuerpo humano, y las dimensiones que este necesita para sus necesidades diarias.

Uno de los principales objetivos de la ergonomía, es adecuar al ser humano en el medioambiente que ambos puedan coexistir en armonía, sobre todo en los últimos años debido a problemas de exceso de desperdicio, o algunas otras causas que son debido al ser humano, el medioambiente va perdiendo terreno contra el ser humano es por ello que se busca utilizar algunos materiales que pueden dañar al medio ambiente y hacerlo funcional, es decir, reutilizarlo en este caso a manera de una banca, la cual ya en esta forma no es un desperdicio sino una manera útil y funcional en el entorno.

Para poder elaborar adecuadamente la ergonomía en los espacios, también es necesario tener en cuenta el diseño urbano, este es el encargado de ver si lo que se pretende diseñar va de acuerdo al ambiente en el que se está colocando, o es necesario rediseñar el aspecto de esta, por problemas visuales, esto con el fin de adecuarlo al paisaje. Si la banca será colocada en parques, tiene que tenerse en cuenta que la zona de movimiento es mayor, y si es banca para exterior de una

vivienda, la zona de movimiento es mínima, pero existen dimensiones creadas para que esta se pueda adecuar a los dos ambientes, sin ningún problema; esto utilizando muy poco diseño y más la funcionalidad de la banca.

Basándonos en la ergonomía se obtendrá un diseño mejorado, ya con las dimensiones estandarizadas que requiere una banca para exterior, a este se le realizaran los cambios necesarios basándonos en el diseño final ya presentado, de esa base se le harán modificaciones para que está no tenga problemas, tanto ergonómicamente como en el diseño urbano, pero también se tendrá en cuenta que el diseño tiene que cumplir con el requerimiento de desmolde, y que sea una sola pieza.

El mobiliario que se encuentra en espacios libres debe de tener una altura con respecto al suelo de entre 430 mm (17 pulg.) y 510 mm (19 pulg.) medidas mostradas en la Figura 76, es necesario que las bancas tengan un soporte para brazos y espalda, para personas con discapacidades de movilidad, las medidas para los apoyabrazos del asiento al respaldar debe ser de no menos 455 mm (18 pulg.), esta medida necesita ser proporcional con las dimensiones de la banca, el banco no debe de ser colocado cerca de anuncios con texto, ya que puede ocasionar algún accidente a personas con discapacidad de visión, esto es necesario si el mobiliario se coloca en espacios de movilidad continua; como son los parques, también si este es el caso se necesita dejar un espacio de las medidas de una silla son de 760 mm (30 pulg.) por 1220 mm (48 pulg.), para permitir que la persona en silla de ruedas pueda estar junto a su acompañante. Los asientos deben de tener 18 pulgadas (457.2 mm) de profundidad y entre 16 (406.4 mm) y 20 pulgadas (508 mm) de altura (Pheasan Stephen, 2003).

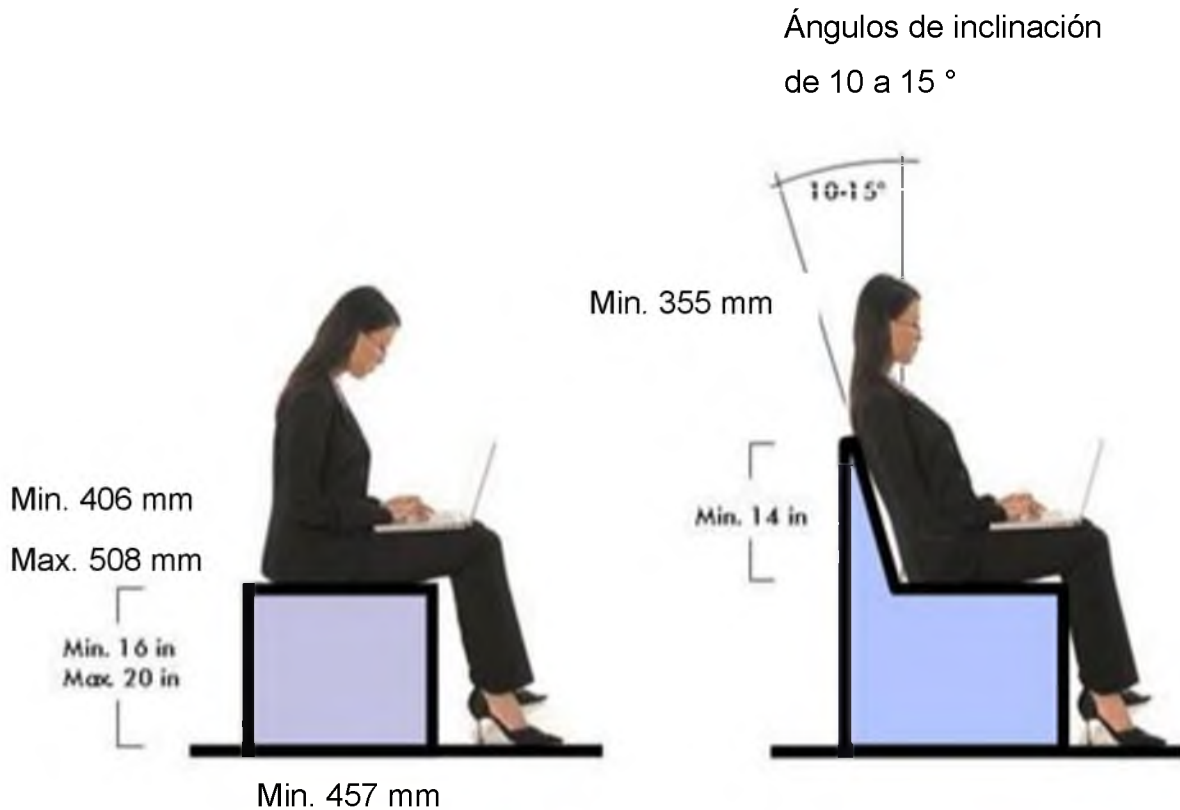


Figura 76. Medidas de bancos de exterior.

Algunas otras guías o medidas alternativas que puede llegar a tener los bancos son. Estos especialmente se utilizan en bancos de madera, pero las medidas se pueden tomar de base para diseñar un banco de otro material:

- Para que la persona se sienta cómoda, debe haber un ángulo de 95-105 grados entre el asiento y el respaldo, y el asiento debe estar entre 2 y 10 grados fuera de la horizontal.

- La profundidad del asiento debe ser de 12 (304 mm) a 18 pulgadas (457 mm) para bancos con respaldo y 30 pulgadas (762 mm) para bancos sin respaldo.
- Una altura del asiento de 18 pulgadas (457 mm) es generalmente la más cómoda.
- El borde delantero del asiento debe ser curvo en lugar de cuadrado.
- La superficie de asiento más cómoda es la madera, que es resistente y no conduce fácilmente el calor o el frío.
- Las tablillas de banco pequeñas (2 pulgadas / 50 mm) espaciadas juntas y siguiendo una forma contorneada son generalmente más cómodas que las tablillas más grandes (8 pulgadas / 203 mm). Sin embargo, en áreas donde el vandalismo es un factor, se debe usar un tamaño más grande (por ejemplo, 3 pulgadas (76 mm) x 8 pulgadas (203 mm)).
- La longitud del asiento debe permitir veinticuatro pulgadas por persona. Sin embargo, las personas se sentarán más cerca si hay un apoyabrazos que las separe.
- Los respaldos de los asientos que se inclinan ligeramente hacia atrás y tienen una ligera curva son los más cómodos.
- La altura del respaldo debe ser de 20 pulgadas (508 mm) para brindar soporte a las espaldas y los hombros de las personas.
- Los bancos sin respaldo permiten que las personas se sienten a ambos lados al mismo tiempo.
- Las piernas no deben extenderse más allá del asiento, de lo contrario las personas pueden tropezar con ellas. Si se usa una pierna grande y sólida, se necesita un espacio de retroceso (mínimo de 3 pulgadas (76 mm)) debajo del asiento.
- Los reposabrazos o apoyabrazos son útiles tanto para ayudar a las personas a levantarse del asiento, así como para dividir un banco para que más personas puedan caber en él. La segmentación del banco en secciones mediante el uso de reposabrazos puede proporcionar una

sensación de privacidad entre los grupos, así como alentar a las personas a sentarse más juntas. El borde del reposabrazos debe extenderse hasta el borde del asiento, y debe tener una superficie de agarre firme y redondeado.

Una empresa de contratistas llamada ADA constructors establecieron algunas normas de regulaciones para diversos muebles, la de los bancos al aire libre se llama sección 903, y estable algunas normas a cumplir, esto basándose en el área en la cual se establecerá el mobiliario según la norma se le modifican algunas cosas cuando el mobiliario se coloca en parque, ya que hay que tener en cuenta a los discapacitados. Los directivos de esta empresa establecieron que "los bancos serán más útiles si cuentan con respaldo completo y apoyabrazos para ayudarlos a sentarse y pararse".

Reglas ADA:

903 bancos

903.2 Espacio despejado en el piso o el suelo. Se proporcionará un espacio despejado en el suelo o en el suelo que cumpla con 305 mm y se colocará al final del banco y paralelo al eje corto del banco.

903.3 Tamaño. Los bancos deben tener asientos de 42 pulgadas (1065 mm) de largo mínimo, 20 pulgadas (510 mm) de profundidad mínima, y 24 pulgadas (610 mm) de profundidad máxima.

903.4 Soporte de espalda. El banco deberá proporcionar soporte para la espalda o se fijará a una pared. El respaldo debe tener un mínimo de 42 pulgadas (1065 mm) de largo, debe extenderse desde un punto máximo de 2 pulgadas (51 mm), sobre la superficie del asiento hasta un punto mínimo de 18 pulgadas (455 mm) sobre la superficie del asiento. El respaldo debe tener un máximo de 2 1/2 pulgadas (64 mm) desde el borde trasero del asiento medido horizontalmente.

903.5 Altura. La parte superior de la superficie del asiento del banco debe ser de 17 pulgadas (430 mm) como mínimo, y 19 pulgadas (485 mm) como máximo sobre el piso o el suelo de acabado.

903.6 Resistencia estructural. No se excederán los esfuerzos permitidos para los materiales utilizados, cuando se aplique una fuerza vertical u horizontal de 250 libras (1112 N) en cualquier punto del asiento, sujetador, dispositivo de montaje o estructura de soporte.

903.7 Lugares húmedos. Cuando se instale en lugares húmedos, la superficie del asiento deberá ser antideslizante y no acumulará agua (Ada-Criterio 2019) ver en la Figura 77.

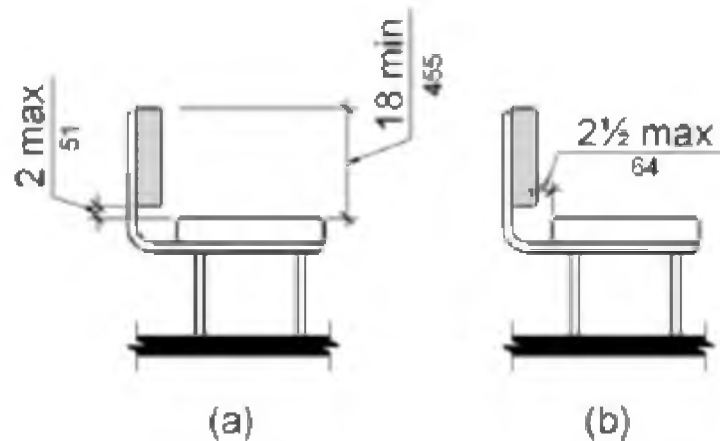


Figura 77. Medidas establecidas para la ergonomía de la banca al aire libre según Ada constructors.

Guía para permitir que las personas en sillas de ruedas puedan encontrar lugares ver en la Figura 78.

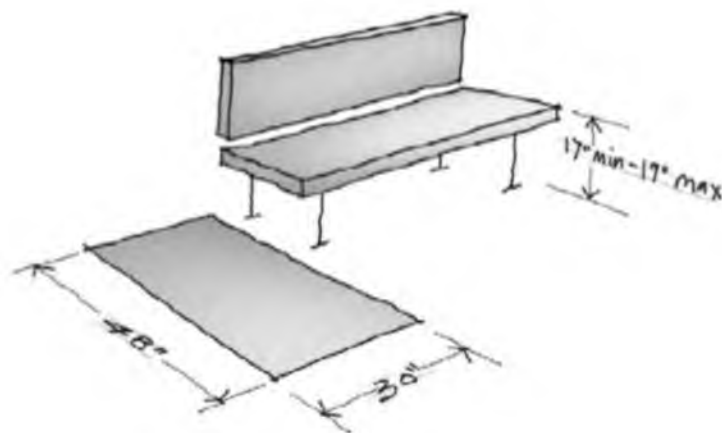


Figura 78. Medidas para guía de espacios de discapacitados, Robert G. Chipman, ASLA, ADA constructors. (Ada-Criterio 2019).

b) Reglamento de mobiliario urbano de la CDMX

Bancas

Las bancas tienen como función principal proveer de descanso a sus usuarios, proporcionándoles una posición cómoda por lo general se colocan en lugares con sombra, para un mejor descanso, algunos con techado y otros con sombra natural como por ejemplo árboles o plantas.

Algunas de las dimensiones que maneja el reglamento urbano de México se pueden ver en la Figura 79.

TIPO	PERFIL	ALTURA DEL ASIENTO	ALTURA DEL RESPALDO	INCLINACIÓN DEL RESPALDO	ANCHO DEL ASIENTO	LARGO DEL ASIENTO	PERMANENCIA EN H SEGÚN CONFORT
Silla		43 cm	75 cm	115°	61 cm	45 cm	0.35 h
Silla		43 cm	75 cm	110°	62 cm	44 cm	0.35 h
Banca		45 cm	Sin respaldo	Sin respaldo	60 cm	90 cm	0.20 h
Banca		45 cm	73.5 cm	110°	65 cm	2.40 m	0.30 h
Banca		45 cm	72 cm	112°	65 cm	2.40 m	0.35 h
Banca		45 cm	74 cm	115°	65 cm	1.20 m	0.35 h

Figura 79. Medidas para guía de la construcción de la banca SEDESOL 2012.