



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA ARQUITECTURA

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO**

TEMA:

**SISTEMA DE DOBLE FACHADA A PARTIR DE ACERO,
ALUMINIO Y VIDRIO PARA EDIFICIOS AUTO-
SUSTENTABLE**

TUTOR:

ARQ. EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI, MSC.

AUTOR:

SR. FREDDY DAVID LUCAS VELASCO

GUAYAQUIL –ECUADOR

2021



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios auto-sustentable	
AUTOR/ES: Sr. Freddy David Lucas Velasco	REVISORES O TUTORES: Arq. Eddie Echeverría Maggi, Msc.
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto
FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Arquitectura
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021	N. DE PAGS: 140
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Fachada, acero, aluminio, vidrio, sustentabilidad.	
RESUMEN: La investigación determinó la posibilidad de elaborar un sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios con criterio autosustentable, y éstos materiales en conjunto pueden ofrecer una propuesta de calidad dentro de un contexto edificatorio del centro de la ciudad de Guayaquil. El sistema a su vez ha sido evaluado desde que el confort térmico, energético y acústico, en esta investigación. Con esta síntesis se cumple la hipótesis que indica la posibilidad de elaborar un prototipo capaz de funcionar como segunda piel de una edificación, y se determina su capacidad de optimizar las fachadas con superficies acristaladas simples. En el cumplimiento de los objetivos específicos, en primer lugar, se evaluó el mecanismo usual para dobles fachadas, que pueda ser aplicable en la ciudad de Guayaquil que contempla un clima cálido muy caloroso, definiendo la utilidad de la técnica de fachada suministradora. Además, se interpretó coincidencias de usuarios para conformar la propuesta, que definieron un prototipo que mejorara el aspecto estético, la optimización energética y el confort térmico. Se estableció también las dimensiones de un sistema de doble fachada mediante el análisis de especificaciones técnicas de los materiales para un diseño adaptable en edificios céntricos de Guayaquil.	
N. DE REGISTRO (en base de datos): (Biblioteca se encarga de llenar este campo con la información que corresponda)	N. DE CLASIFICACIÓN: (Biblioteca se encarga de llenar este campo con la información que corresponda)
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	

ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Sr. Freddy David Lucas Velasco	Teléfono: 0979382144	E-mail: davidlucas1943@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	MAE Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 Cargo: Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

Tesis final

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	5%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	aluminiosdefrutos.com Fuente de Internet	<1%
2	www.cofrico.com Fuente de Internet	<1%
3	arango18-psicologiaindustrial.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
4	arquitectosenpuebla.sabersinfin.com Fuente de Internet	<1%
5	www.eumed.net Fuente de Internet	<1%
6	www.powtoon.com Fuente de Internet	<1%
7	Beatriz Rodríguez-Soria, Javier Domínguez-Hernández, José M. Pérez-Bella, Juan J. del Coz-Díaz. "Quantitative analysis of the divergence in energy losses allowed through building envelopes", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015 Publicación	<1%



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado SR. FREDDY DAVID LUCAS VELASCO declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, SISTEMA DE DOBLE FACHADA A PARTIR DE ACERO, ALUMINIO Y VIDRIO PARA EDIFICIOS AUTO-SUSTENTABLE, corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor



Firma:

SR. FREDDY DAVID LUCAS VELASCO

C.I. 0914683020

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación: SISTEMA DE DOBLE FACHADA A PARTIR DE ACERO, ALUMINIO Y VIDRIO PARA EDIFICIOS AUTO-SUSTENTABLE, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: SISTEMA DE DOBLE FACHADA A PARTIR DE ACERO, ALUMINIO Y VIDRIO PARA EDIFICIOS AUTO-SUSTENTABLE presentado por el estudiante SR. FREDDY DAVID LUCAS VELASCO como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



ARQ. EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI, MSC.
C.C.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por manifestarme su ayuda a lo largo de mi vida.

A mis padres, por guiarme en el camino de la responsabilidad y constancia.

A mi esposa, que siempre he sentido su apoyo desde que empecé los estudios, hasta ahora.

A mis hijos, los que han insistido en que no decline en mis proyectos.

A mi tutor que ha sabido ordenar mis ideas con gran paciencia.

¡Gracias a todos!

Freddy David Lucas Velasco

DEDICATORIA

A Dios,

A mis padres,

A mi esposa,

A mis hijos.

Freddy David Lucas Velasco

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	vi
CAPÍTULO I.....	2
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Tema	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del Problema	3
1.4. Sistematización del problema	3
1.5. Objetivo general	3
1.6. Objetivos específicos.....	3
1.7. Justificación	3
1.8. Delimitación de la investigación	4
1.9. Hipótesis	4
1.9.1. Variable independiente	4
1.9.2. Variable dependiente	4
1.10. Línea de investigación de la institución / facultad	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEORICO.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Las fachadas en Guayaquil.....	8
2.1.2. La eficiencia energética en edificios locales	12
2.1.3. Tesis internacionales.....	13
2.1.4. Tesis nacionales.....	15
2.1.5. Proyectos internacionales.....	16
2.1.6. Proyectos nacionales.....	19
2.2. Marco conceptual	22
2.2.1. Doble fachada.....	22

2.2.2.	Clasificación de las dobles fachadas acristaladas.....	23
2.2.3.	Comportamiento energético de la doble fachada acristalada ventilada 26	
2.2.4.	Acero.....	28
2.2.5.	Aluminio	33
2.2.6.	Tipos de aluminio	34
2.2.7.	Vidrio	37
2.2.8.	Mecanismo	44
2.2.9.	Arquitectura Sustentable	48
2.3.	Marco Legal	50
CAPÍTULO III		54
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	54
3.1.	Metodología	54
3.2.	Tipo de investigación.....	54
3.3.	Enfoque de la investigación	55
3.4.	Técnica.....	55
3.5.	Muestra	56
3.5.1.	Tratamiento de la información	57
CAPÍTULO IV		67
4.	PROPUESTA.....	67
4.1.	Fundamentación de la propuesta	67
4.2.	Condicionantes del proyecto.....	68
4.2.1.	Localización	68
4.2.2.	Datos climáticos del entorno	68
4.2.3.	Caso de estudio.....	70
	Análisis Detallado Del Sitio	70
4.3.	Características del diseño.....	71
4.4.	Proceso del diseño	72
4.4.1.	Estrategias de ventilación natural	72
4.4.2.	Estrategias de ventilación mecánica	73
4.4.3.	Ambiente Interior	74

4.4.4.	Ambiente exterior	75
4.4.5.	Sistemas de energización por paneles solares.	75
4.4.6.	Sistemas de control	76
4.4.7.	Características de los materiales a usar.....	77
4.4.8.	Equipos a considerar	80
4.4.9.	Desarrollo del prototipo	81
4.5.	La Propuesta (Descripción del prototipo).....	84
4.5.1.	Descripción del funcionamiento de la propuesta.....	84
4.6.	Instalación del producto.....	87
4.7.	Pruebas empíricas.....	90
4.7.1.	Temperatura interior	90
4.7.2.	Ruido interior	91
4.8.	Discusión	93
4.8.1.	Análisis de confort.....	93
4.8.2.	Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de elementos translúcidos.....	94
4.8.3.	Control de ruido con sistema de doble piel	96
4.9.	Especificaciones y detalle de sistema.....	97
4.9.1.	Alimentación sistema electrónico.....	97
4.9.2.	Energización.....	98
4.9.3.	Presupuesto.....	100
4.9.4.	Análisis comparativo	100
	Tabla 24.....	101
4.10.	Perspectivas.....	101
CONCLUSIONES.....		105
RECOMENDACIONES		107
BIBLIOGRAFÍA		108
ANEXOS.....		113
	Anexo 1.- Modelo de encuesta a profesionales de la construcción, arquitectos y futuros compradores.....	113
	Anexo 2.- Planos.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	4
Tabla 2	35
Tabla 3	35
Tabla 4	36
Tabla 5	57
Tabla 6	58
Tabla 7	59
Tabla 8	60
Tabla 9	61
Tabla 10	62
Tabla 11	63
Tabla 12	64
Tabla 13	65
Tabla 14	66
Tabla 15	71
Tabla 16	76
Tabla 17	93
Tabla 18	94
Tabla 19	95
Tabla 20	96
Tabla 21	96
Tabla 22	100
Tabla 23	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Doble Piel en fachada de edificio en España.....	5
Figura 2. Edificio residencial Narkomfin.....	6
Figura 3. Edificio del Ministerio de Educación en Brasil.....	7
Figura 4. Edificio Alejandro Tola Pareja (Consulado de Mónaco).....	8
Figura 5. La casa Calderón (Barrio Las Peñas).....	9
Figura 6. Casona Universitaria.....	10
Figura 7. Caja del Seguro en Guayaquil.....	10
Figura 8. Estadio George Capwell.....	11
Figura 9. Consumo eléctrico nacional por tipo de uso.....	13
Figura 10. Edificio Ciudad de la Justicia, España.....	16
Figura 11. Edificio Ciudad de la Justicia, España.....	17
Figura 12. Edificio Ciudad de la Justicia, España.....	18
Figura 13. Café-Restaurante en Holanda.....	19
Figura 14. Edificio Halcón- Quito.....	20
Figura 15. Edificio Alhambra.....	21
Figura 16. Edificio Produbanco.....	22
Figura 17. Esquema de doble fachada.....	23
Figura 18. Esquema de fachada suministradora.....	24
Figura 19. Esquema de fachada extractora.....	24
Figura 20. Esquema de fachada cortina de aire exterior.....	25
Figura 21. Esquema de fachada cortina de aire interior.....	25
Figura 22. Acero inoxidable.....	28
Figura 23. Acero aleado.....	30
Figura 24. Acero no aleado.....	30
Figura 25. Acero inoxidable.....	31
Figura 26. Aluminio.....	34
Figura 27. Fundición del vidrio.....	37
Figura 28. Clasificación de los vidrios.....	38
Figura 29. Tipo de movimientos.....	45
Figura 30. Tipos de mecanismos.....	46
Figura 31. La opinión de los encuestados sobre fachadas de vidrio.....	57

Figura 32. La preferencia de los encuestados sobre materiales en fachadas.....	58
Figura 33. La opinión de los encuestados sobre el concepto de doble fachada	59
Figura 34. La opinión de los encuestados sobre la importancia de las fachadas dobles	60
Figura 35. La consideración del uso de metal en fachadas	61
Figura 36. La consideración del uso de vidrio en fachadas	62
Figura 37. La opinión de los encuestados sobre las fachadas del centro de Guayaquil	63
Figura 38. Sobre la posibilidad de aplicar fachadas dobles en Guayaquil.....	64
Figura 39. La posibilidad de recomendar la aplicación de dobles fachadas	65
Figura 40. Sobre la posibilidad de fachadas dobles sustentables en Guayaquil.....	66
Figura 41. Límites de la propuesta (centro Guayaquil)	68
Figura 42. Representación de la carta psicrométrica de Guayaquil.....	69
Figura 43. Asoleamientos en Guayaquil.	70
Figura 44. Límites de la propuesta (centro Guayaquil)	71
Figura 45. Flujograma de elaboración de prototipo.....	72
Figura 46. Bocetos de propuesta (esquema).....	72
Figura 47. Bocetos de propuesta (esquema).....	73
Figura 48. Bocetos de propuesta (esquema).....	74
Figura 49. Bocetos de propuesta (esquema).....	76
Figura 50. Vidrio de baja emisividad.....	78
Figura 51. Aluminio.....	79
Figura 52. Propiedades del Aluminio	79
Figura 53. Acero	80
Figura 54. Bocetos de propuesta (esquema).....	81
Figura 55. Bocetos de propuesta (esquema).....	81
Figura 56. Bocetos de propuesta (esquema).....	82
Figura 57. Bocetos de propuesta (esquema).....	82
Figura 58. Bocetos de propuesta (esquema).....	82
Figura 59. Bocetos de propuesta (esquema).....	83
Figura 60. Bocetos de propuesta (esquema).....	83
Figura 61. Bocetos de propuesta (esquema).....	83

Figura 62. Bocetos de propuesta (esquema).....	84
Figura 63. Bocetos de propuesta (esquema).....	84
Figura 64. Bocetos de propuesta (esquema).....	85
Figura 65. Bocetos de propuesta (esquema).....	85
Figura 66. Bocetos de propuesta (esquema).....	86
Figura 67. Bocetos de propuesta (esquema).....	87
Figura 68. Bocetos de propuesta (esquema).....	87
Figura 69. Bocetos de propuesta (esquema).....	88
Figura 70. Bocetos de propuesta (esquema).....	88
Figura 71. Bocetos de propuesta (esquema).....	89
Figura 72. Bocetos de propuesta (esquema).....	89
Figura 73. Prueba de confort con fachada acristalada simple	90
Figura 74. Prueba de confort con fachada acristalada doble	90
Figura 75. Prueba de confort con fachada acristalada doble propuesta.....	91
Figura 76. Prueba de ruido con fachada acristalada simple	91
Figura 77. Prueba de ruido con fachada acristalada doble.....	92
Figura 78. Prueba de ruido con fachada acristalada doble propuesta.....	92
Figura 79. Esquema de temperatura interior con sistema de doble fachada	94
Figura 80. Esquema de sonido interior con sistema de doble fachada	97

INTRODUCCIÓN

Este proyecto con título: *Sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios auto-sustentable* es un análisis de cómo una segunda piel puede generar cambios positivos al interior de una fachada; incorporando materiales que provean confort, seguridad y estética, desde la realidad climática de la ciudad de Guayaquil, donde además en ella se presentan una variedad de edificaciones.

Esta ciudad es el sitio oportuno para el desarrollo del proyecto, al contener edificaciones con estilos arquitectónicos vanguardistas, y diversos criterios funcionales en envolventes. El propósito es exponer una solución por medio de acero, aluminio y vidrio para contrarrestar los recurrentes daños de los agentes climáticos a la piel de un edificio base ubicado en el centro urbano de la ciudad de Guayaquil.

Ciertamente, la investigación propicia la innovación desde el contexto porteño, y esta se presenta con una sofisticada propuesta de un sistema de doble fachada con prismas verticales, que brindan dinamismo entre el cambio de sus caras, definiendo además una estandarización del módulo de fácil instalación en superficies exteriores de edificaciones.

La determinación de la propuesta se asentó en la fragmentación de cuatro capítulos donde cada uno explica las fases necesarias para el cumplimiento de la investigación; el primer aspecto se marca en el capítulo I titulado “Diseño de la Investigación”, que muestra el problema, la formulación de éste, los objetivos de investigación, la justificación, el alcance, la hipótesis y sus variables.

El siguiente capítulo II, denominado “Marco Teórico”, contempla los antecedentes de investigación, el marco referencial en cuanto a dobles pieles y el marco legal que incluye normas nacionales e internacionales.

El capítulo III expresa la metodología de la investigación, que determina los tipos de investigación, las técnicas y métodos, además incluye las entrevistas realizadas a expertos, las encuestas a usuarios, las debidas apreciaciones y el proceso del diseño.

Para finalizar la investigación, en el capítulo IV se indica el desarrollo de la propuesta, que consiste en presentar la concepción de un producto, en conjunto a la determinación respectiva de las dimensiones, costos especificaciones técnicas, las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios auto-sustentable.

1.2. Planteamiento del problema

Las opciones para proteger una fachada de las condicionantes del clima y su posible deterioro, son comunes en el país, sin embargo, existen alternativas que no del todo garantizan la comodidad de los usuarios. A todo esto, en la actualidad hay edificios o construcciones que tienen áreas extensas recubiertas de vidrio, otras que en cambio utilizan el metal en éstas superficies, aunque pueden generar un efecto visual agradable en el exterior, al interior no brindan la suficiente iluminación o ventilación.

En la actualidad, los consumos generales de energía de una edificación se incrementan por los excesivos usos de sistemas de climatización, que se requieren al equiparar el confort al interior de las fachadas expuestas al sol y que condicionan en muchas ocasiones los costos finales por el uso de la electricidad en viviendas o edificios.

A esta problemática se le suma que el sector de la construcción es causa de consumos altos de energía producida en el país la cual, en su mayoría, es generada mediante combustibles fósiles como el carbón o el gas, la construcción de los edificios genera impactos ambientales que incluyen la utilización de materiales que provienen de recursos naturales, el empleo de grandes cantidades de energía tanto en su construcción como a lo largo de su vida y el impacto ocasionado en el emplazamiento.

Por otro lado, hay usuarios que requieren un mantenimiento integral de sus fachadas que no siempre buscan la asesoría técnica que toda obra de construcción exige; al realizar una readecuación de suma importancia, esto puede ocasionar posibles desgracias personales, propias o ajenas, y pérdidas o desperfectos en edificaciones cercanas, además de la manipulación inadecuada de los materiales que deben desecharse, entre otros factores que en cambio sí consideraría un profesional al intervenir en una remodelación exterior de edificios.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo influye un sistema de doble fachada el confort térmico al interior de una edificación?

1.4. Sistematización del problema

¿Qué causas determinan la necesidad de una intervención exterior de edificios?

¿Cuáles son las características de un sistema de doble fachada?

¿Cuáles son los mecanismos necesarios para un sistema autosustentable de doble fachada?

¿Cuáles son los beneficios de la implementación de un sistema de doble fachada?

1.5. Objetivo general

Proponer un sistema de doble fachada usando acero, aluminio y vidrio para contribuir en el desempeño autosustentable de las edificaciones.

1.6. Objetivos específicos

- 1) Determinar el mecanismo de doble fachada que se utilizará en la propuesta a través de la ponderación de los tipos existentes.
- 2) Establecer las dimensiones de la propuesta a través del diseño modular
- 3) Plantear las ventajas del uso del sistema de doble fachada.

1.7. Justificación

El proyecto de investigación Sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios auto-sustentable, es la solución a problemáticas como sofocación interior de edificaciones, consumos energéticos elevados o deterioro en fachadas, mediante la incorporación de metales y otros elementos constructivos, complementados con criterios sostenibles para la adecuada ventilación de espacios interiores.

El estudio de los elementos de una envolvente es necesario porque se garantiza la función principal de generar una superficie que permanecerá fresca, ventilada y protegida de agentes atmosféricos como la lluvia, el sol, el viento, además de contribuir al aislamiento acústico; todo esto mediante componentes que logren ejercer una adecuada adaptación en construcciones elaboradas desde hace muchos años, además de evitar posibles pérdidas de frío o calor aislando adecuadamente a los edificios.

El cantón más poblado de la provincia del Guayas: Guayaquil, es el sitio idóneo para proyectos de este tipo, porque de manera general, se percibe en la ciudadanía la

necesidad de proyectos que mejoren su condición de vida, y por ende considere criterios sostenibles desde edificios residenciales, comerciales, de oficina, entre otros.

La importancia de esta investigación se determinará a proyectar en la edificación una nueva apariencia que refleje una función autosuficiente en consecuencia a las crecientes demandas de la comunidad guayaquileña, incorporando con la doble fachada criterios de sostenibilidad, y un papel crucial para la estética de la superficie.

1.8. Delimitación de la investigación

Campo: Educación superior. Pregrado.
Área: Arquitectura.
Aspecto: Investigación descriptiva
Tema: Sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios auto-sustentable.

Delimitación espacial: Guayaquil-Ecuador.

Delimitación temporal: 6 meses

1.9. Hipótesis

Con la propuesta de un sistema de doble fachada con acero, aluminio, y vidrio se obtendrá un diseño auto-sustentable para edificios.

1.9.1. Variable independiente

Para edificios auto-sustentable.

1.9.2. Variable dependiente

Sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio

1.10. Línea de investigación de la institución / facultad

Tabla 1

Línea de investigación

Línea de Investigación		
ULVR	FIIC	Sub-línea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	2. Materiales de Construcción	A. Materiales innovadores en la construcción.

Fuente: FIIC (2019)

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Las dobles pieles no es un término que se lo use recientemente, más bien guarda semejanzas con otras técnicas usadas desde mucho tiempo atrás, con la finalidad de conseguir edificios con bajo consumo energético. En referencia a esto, existen sistemas antiguos que han demostrado eficiencia en cuanto a confort térmico, mediante una cámara que funcionaba como acumulador de aire caliente para mejorar la temperatura en ambientes no caldeados, se lo denominaba como “buffer”(Cuerva, 2014).

En el viejo continente, se usaba comúnmente una forma particular de edificar viviendas, se trataba de ventanas con apariencia de caja, esta característica permitía contener doble acceso, además, en la parte intermedia se disponían persianas, lo que llegaba a fortalecer el control de la temperatura. Las superficies externas podían abrirse si las condiciones climáticas exigían la ventilación natural, mientras que las celosías se encargaban del acceso de la luz solar; otros métodos parecidos se han utilizado desde mucho tiempo atrás, en especial en zonas frías, para aprovechar el aire caliente acumulado, mediante la fachada.

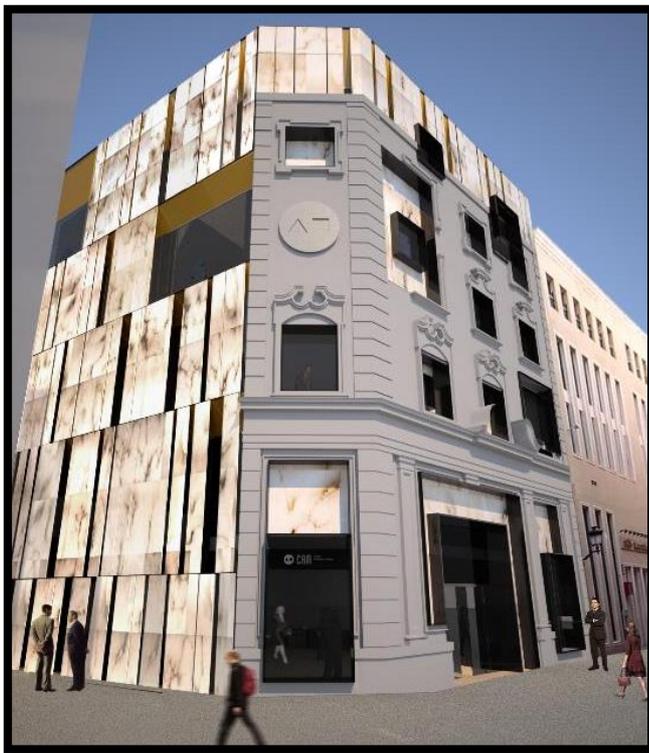


Figura 1. Doble Piel en fachada de edificio en España
Fuente: La opinión de Murcia (2010)

Según Arons y Glicksman (2001 citado por Omedilla 2014), el sistema de doble fachada “se compone de dos capas que permiten el movimiento de aire exterior o interior en él”. Entre otros criterios, se habla del término “doble piel”, que consiste en dos capas transparentes, en la mayoría de veces; es decir que el vidrio ha sido protagonista de este tipo de técnica y su control de iluminación la hacen la opción más común en los diseños de superficies exteriores.

El primer edificio que se conoce que utilizó la técnica, según varios autores, es la fábrica alemana Steiff, desde 1903; esto para mantener la mayor cantidad de concentración de luz natural, en contraste a las temperaturas mínimas y los vientos extremos de la zona. La mejor forma de hacerlo radicaba en el diseño de sus tres niveles, la planta baja funcionaba como depósito, mientras que los pisos superiores se disponían como espacios de trabajo. Años después, se instalaron dos niveles más, usando de manera similar, la doble piel se elaboró con estructura de madera (Irulegi, Sierra, Hernández, Ruiz-Pardo, & Torres, 2013).

A partir de 1920, en el mundo se vieron replicados sistemas de doble piel, un referente de esto es el edificio residencial Narkomfin, diseñado en el año de 1928 por Moisei Ginzburg, no obstante, Le Corbusier fue uno de los principales pioneros de las fachadas dobles, con el denominado proyecto "Mur Neutralizant", en el que ponía en manifiesto la inducción al mundo de mecanización, mediante un muro neutralizante, que controlaba el clima exterior hacia el interior, esto suponía un gasto importante en la ejecución de sus obras, por lo que no logró consolidarse, aunque esto dio paso a otra técnica de control solar como el “brise –soleil” (Cuerva, 2014).

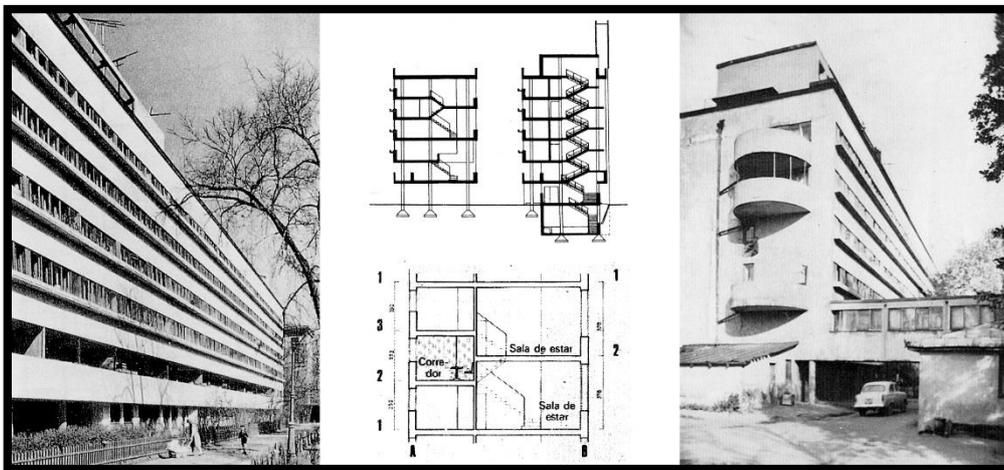


Figura 2. Edificio residencial Narkomfin
Fuente: Casa abierta (s.f)

Oscar Niemeyer fue el encargado de ejecutar la idea de Le Corbusier en 1936, con la obra emblemática, el edificio del Ministerio de Educación Nacional en Brasil, la primera de sus creaciones en usar técnicas semejantes a superficies acristaladas. Brise-soleil era el mecanismo ideal para controlar la posición de los rayos solares y su ingreso al interior de la construcción, un sistema prometedor para la arquitectura brasileña, que fue empleada desde los 40 hasta los 70, luego se aplicaron otros mecanismos que lograron su relevo (Cuerva, 2014).

A finales de 1970, el uso del muro cortina fue de gran acogida en edificios que demandaban eficiencia energética, a la vez de que solicitaban fachadas con transparencias, de manera especial, en el que se disponían oficinas; esta técnica consiste en un cerramiento ligero mediante cristales resistentes a la presión de viento y otras condicionantes del clima. Sus principales precursores fueron Mies Van de Rohe, Walter Gropius y Le Corbusier, gracias a sus diseños, este sistema llegó a expandirse por el mundo.



Figura 3. Edificio del Ministerio de Educación en Brasil

Fuente: Arch Daily (2015)

En 1980, ya se hablaba de la denominada “fachada ventilada”, esto gracias al diseño de los arquitectos Helmuth, Obata, y Kassabaum, ejemplificada en el edificio *Occidental Chemical Centre* en Canadá, convirtiéndose en la primera solución

moderna norteamericana. Su eficaz funcionamiento dependía de una cámara formada entre dos superficies acristaladas, que incluían un sistema motorizado que permitía el flujo vertical del aire, mientras se disfrutaba de la iluminación natural.

En las décadas posteriores, se formulaban ideas más sofisticadas edificatorias con dobles pieles, debido a los movimientos ecológicos y sostenibles; el interés de optimizar el clima y reducir el aire contaminado, dieron origen a los denominados “edificios verdes”, que representaban a los sectores empresariales comprometidos con la preservación del planeta. Fue ahí donde se precisaron normativas de construcción referentes al ahorro energético, y donde la técnica fue expandiéndose como la solución más eficiente.

2.1.1. Las fachadas en Guayaquil

Según Hoyos (2015), director de Cultura y Promoción de municipio de Guayaquil, la ciudad tiene una historia considerable en cuanto a arquitectura y construcción, que muchos nativos desconocen, indica además que se puede identificar cuatro criterios arquitectónicos usados en los diseños de fachadas en la localidad. De esta manera, gran parte de aquellas tendencias se reflejan en los 521 edificios patrimoniales denominados por el Instituto de Patrimonio Cultural, entre éstos existen edificaciones, iglesias y plazas (Neumane, 2015).



Figura 4. Edificio Alejandro Tola Pareja (Consulado de Mónaco)
Fuente: El Universo (2015)

El primer estilo que indica Hoyos (2015), es la arquitectura de la colonia, donde se observaban casas de madera, con fachadas similares en todas las calles, predominando las galerías hechas con arcos de media circunferencia; lamentablemente, esta tendencia se perdió con los incendios de los años 1896 y 1902. Desde entonces se distinguieron cambios de estructura en las fachadas guayaquileñas, que manejaban características republicanas, es decir, con alegorías a base de hierro forjado; sin embargo, existen construcciones conservadas que aún pueden visualizarse en el barrio Las Peñas.



Figura 5. La casa Calderón (Barrio Las Peñas)

Fuente: El Comercio (2019)

Cuando llegaron los arquitectos italianos a la ciudad, se instauró una nueva técnica constructiva, donde predominaba el hormigón armado, basado en los criterios de la arquitectura neoclásica. Éstas edificaciones datan desde la década de 1920 y 1930, con elementos sobresalientes de este estilo como columnas, órdenes y frisonas; los constructores y diseñadores más destacados en este periodo fueron los italianos Francisco Macaferri, Rocco Queirolo, Luigi Fratta y los españoles Francisco Manrique y Joaquín Pérez Nin.



Figura 6. Casona Universitaria

Fuente: El Universo (2015)

Desde 1970, en la ciudad ya se evidenciaban edificaciones con características de la arquitectura moderna; y se pueden mencionar algunas edificaciones que marcaban la funcionalidad con las tendencias en esa época, y cada vez se han mejorado en cuanto a materiales y técnicas de instalación. La Caja del Seguro Social, uno de los edificios icónicos de la urbe, fue construido en 1968, por el ingeniero Martínez, bajo un diseño particular del arquitecto Gortaire, donde predominan las curvas sobre una base semicircular.



Figura 7. Caja del Seguro en Guayaquil

Fuente: Guayaquil es mi destino, 2018

Estos edificios no dejan de ser admirados por los acabados en sus fachadas, de forma especial al referirse de sus recubrimientos elaborados con acero auto-patinable o Corten; lo que permite que las superficies se conserven mucho mejor y facilitando su mantenimiento, sin mencionar que es adaptable al entorno. Con el paso del tiempo, este material genera una capa que llega a dar un aspecto distinto de cualquier otra superficie, esta misma capa le da una acción protectora, lo que también disminuye su mantenimiento (Neumane, 2015).

Otro elemento popularizado en fachadas es el panel compacto decorativo laminado sometido a alta presión (HPL) o tablero fenólico, es una pieza reconocida por su resistencia y dureza, en la cara exterior pueden aplicarse resinas o hojas llamativas de colores. EL representante de Panelex, Nelson Díaz, indica las utilidades de usar este tablero, comenzando por su composición laminar, lo que permite disponer de diferentes tipos de capa exterior, que le da la decoración final al elemento; lo considera además como innovador, puesto que está presente en edificaciones importantes del Puerto Santa Ana en Guayaquil, y otras construcciones modernas en Quito, como la Plataforma Gubernamental.

Para revestir fachadas en la actualidad, están los llamados paneles de aluminio compuesto, que son materiales hechos por dos placas de aluminio unidas por un núcleo de polietileno; este elemento representa innovación y está cada vez más presente en edificios guayaquileños. Mencionando ejemplos claros de éstos son el estadio Capwell que utiliza plancha con un grosor mayor de lo normal y pre pintado con una técnica especial que le garantiza más durabilidad, además está el centro comercial Mall del Sur, que se destaca por su acabado en dorado y la resistencia a los rayos UV.



Figura 8. Estadio George Capwell
Fuente: Emelexista (2018)

Por otro lado, el arquitecto urbanista Rafael Arízaga, encargado de varias obras de restauración en edificios considerados como patrimonio nacional, insiste que el uso del acero y aluminio en fachadas es muy seguro, además que es un material resistente a los factores climáticos, considerando la variación de ellos en cada temporada del año. Expresando con propiedad, indica que los meses en que la lluvia se hace presente en las calles de la ciudad, este elemento es muy adecuado ante la corrosión, así como en el verano, donde los vientos, polvos y rayos solares son inclementes.

Y en materias de aceros, los más destacados dentro de los ambientes costeros son los especiales que se visualizan en obras públicas; específicamente se trata del A-34, o acero naval, que contienen alta resistencia a la corrosión de los ambientes salinos; otro más resistente aún es el A-580, que se utiliza en estructuras de puentes, y que su aspecto hace prescindir de algún tipo de pintura, puede disponerse como elemento visto, ya que su acabado es muy estético (Alvarado, 2017).

2.1.2. La eficiencia energética en edificios locales

Sobre la eficiencia energética en las edificaciones en el país, el organismo que manifiesta su postura es el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), y esta entidad sostiene que la eficiencia tiene que ver con no malgastar los servicios, recursos o patrimonios que se posee (Registro Oficial N° 449, 2019). Gran parte de lo que ello amerita, se lo presenta en el Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE, 2017), en donde se fomenta el uso de energías renovables, además de un consumo de energía más responsable; por otra parte se propone también la aplicación de tecnologías que logren el uso eficiente de la energía eléctrica.

En referencia a gobiernos seccionales, desde el municipio de Guayaquil ya se ha abordado este tema desde el año 2019, mediante una ordenanza que promueve las construcciones amigables con el medio ambiente, con este plan también se regularizan obras antiguas, que deseen obtener certificaciones verdes, lo que las harán más atractivas dentro de su nicho de mercado. En ese sentido, hay empresas que comercializan productos ecológicos, sin embargo, su clientela ve más favorable a aquellas que promulgan el cuidado ambiental desde su edificación (Zambrano, 2019).

Desde el punto de vista energético en el país, dentro de los sectores económicos se ha visto que el ámbito industrial ha presentado un crecimiento en consumo, con un 94% desde la última década, el crecimiento de la sección comercial es de un 89%, desde el sector residencial se presenta un uso del 72% la categoría de otros con un 74%

y la categoría con menor crecimiento ha sido la categoría de alumbrado público con un 35%, como se muestra en la figura (CONELEC, 2013).

Por otra parte, el Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), elaboró el denominado “Sistema de Información de Edificios de Ecuador” que realizó un estudio de edificios en la zona costera del país, así como la zona Insular, los cuales tienen diferentes funciones, por ejemplo, 18 edificaciones se encargaban de actividades involucradas en telecomunicaciones, el consumo de energía promedio de ellas fue de 342 kilovatios hora por metro cuadrado (kW h m²), siendo mayor que la media de niveles de consumo entre 22 hospitales evaluados con 189 kW h m², lo que dejó a este sector como el que más demanda de energía utiliza (El telégrafo, 2018).

Por el contrario, los centros educativos fueron los que demostraron menor consumo, con un equivalente de 14 kW h m² entre ellos, en total se analizaron 502 edificaciones con varias actividades económicas, con el fin de utilizar los estudios para generar planes para optimizar el uso de la electricidad en todos los edificios. Otro aspecto estudiado son los niveles de consumo de electricidad en el contexto nacional, por lo cual se determinó un mayor aumento es el sector industrial desde el 2003 hasta el 2012 de un 29% a un 31%., mientras que el residencial pasó de un 36% a un 35%.

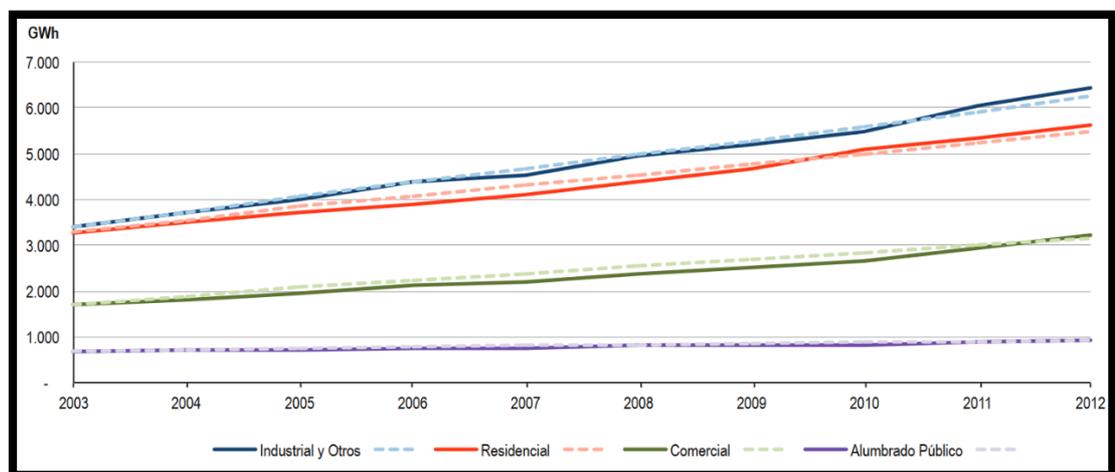


Figura 9. Consumo eléctrico nacional por tipo de uso
Fuente: Plan Maestro de Electrificación 2013-2022

2.1.3. Tesis internacionales

Entre las investigaciones sobre fachadas sostenibles, se presenta la arquitecta Mónica Blanco Olalla (2014) de Brasil, con un estudio acerca de los métodos eficientes para edificar superficies bajo criterios de sostenibilidad, y menciona que diseñar con responsabilidad implicar incluir dichos criterios no como una tarea que se

decida o no elegir, más bien se trata de que siempre se las considere. Por otra parte, reflexiona sobre la realidad de las opciones de energías renovables actuales y su costo, por tanto, considera que muy pocos le dan la oportunidad a causa de la inversión que ello implica, no obstante, sus beneficios son evidentes a largo plazo.

En otro punto, la doctora Andrea Niampira Daza (2014) de España, analizó el comportamiento del sonido frente a una fachada ventilada con revestimiento ligero, y en específico se refiere al tipo de ventilación que éstas contemplan para lograr termicidad, lo que concluyó en la importancia de valorar el tipo de muro construido y saber aprovechar sus condiciones de ventilación; ella interviene en fachadas antiguas para demostrar la posibilidad de transformarlas en fachadas ventiladas ligeras, explica además que el incremento de confort acústico depende del muro base.

En cuanto a innovación de pieles exteriores, la Arq. Natalia Bublik Abufon (2014), realizó una investigación sobre fachadas activas, su proyecto estaba basado en el uso de una membrana textil templada como segunda piel de una edificación; en consecuencia, la autora analizaba las prioridades del diseño, lo que le llevaba a concluir que la forma del material ayudaba a confrontar el asoleamiento y la ventilación carente.

Otro criterio investigativo es el de la Arq. Diana Bustamante Parra (2015) de Colombia, con su tesis titulada: La profundidad de la envolvente, con la cual identifica la variedad de situaciones en la que se la puede desarrollar, además de sus limitaciones, considerando que ella misma es un medio que confina un determinado espacio. Ella valora las concepciones arquitectónicas de las fachadas colombianas como medio generador de técnicas y formas de expresión.

De forma concluyente, la arquitecta se basa en los casos estudiados para unificar un criterio de la actualidad de la fachada, y éste es que la superficie exterior dejó de plantearse como una cerradura puntual, más bien se proyecta como área que intersecta dos ambientes, interior y exterior, que contiene verticalidades que enfrentan las particularidades del clima, además de la eficacia de lo que se quiere lograr dentro de la edificación, es decir, equilibrar la función y el aspecto.

Por último, está el Arq. Felipe Adrián Naranjo Ortega (2016) de España, que investigó sobre los materiales de un elemento de la fachada en específico, estas son las celosías. Este estudio realizado en Quito conlleva examinar cómo es posible contralar la iluminación y visualización de este componente arquitectónico para poder

aprovechar al máximo la luz natural en los edificios, ya que en el contexto se desarrollan varias edificaciones con mayores superficies de acristalamiento, ello comprobó que el ancho de las lamas más el factor de obstrucción son determinantes para aplicar una celosía en la latitud 0, de esta manera se logrará bloquear la dirección de la luz solar y mantener una agradable visión del exterior.

2.1.4. Tesis nacionales

Dentro de las investigaciones nacionales, el Arq. Soria (2017) desarrolló un análisis sobre tres edificios en Quito y la eficiencia energética que presentaban según la envolvente de cada una de ellos, esta observación estaba basada en la Norma Ecuatoriana de la Construcción capítulo 13 (NEC 11 Capítulo 13), en consecuencia, luego de comparar los requerimientos de la norma y los ya establecidos en el edificio, se proyectó tomar dichas exigencias para mejorar el aspecto energético que proporcionaban las fachadas, se tomaron tres estrategias pasivas como masa térmica, ventilación y manejo adecuado de los elementos transparentes.

Por consiguiente, la aplicación de dichas medidas, logró establecer la considerable optimización de la eficiencia energética de los tres objetivos de estudio, aparte de eso se examinó cuáles de las soluciones en construcción actúan de mejor forma frente a los factores térmicos y de energía para un contexto como la ciudad capital. En resumen, esta investigación definió las medidas que pueden adoptar las nuevas edificaciones quiteñas en su afán de mantener eficacia de energía.

Otro estudio similar lo realizó el arquitecto Morán (2016), analizando las estrategias de Curtain Wall o Muro Cortina usadas en las fachadas de los edificios del Complejo Judicial Norte en Guayaquil, basado en el comportamiento higrotérmico al interior de las mismas y su inminente estado de condensación del vapor superficial tanto al interior como en la intersección de la fachada, con el fin de determinar las medidas para el mejoramiento del confort térmico que regularmente presenta una superficie acristalada.

Como resultado, el arquitecto concluye que uno de los métodos más eficientes para disminuir la ganancia solar, es el doble cristal, ya que su cámara de aire perite reducir la termicidad, sin embargo, para que esto sea necesario se debe considerar las siguientes características establecidas por el arquitecto: “un vidrio exterior con absorción de calor y de baja emisividad, una cámara de aire de 12 mm, y una estructura

de separación rellena de sales minerales que absorben la humedad y un vidrio interior de 6mm” (Morán, 2016).

Sobre fachadas cinéticas, el Arq. Coellar (2017) formalizó una comparación entre una piel dinámica y una superficie de vidrio como ventana común, y concluyó que el confort de luminosidad aumentó de forma considerable en el interior de la edificación, además de aprovechar el dinamismo para controlar el paso de la luz natural durante las horas de sol.

Además, este tipo de fachada permite aprovechar los giros de sus componentes como dispositivos para poder recibir la captación la radiación, y con eso es posible generar energía alternativa, así como determinar el ahorro energético durante las algunas de las épocas del año, otro punto a considerar es los elementos que acompañarán a las celosías, tales como los accesorios para conformar los mecanismos de rotación, también el tipo de vidrio y el análisis de las estructuras de soporte y fijación.

2.1.5. Proyectos internacionales

- **Ciudad de La Justicia de Las Palmas-España**

El edificio “Ciudad de la Justicia” ubicado en España, es una construcción de tipo pública, en donde funcionan oficinas, despachos, salas de reuniones o similares, como obra de NRED arquitectos, todo esto conllevó a un verdadero reto en cuanto a fachadas, ya que se realizaron tres tipos de envolventes; el primero es el sistema de brise-soleil en fachadas norte y sur, con lamas de aluminio anodizado que integran piezas de diversos colores en un “zigzag-ritmado” (Riventi, 2016).

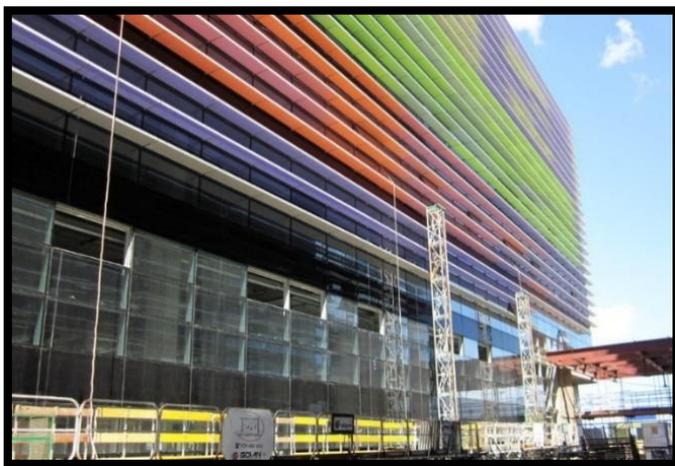


Figura 10. Edificio Ciudad de la Justicia, España
Fuente: Riventi, 2016

Una de las piezas importantes en esta sección son las lamas, ya que su inclinación hacía posible que los colores se vean reflejados de acuerdo a los giros en distintos planos de la edificación; lo que da como resultado un elemento cromático y degradado, esta particularidad llena de vida a la fachada norte - sur. No obstante, esta característica no fue producto de preferencias simples, más bien se repensó cada uno de los colores para conformar una gama equilibrada y que su efecto muestre tonalidad y sobriedad.

La otra envolvente se trata de la dispuesta en la fachada sur-este, que está constituida por una sección base hecho de muro cortina continua, y en cuerpo de los niveles superiores, también se destaca el sistema de muro cortina; en esta ocasión, abotonado, funcionando como una segunda piel sobre la primera de hormigón armado. Por último, se destaca la cara oeste, donde la protagonizan las lamas hechas de aluminio, distribuidas horizontalmente y con distintas inclinaciones, haciendo una particular similitud a la dinámica de las olas del mar, accionadas como una persiana de tipo veneciana.



Figura 11. Edificio Ciudad de la Justicia, España
Fuente: Riventi, 2016

- **Dirección General de Patrimonio del Estado.**

Esta edificación fue denominada como la mejor Fachada de Vidrio en el año 2014, asignada dentro de esta categoría en los premios Saint-Gobain Cristalería/Citav, en España. Esta obra está basada en un muro cortina con dos pieles, con un sistema

conocido como R70ST, que consiste en trabajar con perfiles ocultos y con llaga abierta de 20mm. Conforme a estos complementos, la integración de otros elementos no se complica, más bien funciona como sistema de apertura proyectante al exterior, y se le suma la facilidad de disponer la ventilación superficial que recorre el espacio interior que forman ambas pieles (Riventi, 2015).

Por otra parte, el anclaje se desarrolla, en su parte superior a modo fijo, y en su sección inferior a modo flotante, planteándose bajo el diseño común de un muro cortina, así como su prevención hacia eventuales movimientos de dilatación. Todo lo anterior hace que esta edificación se reconozca por la composición de la superficie que se aprecia al exterior, en específico por la disposición de sus lamas de vidrio, con 470mm. de alto y separadas por 30mm.

En consecuencia, la fachada que se presenta es respirante, lo que hace que al interior de la edificación se dé el mejoramiento del confort térmico, a causa de la reducción de la incidencia de los rayos solares, optimizando el control solar en todo el conjunto de la superficie con las capas que la componen y su capacidad de renovación de aire circulante. A todos sus beneficios se le suma la facilidad del mantenimiento gracias al pasillo dispuesto entre las dos pieles, hecho de acero Trámex, con unos accesos desde puntos estratégicos.



Figura 12. Edificio Ciudad de la Justicia, España

Fuente: Riventi, 2016

- **Café-restaurante OPEN**

Este café-restaurante OPEN está ubicado en Ámsterdam, sobre las estructuras de un viejo puente de llamativa historia y arquitectura, re diseñado por el estudio

Architekten Cie; éstos supieron aprovechar el paisaje y su emplazamiento como atracción de los turistas. No obstante, su fachada acristalada también es motivo de mucho interés de los visitantes, debido a su sistema de piezas retráctiles, que pueden abrirse o contraerse en determinados periodos, similar al mecanismo de un paraguas (Lara, 2015).

La composición de este sistema consta de dos hojas de vidrio que van plegándose y a la vez se deslizan sobre un riel hasta conseguir una apertura total del vano, complementado con estructuras de metal, lo que lleva a mantener un estilo moderno, puro y orgánico. En el interior la iluminación es directa, por lo que las hojas contraídas hacen las veces de aleros, además de la instalación de unas cortinas interiores que se disponen para las ciertas horas del día.

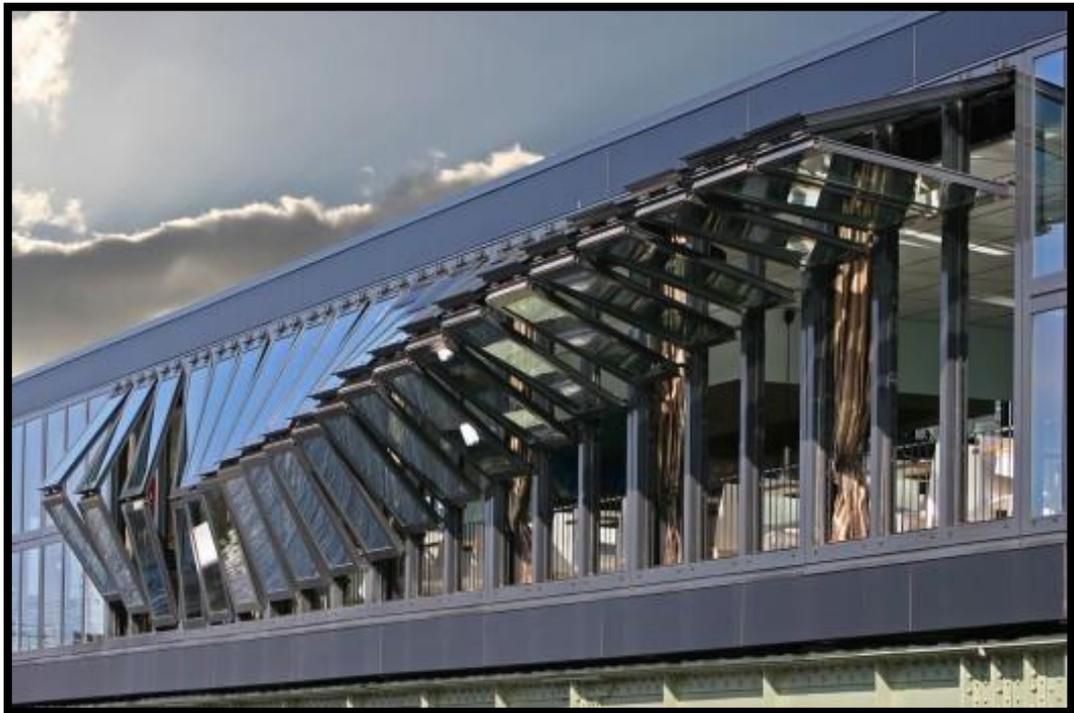


Figura 13. Café-Restaurante en Holanda
Fuente: Economic Architecture, 2015

2.1.6. Proyectos nacionales

- **Edificio Halcón en Cumbayá- Quito**

Ubicado en Cumbayá, uno de los polos de mayor crecimiento poblacional y económico de Quito, se proyecta como un edificio de uso mixto compuesto por 48 oficinas de distintos tamaños, 17 locales (comerciales y restaurantes), estacionamientos subterráneos y un núcleo central compuesto de un bulevar interior,

plazas elevadas, puentes, espacios verdes y miradores en los distintos niveles que lo conforman. Sus diseñadores, TEC Taller EC, concibieron el proyecto partiendo de: el uso (entendido como programa integral) y el medio ambiental (ubicación y confort).

Este edificio rompe completamente el paradigma del edificio de oficinas tradicional (núcleo central opaco y vidrio en las fachadas exteriores) generando transparencia en el interior del edificio y una sensible permeabilidad en el exterior. La malla metálica perforada protege el interior del sol. Se crean, así, zonas de transición y de encuentro entre dos puntos importantes del recorrido: la salida de la circulación vertical en las diferentes plantas y el ingreso a cada oficina.

La utilización de los materiales y acabados deviene de esas particularidades del entorno, explica Morales. Todas las fachadas hacia las vías están cubiertas por una malla metálica perforada, como un elemento de transición visual y sensorial entre el tránsito vehicular y las actividades internas del edificio. Esta piel permite la entrada de luz natural de una forma sensible. La combinación del vidrio en las fachadas, en cambio, funciona como una doble piel que tamiza la luz y el calor naturales, muy fuertes en esa zona por muchos días.



Figura 14. Edificio Halcón- Quito
Fuente: El Comercio, 2018

- **Edificio Alambra - Samborondón**

El centro comercial Alhambra es un edificio de índole corporativa, en la que la oferta es de carácter internacional, que por vez primera ingresan al mercado ecuatoriano. Está ubicado en Samborondón y cuenta con 4 plantas más estacionamientos subterráneos, además muestra la sostenibilidad en el diseño, al priorizar el ahorro energético, con certificación LEED.

Con una estructura liviana y moderna, fachadas y pisos en mármol y vidrio, interiores modernos y minimalistas donde predominan el blanco, el negro y el gris, el complejo se erige como el más lujoso de la región. Además de la amplia oferta en moda, Alhambra Mall dispone de un gimnasio, casino y salones de reuniones (González, 2018).



Figura 15. Edificio Alhambra
Fuente: Fashion Network (2018)

- **Centro corporativo Ekopark- Quito**

Produbanco - Ekopark es la sede central de esta entidad financiera que se ubica en Quito, Ecuador; la infraestructura cuenta con una superficie total de 13.000 m², que se dividen en siete pisos. Entre sus espacios se encuentran salas de reuniones y locaciones con servicios adicionales como gimnasio, sala de juegos, cafés y salas de entrenamiento, especialmente diseñadas para el bienestar de los colaboradores y clientes.

Schneider Electric, líder en transformación digital de la gestión de la energía y automatización, asumió el reto de hacer de Prohubanco-Ekopark un edificio inteligente, seguro y conectado a través de la automatización de sus sistemas para convertirlo en una pieza arquitectónica emblemática para toda Latinoamérica.

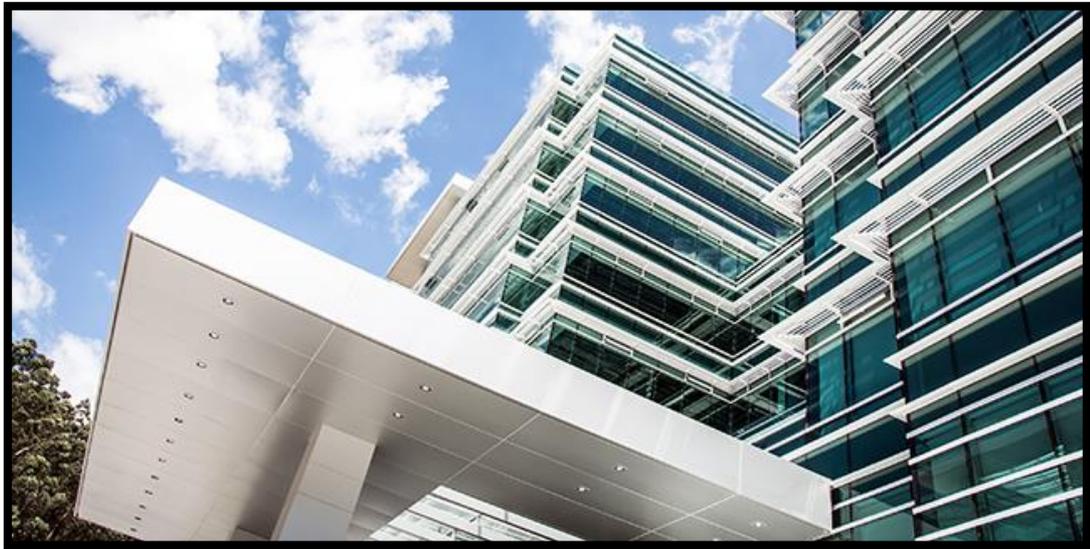


Figura 16. Edificio Prohubanco
Fuente: Ekopark (2018)

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Doble fachada

Existen varios conceptos sobre la doble fachada, sin embargo, no conservan diferencias de importancia entre ellas; según Dávila (2018), este sistema es también llamado doble piel o fachada ventilada, y se basa en la colocación de una capa adicional a la superficie ya existente en el exterior de las construcciones, lo que crea a su vez un espacio que funciona como estancia del aire entre la construcción y el revestimiento de la superficie.

Por otra parte, Souza (2019), afirma que no es un concepto que necesite de mucha explicación; a causa de que se asumen dos capas en fachadas, y precisamente la cavidad que se forman entre ellas es lo que determina la efectividad de este sistema en cuanto a aislamiento térmico. La versatilidad en esta técnica es la adaptabilidad a las temperaturas frías y cálidas, en el primer caso, el aire caliente es retenido por ambas capas, disminuyendo la pérdida de éste al interior de la edificación, mientras que, en el segundo caso, la cámara de ventilación ayuda a reducir la acción solar, mitigando su efecto calórico adentro del edificio.



Figura 17. Esquema de doble fachada
Fuente: Arte +, 2009

2.2.2. Clasificación de las dobles fachadas acristaladas

El sistema de doble fachada con acristalamiento tiene múltiples opciones en cuanto a materiales a usar en las capas, a la distribución de secciones, el flujo del aire, a la forma de ser instalado, por esta razón Cueva (2014) define tres grupos de técnicas de acuerdo a la siguiente función:

- El modo de ventilación de la entre piel.
- La naturaleza de la fuente que impulsa el aire.
- La compartimentación de la fachada.

2.2.2.1. Clasificación según el modo de ventilación de la entre piel

Desde este punto de vista se pueden destacar tres modelos de las dobles fachadas de vidrio ventiladas:

- Fachada suministradora
- Extractora
- Cortina de aire exterior

- Cortina de aire interior.

La **fachada suministradora** es aquella que mediante procesos naturales permite que en la cámara existente entre las dos pieles esté en constante renovación del aire proveniente del exterior. Cuando el aire caliente entra por la parte inferior de la cámara, va dirigiéndose al interior de la edificación mediante una rendija dispuesta para este fin, no obstante, este modelo es aplicable en climas fríos y en ambientes sin contaminación del ruido, esto ocasionaría un constante malestar por la transmisión del ruido exterior al interior.

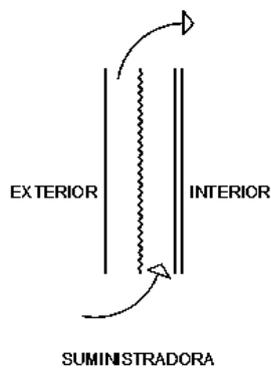


Figura 18. Esquema de fachada suministradora
Elaboración: Lucas F. (2020)

La **fachada extractora** tiene la función de tomar el aire caliente del exterior de la edificación por un conducto donde va enfriándose para dirigirlo al interior, para el uso de este modelo es necesario de equipos mecánicos de climatización, y al igual que la fachada suministradora, no es conveniente usarla si el ambiente exterior es muy ruidoso.

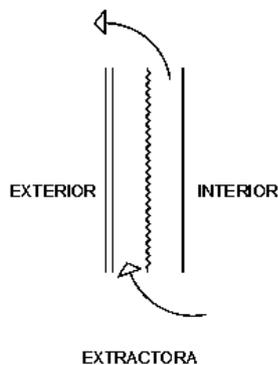


Figura 19. Esquema de fachada extractora
Elaboración: Lucas F. (2020)

La **cortina de aire exterior** es un modelo que permite que la ventilación de la cavidad esté enfriada naturalmente gracias al clima exterior, por lo cual es muy conveniente aplicarlo en climas mansos. La forma en que se desempeña se debe a la rendija inferior de la primera superficie, en el transcurso de su flujo natural el aire caliente es absorbido para sumergirse en el edificio, en ciertos casos es necesario apoyarse en medios mecanizados para lograr un buen ambiente interior, sin embargo, los sonidos exteriores pueden controlarse.

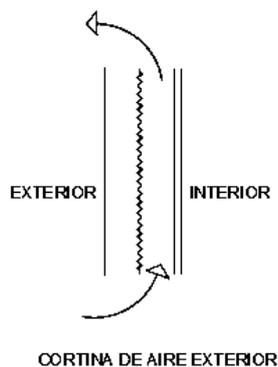


Figura 20. Esquema de fachada cortina de aire exterior
Elaboración: Lucas F. (2020)

La **cortina de aire interior** es un modelo funcional en climas fríos a causa de que la cámara entre las dos pieles sirve como antesala de climatización, por lo que el aire del interior del edificio es retenido, mientras que durante su flujo van absorbiendo los calores y en la rendija superior va introduciéndose en el edificio de nuevo, aquí los sonidos exteriores pueden ser controlados, y los equipos mecánicos también son útiles en esta tipología.

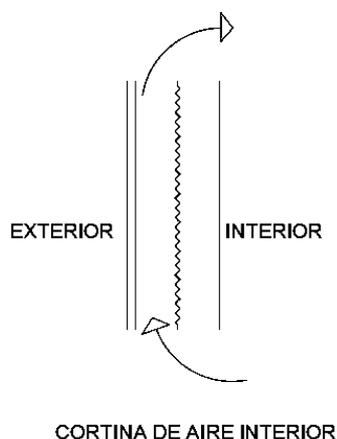


Figura 21. Esquema de fachada cortina de aire interior
Elaboración: Lucas F. (2020)

2.2.2.2. Clasificación por la naturaleza de la fuente que impulsa el aire.

Dentro de esta clasificación se distinguen los siguientes tipos:

- Ventilación natural
- Ventilación mecánica
- Sistemas híbridos

La **ventilación natural** de una doble fachada acristalada es aquella que puede desarrollarse mediante el denominado efecto chimenea o la presión de los vientos; este último es el que se encarga de controlar el flujo del aire, su velocidad y cantidad. Todo este sistema está diseñado para que se cree una diferencia entre las presiones que forman las rendijas de entrada y salida de la cámara gracias a la corriente de viento de la fachada.

En el caso del efecto chimenea, dentro de la cavidad llegan los flujos calentados por la radiación solar, este aire se densificado se disminuye y la consecuencia es la temperatura flotante. Esto conlleva a que el proceso del direccionamiento del aire entre la entrada y la salida de la cámara se vaya dando de forma natural y perdiendo el calor, por lo que es importante que la primera superficie mantenga la distancia necesaria para que no se introduzca dicho calor al interior de la edificación.

La **ventilación mecánica** es la que se da cuando dentro de la cavidad creada por las dos pieles existe también equipos que ventilan o extraen el aire, por lo que es más fácil determinar ciertos factores, como la humedad y la temperatura; este sistema es aplicado en las fachadas suministradoras o las cortinas de aire interior, hay quienes denominan a este modelo como “fachada activa”.

La tipología con **sistemas híbridos** es la que usa métodos naturales y mecánicos para acondicionar el aire de la cámara que forman las pieles, de manera que cuando el clima lo permita, se hace uso de su diseño simplificado, pero cuando el ambiente exterior sea indomable, se recurre a los medios mecanizados.

2.2.3. Comportamiento energético de la doble fachada acristalada ventilada

La doble fachada de vidrio es constantemente sometida a cambios termodinámicos a la vez de estados líquidos en escenarios complejos a causa de su exposición al ambiente exterior con sus factores impredecibles, esto incluye también la complejidad del interior de las superficies; dichas circunstancias son los flujos del aire y su

comportamiento, además de la transmisión de temperaturas por radiación, convección o conducción. Estudiar estas causas y consecuencias es fundamental para presentar un buen diseño de DFAV (Sánchez E. , 2017).

El desarrollo de la transmisión de las temperaturas es una de las partes fundamentales del diseño de una doble fachada, según varios autores, unos afirman que en el interior de una fachada con dos pieles el aire que permanece depende de las ganancias de temperaturas y el direccionamiento del viento. En el caso de que una superficie de doble piel se ventile naturalmente, el direccionamiento del aire está sometido a las diferencias del calor acumulado en el interior de la cámara de entre las dos pieles en conjunto al clima exterior, la presión del flujo también es un factor que incide en que el desarrollo de la ventilación.

El factor clave a considerar a la hora de establecer el comportamiento energético de la DFAV es la respuesta del vidrio ante la radiación solar. Así, cuando la radiación solar incide en la piel externa de la fachada, ésta es parcialmente reflejada, absorbida y transmitida. Cuando la fracción transmitida hacia el interior de la cavidad incide en la piel interna pasa por el mismo proceso de reflexión, absorción y transmisión, en este caso hacia el interior del edificio. Por efecto de la radiación absorbida, los diversos elementos de fachada y las superficies del recinto interior se calientan.

En condiciones de equilibrio termodinámico, estos elementos reemiten radiación de onda larga (infrarroja) en todas direcciones. Como los vidrios tienen propiedades ópticas selectivas espectralmente –en general son prácticamente transparentes a la longitud de onda de la radiación visible y casi opacos a la radiación de onda larga–, este calor reemitido por las superficies internas de la fachada queda atrapado en la cavidad, ocasionando un incremento de las temperaturas del aire en un proceso conocido como “Efecto Invernadero (Irulegi, Sierra, Hernández, Ruiz-Pardo, & Torres, 2013).

El principal factor que fomenta el movimiento del aire en el interior de la cavidad de la DFAV es la diferencia de presiones. Esta diferencia está originada por la flotabilidad térmica, por la acción del viento alrededor del edificio o bien por la utilización de dispositivos de ventilación mecánicos. Oesterle et al. analizaron el comportamiento del flujo de aire generado por la flotabilidad térmica en las dobles fachadas de vidrio. Según los autores, la doble fachada fomenta el movimiento del aire

en la cavidad como resultado del efecto invernadero creado entre las dos pieles de vidrio.

Al calentarse el aire disminuye su densidad y la flotabilidad comienza a desarrollarse creando un efecto chimenea, que impulsa el aire caliente a la sección superior de la fachada, mientras fuerza al aire frío del exterior a introducirse en la cavidad a través de las aberturas inferiores.

2.2.4. Acero

Según la RAE (2014), el acero es una aleación del hierro en conjunto a diminutas porciones de carbono, esto mejora propiedades como la elasticidad, temple y dureza. La Asociación Latinoamericana del Acero (ALACERO, 2020), afirma que la pequeña cantidad de carbono que contiene este elemento oscila entre los 0.03% y 1.075% de acuerdo al “peso de su composición”; además se indica que no debe confundirse ambos metales, ya que el acero supera en ciertas propiedades físico químicas al hierro, más aún cuando se habla de su resistencia.

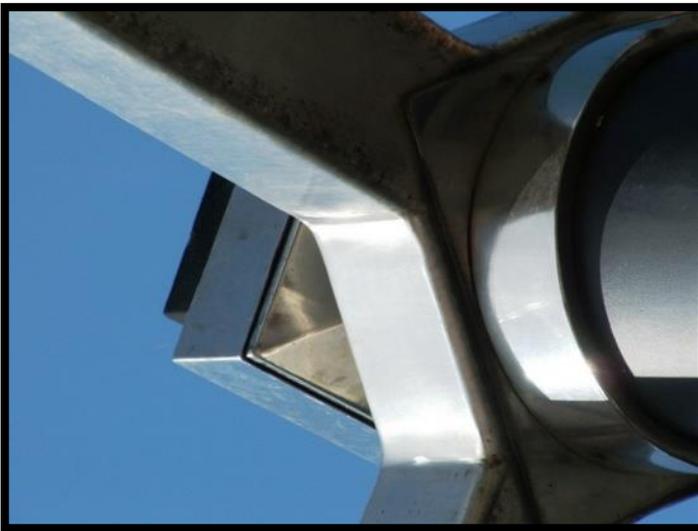


Figura 22. Acero inoxidable
Fuente: Construpedia (2019)

2.2.4.1. Clasificación de los aceros

En el mercado hay muchos tipos de aceros, según su tipo de aleación, esto también define los usos y aplicaciones que pueden presentar, por esta razón, este material es usado con mucha frecuencia, más si se trata de construcciones modernas. En efecto, la gran variedad de este componente ha desencadenado una serie de normas y

reglamentos dependiendo de cada país y, según la norma europea UNE-EN 10020:2001, los aceros por calidad se clasifican de la siguiente manera:

- Aceros aleados
- Aceros no aleados
- Aceros inoxidable

Los **aceros aleados** según Construpedia (2020), son aquellos que contiene cantidades pequeñas de otros metales, con lo cual se logra una modificación en sus propiedades, lo que lo hace un material mejorado para distintas aplicaciones. Ante la reformación del acero se sostiene mayor resistencia a los impactos, al fuego, o la abrasión, entre otras mejoras de las mecánicas, físicas y químicas. Entre las aleaciones más conocidas se encuentran los siguientes metales:

Cromo: Con este elemento se forman los carburos de cromo que se constituyen con dureza, lo que le permite endurecerse a profundidad, esto mejora su ductilidad y su resistencia al desgaste o corrosión.

Níquel: Este componente es capaz de mejorar los efectos térmicos, ya que amplía los intervalos en la temperatura, por esta razón se lo usa también con el cromo para aprovechar sus efectos de ductilidad y tenacidad.

Manganeso: Este es un elemento encontrado en todos los aceros, la aleación a éste se da cuando el manganeso es superior al 1%; funciona como desoxidante y desulfurante, es decir que contrarresta los efectos nocivos del azufre, a su vez ayuda al desarrollo óptimo de laminación y otros procedimientos donde interviene el calor.

Molibdeno: Con este componente el acero es capaz de resistir grandes temperaturas, debido a la capacidad de poder mejorar sus propiedades térmicas; este elemento va formando carburos a la vez que es disuelta en ferrita con cierta restricción, lo que fortalece su dureza y tenacidad.

Vanadio: Esta aleación es usada para obtener herramientas comunes, ya que resiste muy bien a ser ablandado, esto se da por su propiedad de desoxidante y la tendencia a mantener un grano fino.

Tungsteno: En esta aleación se produce una estructura densa y a la vez fina, lo que le otorga la tenacidad y dureza, tiene alta resistencia a temperaturas elevadas.



Figura 23. Acero aleado

Fuente: IDC (2019)

Los **aceros no aleados** según Elliott (2018) son aquellos que en el proceso de fundición del acero no se añaden otros elementos, dejando sólo las partículas esenciales de carbono y hierro. Para esto es necesario un templado a una temperatura específica, de no hacerlo se daría una alta sensibilidad al agrietamiento. Es muy usado en el reforzamiento del concreto, también en el armado de cercas o puertas de metal, un ejemplo es el acero forjado.



Figura 24. Acero no aleado

Fuente: OEC (2019)

Los **aceros inoxidables** son aquellos que contienen cromo en un porcentaje al mínimo de 10.5%, con carbono al máximo de 1.2% (Ingeniería, 2015). Estos elementos pueden llegar a resistir con alta eficiencia la oxidación, en otros casos inclusive en caliente, también se responde muy bien a la fluencia.



Figura 25. Acero inoxidable
Fuente: Geroneto (2020)

2.2.4.2. Tipos de Acero en la construcción

- Acero Corten
- Acero Asustado
- Acero Corrugado
- Acero Galvanizado
- Acero Inoxidable
- Acero Laminado
- Acero al Carbono
- Acero de Aleación
- Acero Dulce
- Acero Efervescente
- Acero Estirado en Frío
- Acero Estructural
- Acero Intemperizado
- Acero Suave
- Acero Negro

2.2.4.3. Propiedades mecánicas del acero

Plasticidad: esta propiedad es la que le da al acero la conservación de su forma luego de estar sujeto a ciertas fuerzas, esta característica es mayoritaria en aquellos aceros con porcentajes bajos en carbón (Prim, 2019).

Fragilidad: es la característica que hace que el acero pueda romperse al proporcionarle un determinado esfuerzo, los elementos con alta cantidad de carbón demuestran más fragilidad (Prim, 2019).

Maleabilidad: es esa particularidad que permite al acero comprimirse o aplanarse; algunos aceros pueden hacerlo con más facilidad que otros (Zapata, 2013).

Dureza: Es aquella propiedad que le da resistencia al acero contra los factores abrasivos, los componentes en aleación con el carbono, suelen ser más duros (Zapata, 2013).

Tenacidad: Esta característica hace que el acero desarrolle alta resistencia a una determinada fuerza externa, sin que se fracture, las aleaciones medianas de carbón demuestran más ductilidad (Prim, 2019).

2.2.4.4. Propiedades físicas del acero

- Densidad media: 7850 kg/m³.
- Se puede contraer, dilatar o fundir, según la temperatura.
- Su punto de fusión depende de la aleación y los porcentajes de elementos aleantes. Frecuentemente, de alrededor de 1.375 °C.
- Punto de ebullición: alrededor de 3.000 °C.
- Es un material muy tenaz, especialmente en aleaciones usadas para herramientas.
- Es relativamente dúctil; sirve para hacer alambres.
- Es maleable; se puede transformar en láminas tan delgadas como la hojalata, de entre 0,5 y 0,12 mm de espesor.
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
- Algunas composiciones mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico.
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos o químicos entre los cuales quizá el más conocido sea el templado del acero, aplicable a aceros con alto contenido

en carbono, que permite, cuando es superficial, conservar un núcleo tenaz en la pieza que evite fracturas frágiles.

- Se puede soldar con facilidad.
- Históricamente, la corrosión fue su desventaja, ya que el hierro se oxida. Pero los aceros se han venido protegiendo mediante tratamientos superficiales diversos. También existen aleaciones con resistencia a la corrosión como los aceros «corten» aptos para intemperie o los aceros inoxidable.
- Posee una alta conductividad eléctrica. En las líneas aéreas de alta tensión se utilizan con frecuencia conductores de aluminio con alma de acero.
- Se utiliza para la fabricación de imanes permanentes artificiales, ya que una pieza de acero imantada no pierde su imantación si no se la calienta hasta cierta temperatura.
- El acero se dilata y se contrae según un coeficiente de dilatación similar al coeficiente de dilatación del hormigón, por lo que resulta muy útil su uso simultáneo en la construcción, formando un material compuesto que se denomina hormigón armado.
- El acero puede ser reciclado. Al final de su vida útil, todos los elementos contruidos en acero como máquinas, estructuras, barcos, automóviles, trenes, etc., se pueden desguazar, separando los diferentes materiales componentes y originando unos desechos seleccionados llamados comúnmente chatarra.

2.2.5. Aluminio

El aluminio es un elemento químico tipo metálico, con numerología atómica 13, de color similar al de la plata, ligero, resistente y dúctil, muy abundante en la corteza terrestre, que tiene diversas aplicaciones industriales. Es el material no ferroso que está presente en la corteza terrestre en innumerables cantidades, extraído por la bauxita y se lo localiza en compuestos de oxígeno (Lenntech, 2019).

Según la empresa española Reynaers Aluminium (2014), el aluminio es un material ecológico, debido a sus características de resistencia, limpieza y ligereza. Afirman además que, gracias a su lenta oxidación, no mantiene niveles altos de contaminación a superficies terrestres o cuerpos de agua, además que esto lo hace fácilmente reciclable y muy duradero.

Al igual que el acero, es un material que también puede alearse con otros elementos para mejorar sus propiedades y ampliar su gama de aplicaciones en muchas industrias,

tales como la construcción, mecánica, diseño de interior, transporte, aeronáutica, utensilios varios entre otros, y muchos de estos productos mantienen una calidad, durabilidad y estética incomparable en el mercado (Promateriales, 2018).



Figura 26. Aluminio
Fuente: Aluminioal (2020)

2.2.6. Tipos de aluminio

El aluminio es un componente muy versátil por su gran variedad de aleaciones, no obstante, también existen aplicaciones del aluminio sin alear, desde ese punto de vista, se puede clasificar los aluminios de la siguiente manera (Promateriales, 2018):

- Aluminio sin alear
- Aluminio aleado

2.2.6.1. Aluminio sin alear

El aluminio sin alear es aquel cuyo contenido sea 99% del total del peso; de esta forma es considerado como aluminio de alta pureza y se ubica en el grupo denominado como 1000, donde se dispone este elemento para el uso de láminas asfálticas, paneles tipo sándwich, chapas plegadas, telas, el llamado papel aluminio o paquetes flexibles (Promateriales, 2018). Por otro lado, las propiedades en esta presentación son variados, algunos son buenos conductores eléctricos, otros son anticorrosivos, y algunos con cierta dureza.

2.2.6.2. Aluminio aleado

Gracias a sus aleaciones, el aluminio puede ofrecer variados productos con distintas particularidades para abarcar varias necesidades de las industrias comerciales. Sus aleaciones más comunes son con el hierro, magnesio, silicio, cobre, titanio, cromo,

níquel, zinc y otros compuestos. Dichas fusiones mejoran propiedades como la dureza o la resistencia mecánica.

Según el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), existen se clasifican mediante un sistema de cuatro dígitos que indican los principales elementos usados, su designación, la modificación y los números consecutivos de aleación. A continuación, se presenta dicha clasificación (Cruz, 2015):

Estos son los principales componentes de cada serie:

Serie 1000: 99% de aluminio como mínimo (aluminio puro)

Serie 2000: Cobre

Serie 3000: Manganeso

Serie 4000: Silicio

Serie 5000: Magnesio

Serie 6000: Magnesio y silicio

Serie 7000: Zinc

Serie 8000: otros elementos

2.2.6.3. Propiedades generales del aluminio

Tabla 2

Propiedades generales del aluminio

	Aluminio, Al, 13
Nombre, símbolo, número	
Serie química	Metales bloque p
Grupo, período, bloque	13, 3, p

Fuente: Lenntech, 2019

Elaboración: Lucas F. (2020)

2.2.6.4. Propiedades físicas

Tabla 3

Propiedades generales del aluminio

	sólido
Estado de la materia	
Punto de fusión	933,47 K(6600C)
Punto de ebullición	2792 K
Entalpía de vaporización	293,4 KJ/mol
Entalpía de fusión	10,79 KJ/mol

Fuente: Lenntech, 2019

Elaboración: Lucas F. (2020)

2.2.6.5. Propiedades diversas

Tabla 4

Propiedades generales del aluminio

	1,61 (Pauling)
Electronegatividad	
Conductividad eléctrica	37,7 x 106/m
Conductividad térmica	237 W/(mK)

Fuente: Lenntech, 2019

Elaboración: Lucas F. (2020)

2.2.6.6. Usos del aluminio en la construcción

La ligereza de este material es el principal motivo por el que se utiliza el aluminio. El aluminio es muy ligero, especialmente si lo comparamos con otros materiales como el acero. Para la fabricación e instalación de andamios es perfecto, ya que las piezas independientes cuentan con un peso muy ligero sin comprometer su resistencia. Su durabilidad y resistencia a la corrosión también influyen el uso del aluminio en la construcción. Debido a esto, el aluminio es muy utilizado para acabados exteriores de edificios. Independientemente de las condiciones que deba soportar, el aluminio apenas notará el efecto de la corrosión.

Otra característica importante que define al aluminio es su maleabilidad. Contar con materiales capaces de adoptar todo tipo de formas es perfecto para diseñar estructuras, muchas de ellas se realizan a base de aluminio precisamente por esta característica. El aluminio se utiliza bastante, especialmente la arquitectura contemporánea, para rematar fachadas estructurales y acristalamientos. El aluminio se fija perfectamente a la estructura y es el material perfecto para actuar como marco en apliques con vidrio.

Además de la propia construcción, el aluminio se utiliza en muchas de las herramientas y estructuras necesarias para la propia construcción del edificio, una clara muestra son los andamios de aluminio. Una propiedad del aluminio poco conocida es que soporta todo tipo de acabados, de esta manera podemos obtener detalles de aluminio de imitación a madera, anodizados, lacados en diferentes colores, etc.

Otra razón por la que el aluminio es utilizado en construcción es por sus posibilidades para ser reciclado, de hecho, este material es 100% reciclable y su tasa de recuperación en el sector de la construcción llega a ser hasta del 95%, un porcentaje muy alto si lo comparamos con otros materiales similares, ampliamente utilizados para la construcción de edificios.

2.2.7. Vidrio

Según la norma ecuatoriana NEC HS-Vidrio (2015), el vidrio es una composición química de silicatos sólidos y cal que forman un elemento líquido subenfriado, sobrefundido, con dureza y fragilidad y aspecto amorfo; su fórmula es $\text{SiO}_2(\text{Na}_2\text{O})_m(\text{CaO})_n$, dicho silicato se origina de la arena silíceo seca y pulcra. El dominado vidrio de seguridad según esta misma norma, está basado en procesos de fabricación de laminado y templado, con los cuales puede mejorar sus características mecánicas y físicas, lo que lo hace más seguro.



Figura 27. Fundición del vidrio
Fuente: Devitro Europa (2019)

2.2.7.1. Clasificación de los vidrios

Conforme a la norma ecuatoriana NEC HS-Vidrio (2015), los vidrios se clasifican a partir de su obtención tal y como se indica en siguiente gráfico:

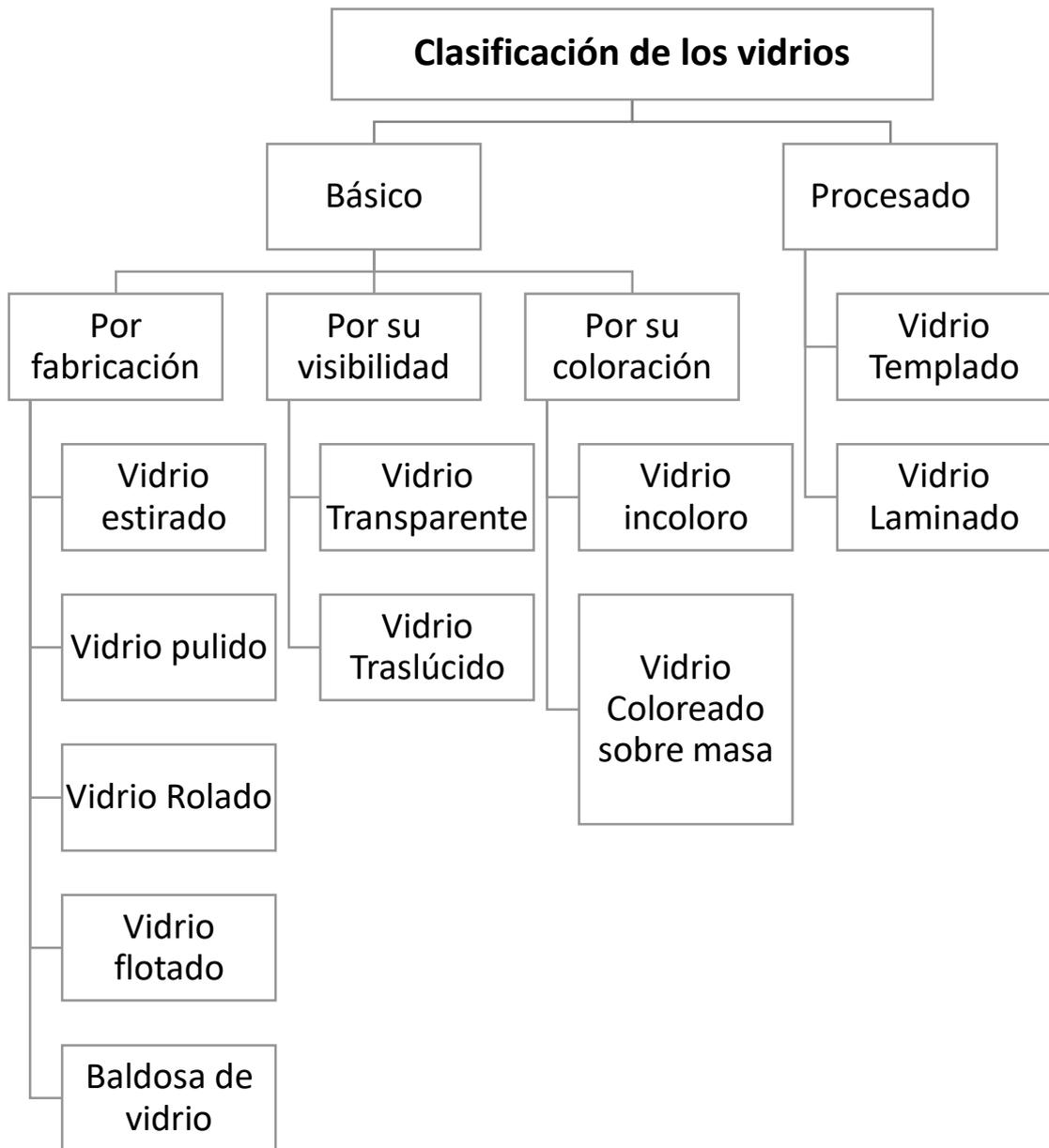


Figura 28. Clasificación de los vidrios
Fuente: NEC HS-Vidrio (2015)
Elaboración: Lucas F. (2020)

2.2.7.2. Vidrios básicos

El vidrio básico es aquel que se lo obtiene sólo fundiéndolo al horno.

- **Tipos de vidrios básicos por su fabricación**

- **Vidrio estirado**

Es aquel que se obtenido con ayuda de una máquina estiradora, cuya función se basa en el levantamiento de la superficie del vidrio una vez esté fundiéndose en el

horno, para que la masa viscosa vaya transformándose en una lámina que se va enfriando controladamente en la parte superior del fogón; mediante este proceso se alcanza su espesor bajo una velocidad de estiramiento determinada y de la temperatura sometida en el fuego. Existen dos técnicas relacionadas a esta fusión, la que se estira en modo vertical, y la que se hace en modo horizontal.

- **Vidrio pulido**

Este vidrio es aquel que en su etapa de fundición va emergiendo del horno para ser comprimida entre dos barras cilíndricas, luego se va enfriando y se coloca en una máquina llamada twin que va refinando ambas caras de la superficie del laminado del vidrio.

- **Vidrio rodado**

Este tipo de vidrio es fabricado específicamente para no permitir o modificar la visión de una y otra superficie, hay algunos procesos para llegar a este fin, para esto es necesario determinar su función. Para obtener un acabado en grabado, los respectivos rodillos que van rodando sobre la superficie de cristal tiene figuras que van quedando impregnadas en ellas, generando variados niveles de transparencia y privacidad. En otros casos se incluyen unas mallas de alambre de pequeñas dimensiones, este tipo es conocido como vidrio alambrado; cuando los cristales son de menor superficie, son usados para decorar o para uso artístico.

- **Vidrio flotado**

El vidrio flotado es aquel que se consigue al deslizar una pieza del material fundido sobre un lavado de estaño metálico. Esta plancha de vidrio sale de la cámara inicial para introducirse al fogón de recocido y luego salir para ser fraccionado. Este elemento es perfilado en al fuego, en unión con el metal fundido y otras secciones con la atmósfera, al final el resultado es prolijo.

- **Baldosa de vidrio**

El proceso para lograr una baldosa de vidrio se lo hace mediante la tierra refractada a modo crisoles, luego se deslizan sobre rieles en conjunto a rodillos que van comprimiéndolos hasta conseguir una lámina, después se introduce esta plancha en el corredor de recocido bajo un calor controlado, a la vez que es seccionado en las dimensiones en que se necesiten para ser finalmente ser pulimentado.

- **Vidrios por su visibilidad**

- **Vidrio transparente**

Este elemento se define como aquel que admite los registros de vistas de ambos lados.

- **Vidrio translúcido**

Este componente no consiente los registros de vistas de ambos lados, en otros casos, la visibilidad es distorsionada.

- **Vidrios por su coloración**

En este grupo están los que son incoloros y los que han sido coloreado en su masa, los primeros permiten la visibilidad desde el 75% hasta 92%, esto acorde a su espesor, los segundos permiten la visión hasta un 83% al variar su espesor y color; este tipo de vidrio también llega a tener características de control solar conforme a la tonalidad elegida cuando es fabricado.

2.2.7.3. Vidrios procesados

Según a la norma ecuatoriana NEC HS-Vidrio (2015), los llamados vidrios procesados son aquellos que una vez elaborados pasan por una etapa transformadora, donde parte de sus características son mejoradas, en esta tipología están los vidrios templados y los laminados.

- **Vidrio templado**

Es un elemento que es ingresado al cámara de fuego y posterior a esto, pasa por un proceso de enfriamiento calculado, con cantidades de aire y presión específicos, de tal forma que sus cualidades de resistencia mecánica y térmica logren acrecentarse considerablemente, este método es conocido como temple vertical si la pieza es enfriada en esta posición, y temple horizontal si se realiza en esa postura. Es considerado como vidrio de seguridad por sus capacidades mejoradas y pueden presentarse en plano o en curvo.

- **Vidrio laminado**

Es un elemento modificado para adquirir mayor seguridad, puede presentarse en modo plano o curvo, y se identifica al estar conformado por dos láminas de vidrio o más, unidas mediante resinas (en la mayoría de los casos polivinil butiral –PVB); su seguridad se basa en la adherencia de los cristales a la película de resina una vez el componente sea sometido a rotura.

- Vidrio termoformado curvo
- Vidrio termoendurecido plano
- Vidrio reflectivo
- Vidrio cámara
- Vidrio acústico
- Vidrio térmico
- Vidrio opaco
- Vidrio traslúcido
- Espejo de vidrios

El vidrio termoformado curvo es aquel que es formado a partir de piezas planas unidas bajo una determinada temperatura mientras van desarrollando dicho arqueado gracias al molde dentro del horno; este tipo de cristal no es determinado de seguridad. El vidrio termoendurecido plano es aquel que usa el mismo proceso que el vidrio templado, solo en que se enfoca más en el enfriamiento, haciéndolo por etapas más duraderas; su función es aminorar los efectos de la rotura por esfuerzo térmico o deflexión. Tampoco es considerado como de seguridad, aunque es dos veces más resistente que el vidrio básico

El vidrio reflectivo se acoge a un proceso en el que se dispone una delgada capa hecha de metal u óxido metálico, esta técnica puede realizarse en dos formas, en frío o en caliente.

El vidrio cámara o también conocido como doble vidriado hermético, es un cristal que obtiene cualidades de aislamiento acústico y térmico al componerse de dos láminas de cristal separadas entre 6 a 25mm por una cámara de aire vaciado de gases inertes, gracias a la incorporación de sales deshidratantes, esta cavidad es soportada por un marco metálico.

El vidrio acústico es el que desarrolla un control de la potencia en que el sonido se introduce en una determinada área, debido a la masa que adquiere para tener un grosor considerable, la misma que amortigua el ruido.

El vidrio térmico es aquel que, en cambio, por su masa puede determinar los niveles de pérdida o ganancia de temperaturas en el espacio en el que se ubica, ya sea por la conducción o convección superficial.

El vidrio opaco impide los registros de vista, al igual que el vidrio traslúcido, solo que este sí admite el paso de la luz. Los espejos de vidrio son aquellos que reflejan las figuras con nitidez, esto se debe a su cualidad de brillantez y luminosidad.

2.2.7.4. Selección de vidrios para su aplicación en la DFAV

Como norma general puede decirse, tras analizar la literatura existente, que los tipos de paneles de vidrio más usados en la DFAV son, para la piel interior, vidrios dobles o triples que pueden presentar capas bajo emisivas para mejorar el aislamiento térmico y, para la piel exterior, vidrios simples templados o laminados. Cuando es importante reducir las ganancias solares que recibe la fachada, el uso de vidrios de control solar se vuelve imprescindible (Pérez, 2018).

Dichos vidrios se emplean generalmente en la piel externa del sistema de DFAV, existiendo diferencias significativas en el comportamiento térmico de la fachada respecto al caso de emplearse dispositivos de control solar en la entre piel para reducir la radiación solar transmitida al interior del edificio. Así, mientras que el vidrio de control solar intercambia calor con la cavidad y con el aire exterior, las protecciones solares emiten todo el calor absorbido en la cavidad.

El autor concluye pues que el vidrio de control solar es más conveniente como elemento de protección solar en verano, presentando como principal inconveniente la imposibilidad de controlar el grado de transmisión solar al interior del edificio, mientras que en el caso de los dispositivos de sombra este control sí es posible. Sin embargo, cuando se analizan aplicaciones de DFAV en climas nórdicos o moderados las ventajas del uso de vidrios de control solar no son tan clara.

Así, por ejemplo, concluye que los paneles exteriores formados por vidrios de control solar tienen una influencia positiva en verano, pero negativa en invierno, ya que provocan una disminución de la temperatura del vidrio interior y transmiten menos energía al interior del edificio. En cambio, el vidrio doble interior bajo emisivo funciona bien tanto en verano como sobre todo en invierno, al disminuir las pérdidas energéticas al exterior.

Por su parte, plantean para el caso de un edificio de oficinas con DFAV en clima moderado, en condiciones de verano, una configuración de vidrios óptima formada por un panel exterior monolítico transparente y un panel interior doble bajo emisivo, siendo necesario asegurar la ventilación de la cavidad para evitar el

sobrecalentamiento. No obstante, para los casos de DFAV en edificios localizados en climas cálidos como el mediterráneo, que son los que presentan mayor interés para el desarrollo de la presente tesis, las ventajas del uso de vidrios de control solar en la piel exterior de la fachada han quedado patentes.

Así, Pérez (2018), evalúan la influencia de diversos parámetros en el comportamiento energético –concretamente en el ahorro de energía– de la DFAV en clima mediterráneo, encontrando que los parámetros que más afectan son las propiedades ópticas del vidrio, principalmente la transmisividad del panel exterior (monolítico de 6 mm en el caso simulado) y la emisividad del panel interior (6-12-6 transparente en el caso simulado), por su parte, analiza una DFAV situada también en clima mediterráneo, empleando como configuración de vidrios un panel exterior laminado de 5+5 mm con protección solar móvil incorporada, y como panel interior un vidrio doble de características 4-10-5+5.

Pérez (2018), define una DFAV estándar para su aplicación en climas mediterráneos, formada por un panel exterior compuesto por un vidrio monolítico absorbente y un vidrio interior doble común, de configuración 4-12-4. Chan et al. (2009) analizan una oficina con DFAV ubicada en clima cálido. Los autores prueban diferentes tipos de vidrios (transparente, absorbente y reflectivo) en dos configuraciones –simple y doble acristalamiento–, y simulan todas las combinaciones posibles para la piel externa y la interna.

Los resultados muestran que la configuración óptima a nivel energético es la formada por un vidrio interior simple transparente y un vidrio exterior doble reflectante, combinación que proporciona un ahorro anual de refrigeración de aproximadamente un 26% respecto al caso base formado por un edificio con muro cortina. Pérez (2018), realiza una simulación de una oficina con DFAV ubicada en un clima cálido, recomendando una configuración de vidrios formada por un vidrio exterior simple con factor solar lo más bajo posible (entre 0.3 y 0.4) y un vidrio interior doble convencional.

Las mismas recomendaciones realiza Muñoz (2015) que, para condiciones de verano, compara el comportamiento energético de dos edificios de oficinas con DFAV situados en dos. Influencia de los elementos de la DFAV en su comportamiento energético y fluido dinámico climatologías diferentes: mediterránea y nórdica. En ambos casos la demanda de refrigeración del edificio supera ampliamente la de

calefacción. Sin embargo, para el caso de clima mediterráneo esta diferencia es muy acusada, resultando la demanda de calefacción prácticamente inexistente.

La asociación española Asefave (2014), también analizan la influencia del vidrio en el comportamiento termo-energético de edificios de oficinas con DFAV localizados en clima mediterráneo (Santiago de Chile). Los autores concluyen que, en dicho clima, no debería recomendarse la construcción de fachadas totalmente acristaladas, aun utilizando vidrios selectivos o dispositivos de control solar, debido a la gran demanda de refrigeración asociada al edificio.

Finalmente, Pérez (2018), simula un edificio de oficinas con DFAV en clima mediterráneo, determinando que la configuración óptima para los vidrios en el caso crítico de verano es la formada por un panel exterior monolítico de 6 mm con bajo factor solar (0.3 aproximadamente) y un vidrio interior doble de características 6-10 6. El parámetro que más influencia tiene en la reducción de las cargas de refrigeración del edificio es el factor solar reducido del panel exterior.

2.2.8. Mecanismo

Un Mecanismo es un conjunto de elementos rígidos, móviles entre sí mediante diferentes tipos de uniones, llamadas pares cinemáticos (pernos, uniones de contacto, pasadores, entre otros), cuyo propósito es la transmisión de movimientos y fuerzas. Son las abstracciones teóricas del funcionamiento de las máquinas y de su estudio se ocupa la Teoría de mecanismos. Los mecanismos transforman el movimiento producido por una fuerza motriz en un elemento conducido. Estos elementos mecánicos suelen ir montados sobre los ejes de transmisión, que son piezas cilíndricas sobre las cuales se colocan los mecanismos (Ecured, 2019).

2.2.8.1. Grupos de mecanismos

Mecanismos de transmisión del movimiento. El elemento motriz o de entrada y el elemento conducido tienen el mismo tipo de movimiento.

Mecanismos de transformación del movimiento. El elemento motriz y el conducido tienen distinto tipo de movimiento. En estos mecanismos se distinguen tres tipos de movimiento:

- Movimiento circular o rotatorio, como el que tiene una rueda.
- Movimiento lineal, es decir, en línea recta y de forma continua.

- Movimiento alternativo: es un movimiento de ida y vuelta, de vaivén. Como el *de un péndulo*

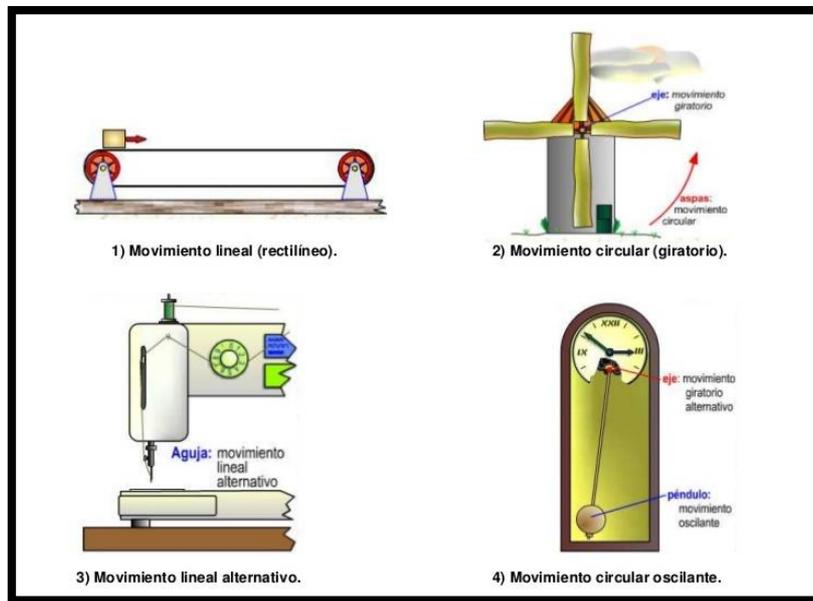


Figura 29. Tipo de movimientos

Fuente: Scielo (2018)

Tipos de mecanismos

- Polea
- Mecanismos de Biela-Manivela
- Leva
- Engranajes
- Tornillo sin fin y Rueda helicoidal
- Cadena y piñones
- Piñón-Cremallera
- Mecanismo de Tornillo/tuerca
- Mecanismos articulados

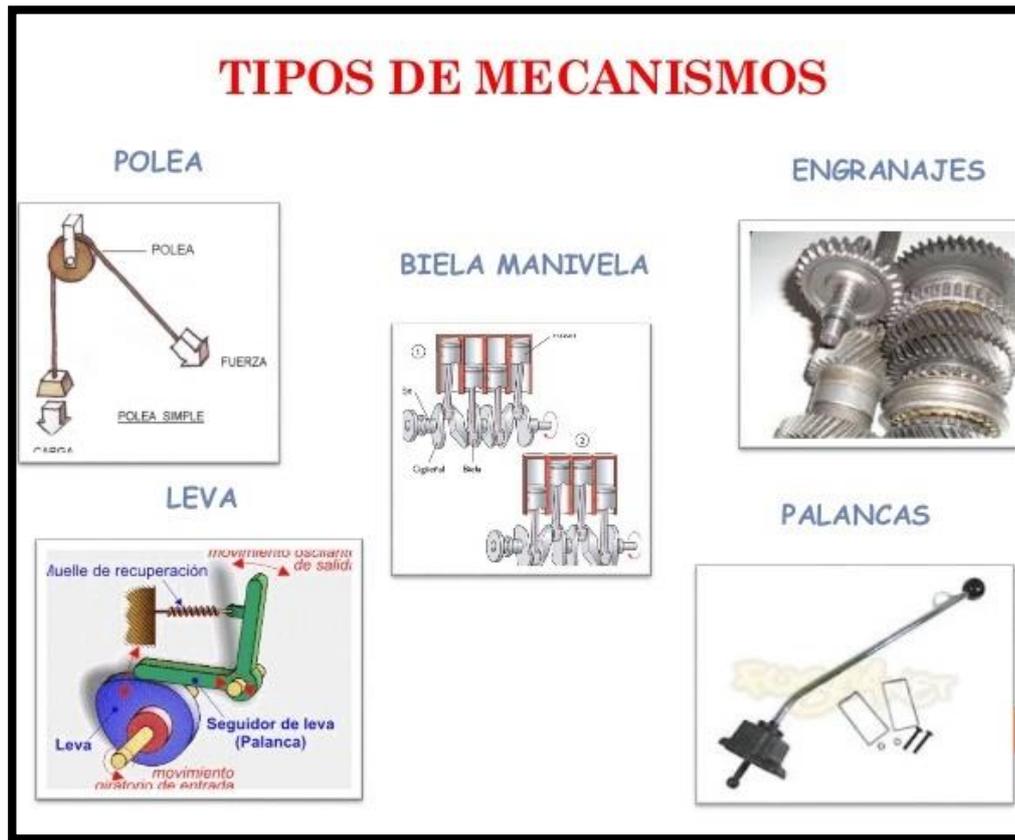


Figura 30. Tipos de mecanismos
Fuente: Scielo (2018)

Mecanismo de biela-manivela: Es un mecanismo que transforma el movimiento rotatorio en movimiento lineal. Cuando la manivela gira la biela retrocede y avanza, este es un movimiento alternativo. La distancia que se ha desplazado la biela depende de la longitud de la manivela. La biela se desplaza el doble de la longitud de la manivela (Ecured, 2019)..

Levas: Este mecanismo también transforma el movimiento rotatorio en lineal. Una leva es un trozo de metal con una forma especial que se sujeta en un eje. Un rodillo de leva es un mecanismo diseñado para subir y bajar mientras sigue la forma o perfil de la leva. Se puede mantener firmemente por medio de la gravedad o por medio de la acción de un muelle. El perfil de una leva determina la distancia recorrida por su rodillo (Ecured, 2019).

Engranajes Rueda o cilindro dentado: empleado para transmitir un movimiento giratorio o alternativo desde una parte de una máquina a otra Un conjunto de dos o más engranajes que transmite el movimiento de un eje a otro se denomina tren de engranajes Los engranajes se utilizan sobre todo para transmitir movimiento giratorio,

pero usando engranajes apropiados y piezas dentadas planas pueden transformar movimiento alternativo en giratorio y viceversa (Ecured, 2019).

El engranaje más sencillo es el engranaje recto, una rueda con dientes paralelos al eje tallados en su perímetro. Los engranajes rectos transmiten movimiento giratorio entre dos ejes paralelos. En un engranaje sencillo, el eje impulsado gira en sentido opuesto al eje impulsor. Si se desea que ambos ejes giren en el mismo sentido se introduce una rueda dentada denominada rueda loca entre el engranaje impulsor o motor y el impulsado. La rueda loca gira en sentido opuesto al eje impulsor, por lo que mueve al engranaje impulsado en el mismo sentido que éste (Ecured, 2019).

Tornillo sin fin y rueda helicoidal: El tornillo sin fin de la rueda helicoidal transmite el movimiento entre ejes que están en ángulos rectos. Un engranaje helicoidal tiene solo un diente con forma de hilo de rosca. Cuando el tornillo sin fin da una vuelta completa, solo gira un diente de la rueda helicoidal, o sea, para hacer que la rueda helicoidal de una vuelta completa, el tornillo sin fin tiene que girar el número de veces que dientes tiene la rueda helicoidal (Ecured, 2019).

Calculo de la relación de transmisión

Número de dientes del tornillo sin fin / número de dientes de la rueda helicoidal

Sistema de cadena y piñones Un sistema de cadena y piñones es un mecanismo muy fuerte. Un piñón es una rueda dentada y una cadena es una longitud de eslabones articulados. Transforma un movimiento rotatorio en un movimiento de torsión (Ecured, 2019).

Cálculo de la relación de velocidades cadena y piñón

Número de dientes de piñón motriz / número de dientes de piñón arrastrado.

Piñón y cremallera Una cremallera es un engranaje plano cuyos dientes se engranan con los dientes del piñón. Si el piñón gira alrededor de un punto fijo, la cremallera se moverá en línea recta (Ecured, 2019).

Manivela: Una manivela es un dispositivo por medio del cual el movimiento rotatorio y el momento de torsión se pueden aplicar a un eje. Cuando se incorporan varias manivelas a un eje, éste se denomina cigüeñal (Ecured, 2019).

Mecanismo de tornillo: El mecanismo de tornillo transforma el movimiento rotatorio en movimiento lineal. Un tornillo es un surco helicoidal tallado en la superficie de una barra redonda. Cuando esta roscado en una tuerca el movimiento rotatorio del tornillo produce movimiento rectilíneo en la rosca. El movimiento

rectilíneo producido por el giro del tornillo está determinado por la separación de la rosca (Ecured, 2019).

Mecanismos articulados: Un mecanismo articulado es un ensamblaje de palancas diseñadas para transmitir movimiento y fuerza. Muchas máquinas y artefactos utilizan mecanismos articulados para hacerlas funcionar (Ecured, 2019).

2.2.9. Arquitectura Sustentable

La arquitectura sustentable deriva del concepto de “sustentabilidad”, que según la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (World Comisión on Enviroment and Development) es “el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.”

2.2.9.1. Principios de la arquitectura sustentable

La arquitectura sustentable es aquella que tiene en cuenta el ciclo de vida de los materiales, el uso de energías renovables, la reducción de la cantidad de materiales y energía usados, el reciclaje de residuos, entre otros aspectos entre los cuales se encuentran:

Adecuar el diseño a las condiciones del sitio (geográficas, topográficas y climáticas) y a la cultura donde se emplaza.

Diseñar estrategias de iluminación y ventilación natural.

Proyectar un uso racional y eficiente del agua, aprovechando aguas grises y de lluvia.

Desarrollar un adecuado aislamiento térmico

Utilizar fuentes renovables de energía.

Usar materiales adecuados, en especial que puedan recuperarse, reciclarse y/o reutilizarse, que sean durables, y que no contengan productos peligrosos o contaminantes.

Reducir las emisiones de CO₂ y otros contaminantes.

Utilizar los recursos ambientales de modo sostenible.

Tender hacia la eficiencia energética (ahorro de energía y creación de energía propia).

Elegir materiales locales para evitar la emisión de gases contaminantes por el transporte.

Optar por proveedores cuyos materiales dispongan de certificaciones ambientales.

Evitar en la construcción la generación masiva de residuos.

2.2.9.2. Los indicadores sustentables de la arquitectura

Además, la arquitectura sustentable implica proyectar espacios que sean saludables, viables económicamente y sensibles a las necesidades sociales. Los indicadores sustentables proporcionan una información exhaustiva de las características que debe tener una arquitectura entera y exhaustivamente sustentable. No puede dejarse de cumplir ningún punto, a menos que haya una justificación o un impedimento social, tectónico o económico que no pueda resolverse.

Del mismo modo, los indicadores sustentables también pueden usarse para medir el grado de “sustentabilidad” de un edificio ya construido. Por supuesto, todos estos indicadores no tienen el mismo valor relativo, es por ello que hay que utilizar coeficientes correctores. Del mismo modo, muchos indicadores están relacionados, por lo que hay que llegar a un compromiso, dependiendo del entorno social y económico concreto.

Por último, llevar a cabo cada indicador no tiene el mismo coste económico, por lo tanto, hay que potenciar aquellos que son más efectivos y más económicos, sobre los más caros e ineficaces. A continuación, se presentan los 38 indicadores sustentables que posibilitan la creación de “Naturalezas Artificiales”, como máximo exponente de la arquitectura sustentable.

1. Optimización de los recursos y materiales.
 - 1.1. Utilización de materiales y recursos naturales.
 - 1.2. Utilización de materiales y recursos duraderos.
 - 1.3. Utilización de materiales y recursos recuperados.
 - 1.4. Reutilización de materiales y recursos.
 - 1.5. Utilización de materiales y recursos reutilizables.
 - 1.6. Grado de reutilización de los materiales y recursos utilizados.
 - 1.7. Utilización de materiales y recursos reciclados.
 - 1.8. Utilización de materiales y recursos reciclables.
 - 1.9. Grado de reciclaje de los materiales y recursos utilizados.

- 1.10. Grado de renovación y reparación de los recursos utilizados.
- 1.11. Grado de aprovechamiento de los recursos.
2. Disminución del consumo energético.
 - 2.1. Energía utilizada en la obtención de materiales de construcción.
 - 2.2. Energía consumida en el transporte de los materiales.
 - 2.3. Energía consumida en el transporte de la mano de obra.
 - 2.4. Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio.
 - 2.5. Consumo energético del edificio.

2.3. Marco Legal

Dentro de las leyes que se encuentran vigentes en el país, se especificarán las que fomentan, regulan y permiten establecer parámetros de construcción, como los siguientes enunciados:

- **La Constitución de la República del Ecuador, 2008**(Asamblea Constituyente, 2008)

Indica lo siguiente sobre la salud:

Art. 363.- Fortalecer los servicios estatales de salud, incorporar el talento humano y proporcionar la infraestructura física y el equipamiento a las instituciones públicas de salud.

Indica lo siguiente sobre la biosfera, ecología urbana y energías alternativas:

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

- **El Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021**(CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN (CNP), 2017)

Objetivo 5; Construir espacios de encuentro común y fortalecer la identidad nacional, las identidades diversas, la plurinacionalidad y la interculturalidad.

Dentro del Objetivo 5:

Apartado 5.1. Promover la democratización del disfrute del tiempo y del espacio público para la construcción de relaciones sociales solidarias entre diversos.

Apartado 5.4. Promover las industrias y los emprendimientos culturales y creativos, así como su aporte a la transformación de la matriz productiva.

- **Código Ecuatoriano de la Construcción**((MIDUVI) & (CAMICON), 2015)

Se investiga aquellas normas para mejorar los mecanismos de control y mantenimiento, definir principios de diseño y montaje con niveles mínimos de calidad, reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética, etc.

- **Norma Ecuatoriana De La Construcción**

Nec-11 Capítulo 13 Eficiencia Energética En La Construcción En Ecuador

Las siguientes publicaciones referenciadas son indispensables para la aplicación de la norma:

- EN ISO 6946:1997 Building components and building elements -- Thermal resistance and thermal transmittance -- Calculation method
- EN ISO 13370:1999 Thermal performances of buildings – Thermal transfer via the ground Calculations methods
- EN ISO 13789:2007 Thermal performances of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients- Calculations methods
- NOM-028-ENER-2010 Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.

- MINISTÈRE DE L'EMPLOI, DE LA COHÉSION SOCIALE ET DU LOGEMENT. Arrêté du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments
- Acuerdo 20 de 1995 Concejo de Bogotá D.C. Código de Construcción del Distrito Capital de Bogotá,
- GOBIERNO DE CHILE MINVU, Ordenanza General De Urbanismo Y Construcciones Artículo
- CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, Efficiency Standards for residential and nonresidential buildings, 2008
- REINO DE ESPAÑA, Ministerio de la vivienda, CTE Código Técnico de la Edificación, marzo 2006 ISO 8995-1:2002 (CIE S 008/E:2001) Lighting of work places -- Part 1: Indoor

Normas ecuatorianas para vidrios de seguridad

- NTE INEN 2066: VIDRIOS DE SEGURIDAD PARA EDIFICACIONES. METODOS DE ENSAYO.

Esta norma describe los métodos de ensayo para los vidrios de seguridad para edificaciones.

ENSAYOS DIMENSIONALES

Este ensayo determina las dimensiones permitidas para espesores, longitud y ancho en los vidrios de seguridad para edificaciones.

Equipo

- Flexómetro
- Tornillo micrométrico

Procedimiento

Medir los espesores con el tornillo micrométrico a lo largo y ancho de la muestra y comparar con las tolerancias permitidas en la tabla 2 de la NTE INEN 2 067.

Medir las dimensiones, largo y ancho, con el flexómetro y luego comparar con la relación especificada en la tabla 3 de la NTE INEN 2 067. 3.4

Expresión de los resultados

De acuerdo a la relación de tolerancias permitidas en las tablas 2 y 3, tomar nota y reportar el resultado en mm

Informe 3.5.1 En el informe se debe indicar:

- Fecha de ensayo
- Identificación de la muestra

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación, dentro de la metodología para la obtención de información y desarrollo, se manejarán tres métodos de investigación que establecerán la dirección del diseño a través de las debidas interpretaciones y conclusiones sobre los temas a tratar, como tendencias referentes a la protección solar, materiales vanguardistas, preferencias de usuarios, entre otros asuntos similares.

3.2. Tipo de investigación

Descriptiva: "es la que se utiliza (...) para describir la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades que se estén abordando y que se pretenda analizar" (Universia Costa Rica, 2017).

Para determinar el respectivo análisis, se desarrollará la encuesta a potenciales usuarios, para evidenciar en forma directa los beneficios del proyecto. Además, se mostrará entrevistas a profesionales como diseñadores, arquitectos y personal técnico en la elaboración de sistemas de control solar.

Documental: Es una estrategia en la que se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades teóricas y empíricas usando para ello diferentes tipos de documentos donde se indaga, interpreta, presenta datos e información sobre un tema determinado de cualquier ciencia, utilizando para ello, métodos e instrumentos que tiene como finalidad obtener resultados que pueden ser base para el desarrollo de la creación científica. (Martínez, s.f)

Se observará cada uno de los materiales a investigar, estudia sus características y comportamiento y reacciones al mezclarse sin parar de valorarlos, sirve para formular la hipótesis y el tipo de experimentación que vamos a realizar.

De Campo: Es un tipo de investigación utilizada para entender y encontrar una solución a un problema de cualquier índole, en un contexto específico. Como su nombre lo indica, se trata de trabajar en el sitio escogido para la búsqueda y recolección de datos que permitan resolver la problemática. (Recursos de Autoayuda, 2017)

Dentro de este ámbito de investigación se acudirá al sitio, al sector Monte Sinaí, para explorar el contexto en el que se define el bloque hospitalario, como el

emplazamiento, los componentes arquitectónicos de la fachada oeste, el entorno, las vistas, los vientos y la incidencia solar. A través de la evidencia fotográfica, y el informe detallado de lo que se observará.

3.3. Enfoque de la investigación

Enfoque Cuantitativo: es aquel con el cual se parte de unos datos numéricos para definir una solución a las preguntas definidas en la investigación, así como se discute o afirma la hipótesis de partida.

Enfoque Cualitativo: en este enfoque se parte desde datos de índole descriptivos, así como características conceptuales de los hechos, para descubrir mediante una forma discursiva la solución o hipótesis.

Enfoque Mixto: "Consiste en la integración de los métodos cuantitativo y cualitativo, a partir de los elementos que integran la investigación" (Hincapié, 2014).

En cuanto a esta investigación, se llevará a cabo con el enfoque mixto, pues se considera la toma de conceptos tales como los tipos de vidrios en el mercado, la funcionalidad y características de la fachada de doble de vidrio y las normativas existentes que ayudan a conformar el modelo, a la vez de que se cuantifica los valores que demuestre la eficiencia del prototipo de doble fachada para concluir el proyecto.

3.4. Técnica

Distinguiendo que la técnica son los elementos con los cuales se determina un método de estudio, la investigación incluirá las siguientes técnicas e instrumentos

La encuesta: la encuesta es un sistema de preguntas concretas con las cuales se determinarán las teorías y características de la realidad a analizar, por esta razón se formularán preguntas para recolectar cuales son las preferencias actuales de fachadas y las necesidades en la arquitectura de una doble fachada de vidrio.

Observación Directa e indirecta: La investigación es directa cuando el sujeto que investiga va personalmente a recabar información sobre el hecho, justo dónde se encuentra el fenómeno estudiado, la indirecta es la que, al contrario, solo se limita a observar desde situaciones ya estudiadas, a través de otros medios, sin trasladarse al sitio en cuestión.

En este caso, en forma directa se fue a verificar las condiciones en que se desarrolla la edificación que servirá como objeto de estudio, además con la observación indirecta se tomaron de ejemplos a varios temas similares, con ello se observó la técnica usada, los mecanismos empleados, el tipo de materiales que se adaptaron y su forma.

3.5. Muestra

Para conformar la muestra, se tomó como población al número de establecimientos dedicados a la industria de la construcción en la provincia del Guayas, aquí se registran 2269 empresas con ese fin, entre éstas están distribuidoras de materiales, talleres de hierro, aluminio y vidrio, constructoras, entre otras. No obstante, se debe limitar a las existentes en Guayaquil, es por esto que este número se lo dividirá para los 25 cantones de la provincia del Guayas, determinando una población estándar de 92 empresas para el cantón Guayaquil, este es el número que se usará para encontrar la muestra.

Formula de la Muestra

$$n = \frac{Z^2PQN}{\sum^2(N - 1) + Z^2PQ}$$

- n = Tamaño de la Muestra =?
- N = Valor de la Población = 90
- Z = Valor critico Coeficiente de confianza = 95% = 1.96
- P = Proporción de población de éxito = 50% = 0.50
- q = Proporción de población sin éxito = 50% = 0.50
- \sum = Error Maestral = 5% = 0.05
- Calculo de la muestra

$$\begin{aligned}n &= \frac{Z^2PQN}{\sum^2(N - 1) + Z^2PQ} \\n &= \frac{(1.96)^2(0.50)(0.50)(92)}{0.05^2(90 - 1) + 1.96^2(0.50)(0.50)} \\n &= \frac{(3.8416)(23)}{0.0025 (91) + (3.8416)(0.25)} \\n &= \frac{(88.35)}{(0.02275) + (0.9604)} \\n &= \frac{88.35}{2.14} \\n &= \mathbf{41.12}\end{aligned}$$

3.5.1. Tratamiento de la información

Pregunta 1

1. ¿Considera agradable las fachadas de vidrio?

Tabla 5

La opinión de los encuestados sobre fachadas de vidrio

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	17	41%
De acuerdo	14	34%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	6	15%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	4	10%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

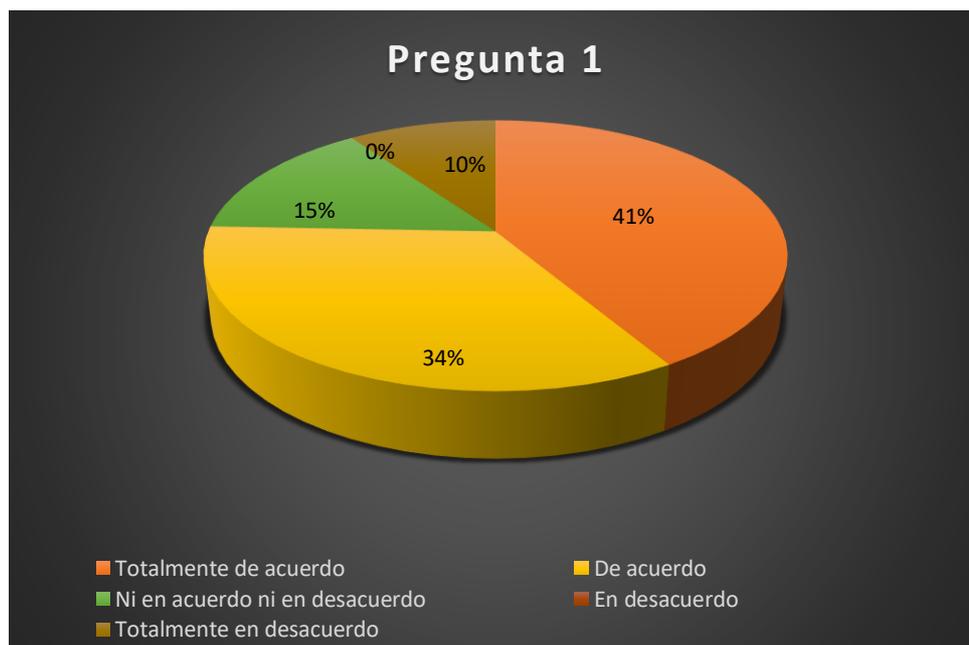


Figura 31. La opinión de los encuestados sobre fachadas de vidrio

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

Las fachadas de vidrio son de mucho agrado en la mayoría de los encuestados; expresados en las opciones de totalmente de acuerdo con 41% de coincidencias; también el 34% está de acuerdo con ellas; sin embargo, el 15% está indeciso, y el 10% está totalmente en desacuerdo.

Pregunta 2

2. ¿Qué material para fachada le agrada?

Tabla 6

La preferencia de los encuestados sobre materiales en fachadas

Opción	Cantidad	Porcentaje
Metal	8	19%
Vidrio	18	44%
Madera	6	15%
Piedra o cerámica	6	15%
Hormigón visto o pintado	3	7%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

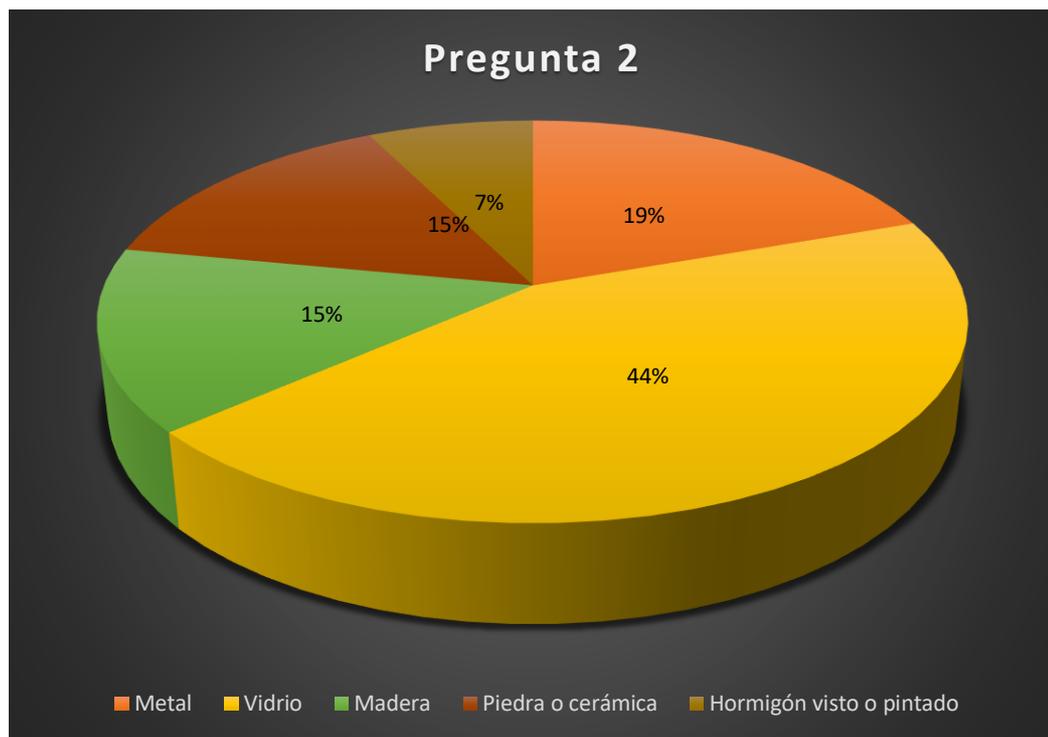


Figura 32. La preferencia de los encuestados sobre materiales en fachadas

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

Los profesionales consideraron al vidrio como material ideal para fachadas, expresados con el 44% de aceptación, además del metal con 19% de preferencia, seguidos de la madera, piedra o cerámica con un 15% de aceptación cada uno, por último, está el hormigón visto o pintado.

Pregunta 3

3. ¿Sabe qué es una doble fachada?

Tabla 7

La opinión de los encuestados sobre el concepto de doble fachada

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	21	51%
De acuerdo	14	34%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	2	5%
En desacuerdo	2	5%
Totalmente en desacuerdo	2	5%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)



Figura 33. La opinión de los encuestados sobre el concepto de doble fachada

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

Del total de los encuestados, el 51% de ellos dicen saber el significado de doble fachada, mientras que los que no saben o no están seguros de saberlo están entre el 5% respectivamente de las opiniones.

Pregunta 4

4. ¿Considera que las fachadas dobles son de gran beneficio para los edificios?

Tabla 8

La opinión de los encuestados sobre la importancia de las fachadas dobles

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	21	51%
De acuerdo	10	24%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	8	20%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	2	5%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

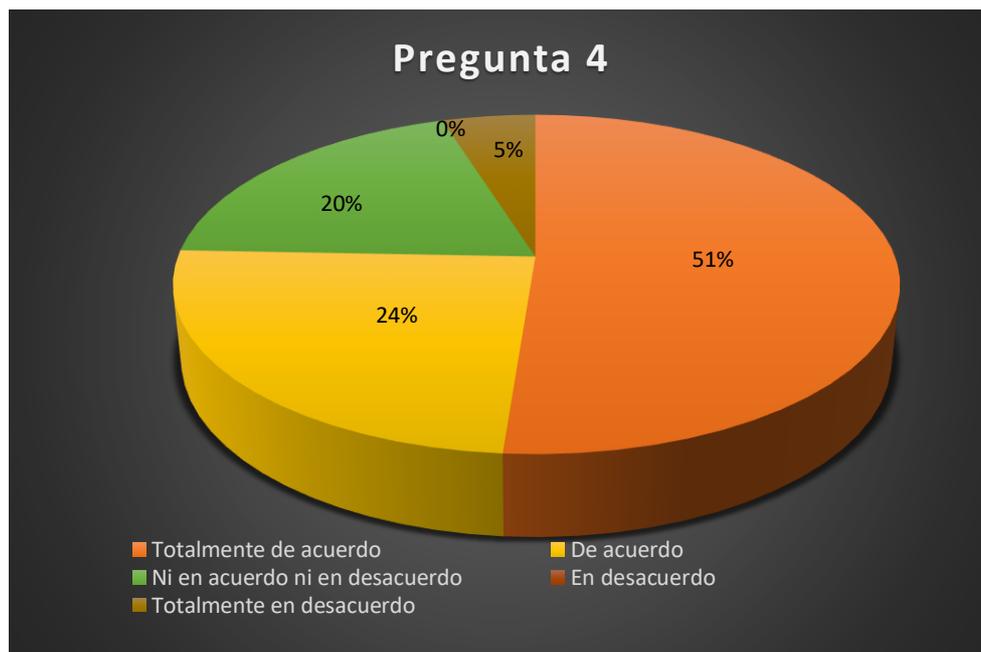


Figura 34. La opinión de los encuestados sobre la importancia de las fachadas dobles

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

La opinión de los profesionales sobre los beneficios de la fachada doble es casi mayoritaria sobre sus ventajas, para esto, el 51% dice estar totalmente de acuerdo, más el 24% que está de acuerdo, sin embargo, el 24% está indeciso sobre sus características y el 5% que está totalmente en desacuerdo.

Pregunta 5

5. ¿Considera estético usar metal en fachadas?

Tabla 9

La consideración del uso de metal en fachadas

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	11	27%
De acuerdo	20	49%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	8	19%
En desacuerdo	2	5%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

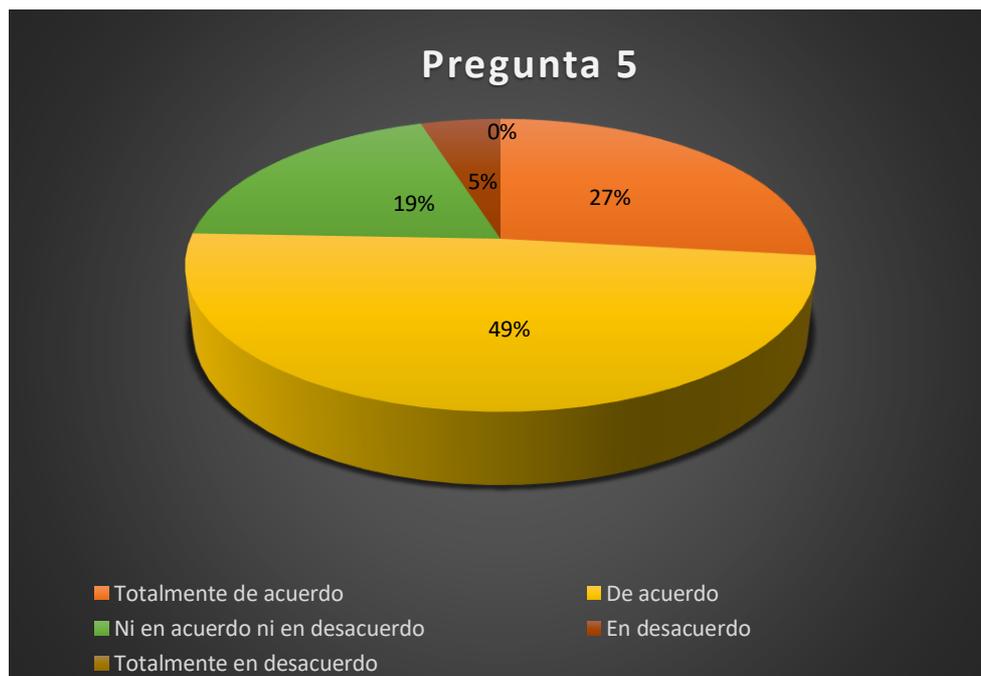


Figura 35. La consideración del uso de metal en fachadas

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

Muchos de los encuestados opinaron que es estético usar metal en fachadas, 49% dijeron estar muy de acuerdo con usar este material, además el 27% también está totalmente de acuerdo con su aplicación, mientras que el 19% aún no lo decide y sólo un 5% está en desacuerdo.

Pregunta 6

6 ¿Considera funcional usar vidrio en fachadas?

Tabla 10

La consideración del uso de vidrio en fachadas

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	17	41%
De acuerdo	18	44%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	2	5%
En desacuerdo	4	10%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

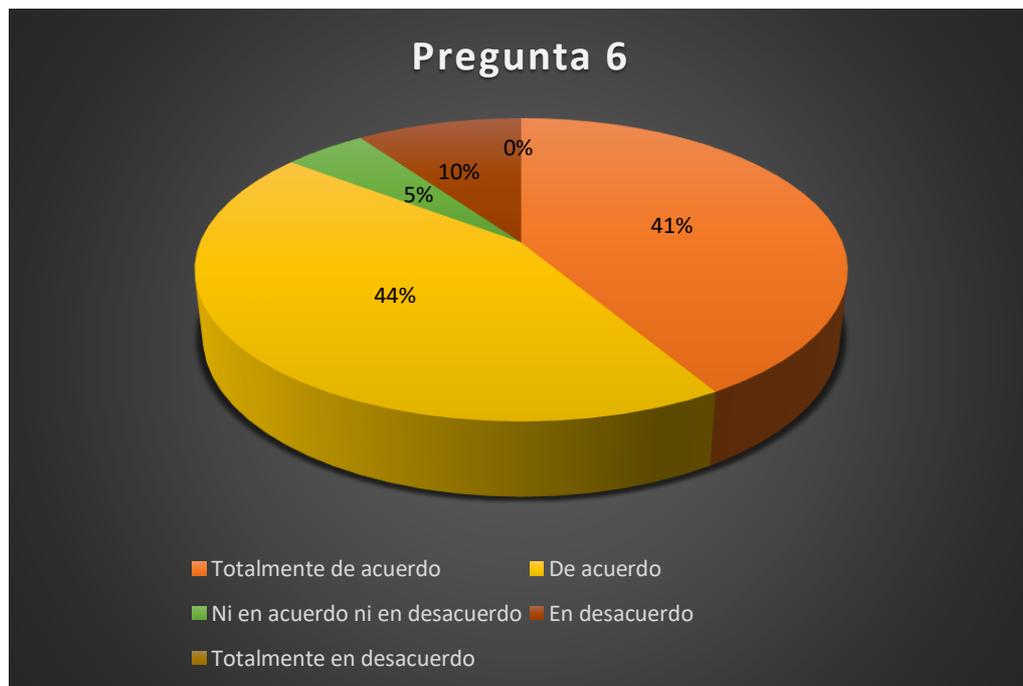


Figura 36. La consideración del uso de vidrio en fachadas

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

Los profesionales están 41% totalmente de acuerdo con el uso de vidrio en fachadas, además el 44% de ellos también están de acuerdo con su uso en exteriores, por otro lado, el 5% no lo decide aún, y solo el 10% está en desacuerdo.

Pregunta 7

7 ¿Considera agradables las fachadas del centro de Guayaquil?

Tabla 11

La opinión de los encuestados sobre las fachadas del centro de Guayaquil

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	5	12%
De acuerdo	6	15%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	22	54%
En desacuerdo	8	19%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

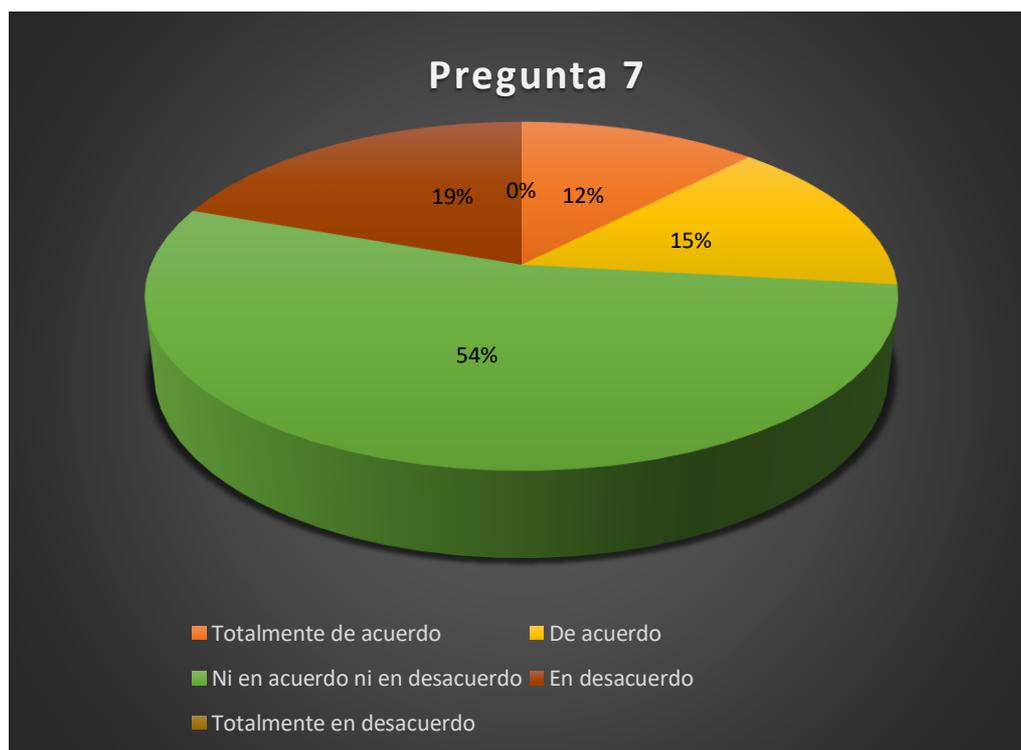


Figura 37. La opinión de los encuestados sobre las fachadas del centro de Guayaquil

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

La gran mayoría de los profesionales, está indeciso sobre lo agradable de las fachadas del centro de Guayaquil, 54% contestó esta opción; no obstante, el 19% dijo estar en desacuerdo con la apariencia de las mismas, sin embargo, el 12% y el 15% están totalmente de acuerdo y de acuerdo respectivamente en su aceptación.

Pregunta 8

8 ¿Considera que los sistemas de doble fachadas pueden aplicarse en Guayaquil?

Tabla 12

Sobre la posibilidad de aplicar fachadas dobles en Guayaquil

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	17	41%
De acuerdo	20	49%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	2	5%
En desacuerdo	0	0
Totalmente en desacuerdo	2	5%
Total	41	100

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

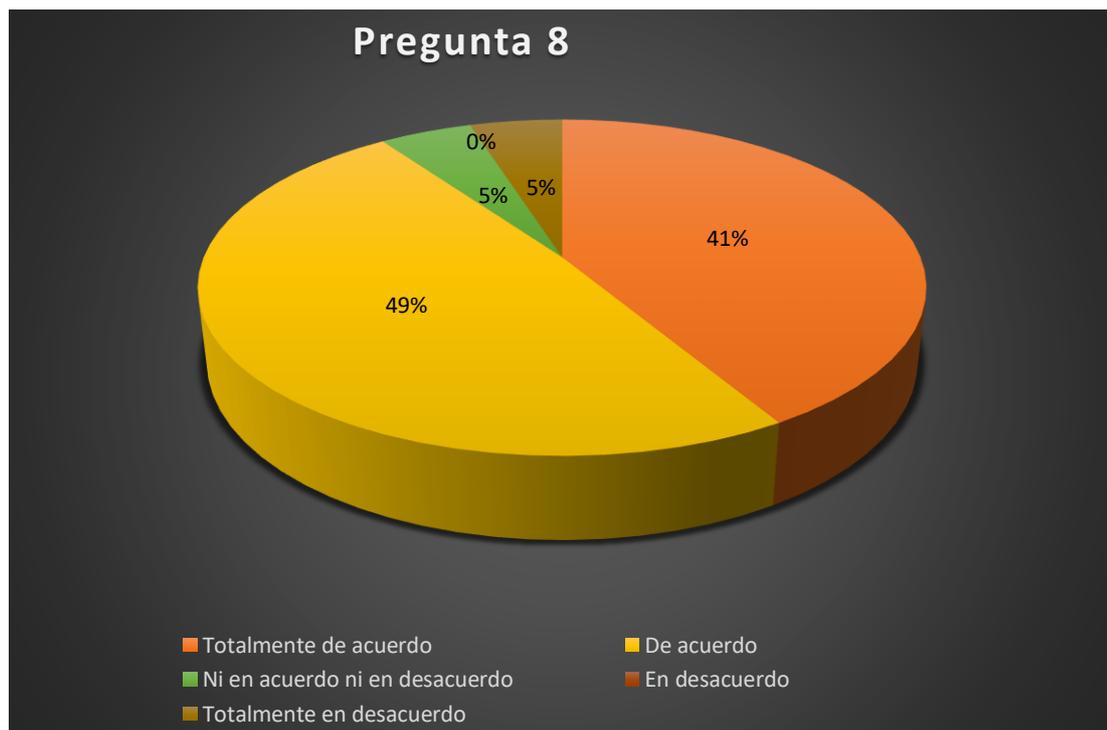


Figura 38. Sobre la posibilidad de aplicar fachadas dobles en Guayaquil

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

Las dobles fachadas según los encuestados, sí son aplicables en Guayaquil, así lo dijeron el 41% y 49% de personas que eligieron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo con esta posibilidad, mientras que sólo un 5% está indeciso y un 5% está totalmente en desacuerdo.

Pregunta 9

9. ¿Recomendaría el uso de un sistema de doble fachada?

Tabla 13

La posibilidad de recomendar la aplicación de dobles fachadas

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	19	46%
De acuerdo	16	39%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	4	10%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	2	5%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

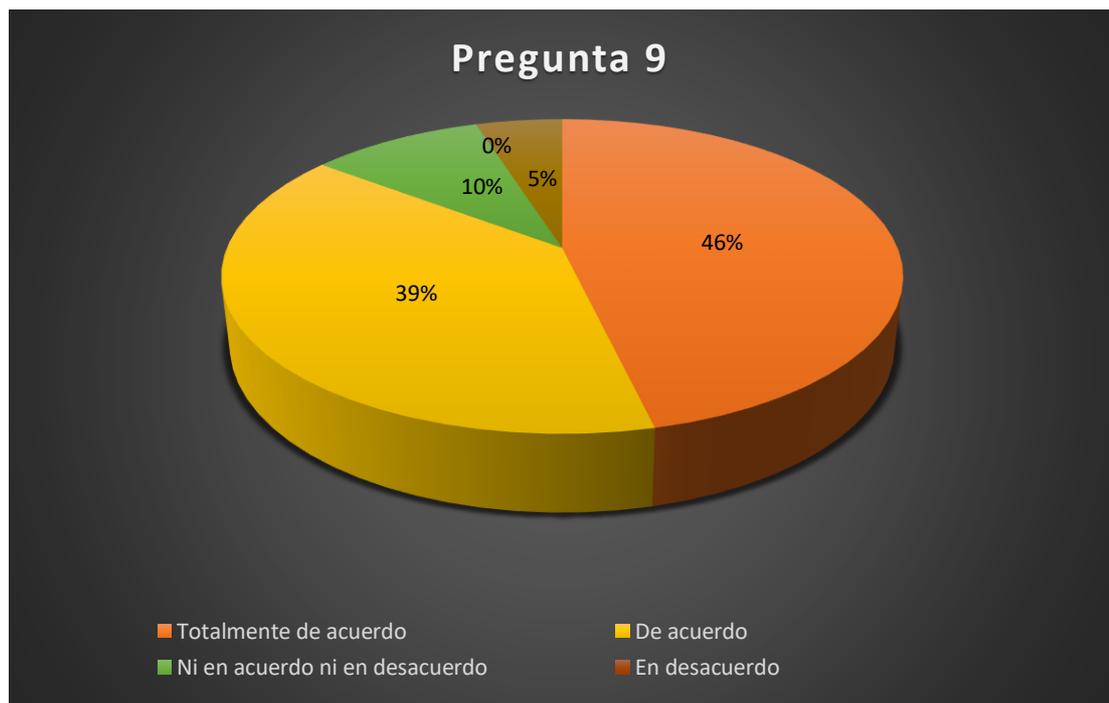


Figura 39. La posibilidad de recomendar la aplicación de dobles fachadas

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

Los profesionales dijeron estar totalmente de acuerdo en recomendar los sistemas de fachadas dobles, lo hizo el 46% de los encuestados, afirmando también estar de acuerdo con ello el 39% de las personas, por otro lado, el 10% dice estar indefinido y sólo el 5% mencionó que no lo haría.

Pregunta 10

10. ¿Cree que pueden ser autosustentables las dobles fachadas en Guayaquil?

Tabla 14

Sobre la posibilidad de fachadas dobles sustentables en Guayaquil

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	15	37%
De acuerdo	14	34%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	10	24%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	2	5%
Total	41	100%

Fuente: Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

Elaboración: Lucas F. (2020)

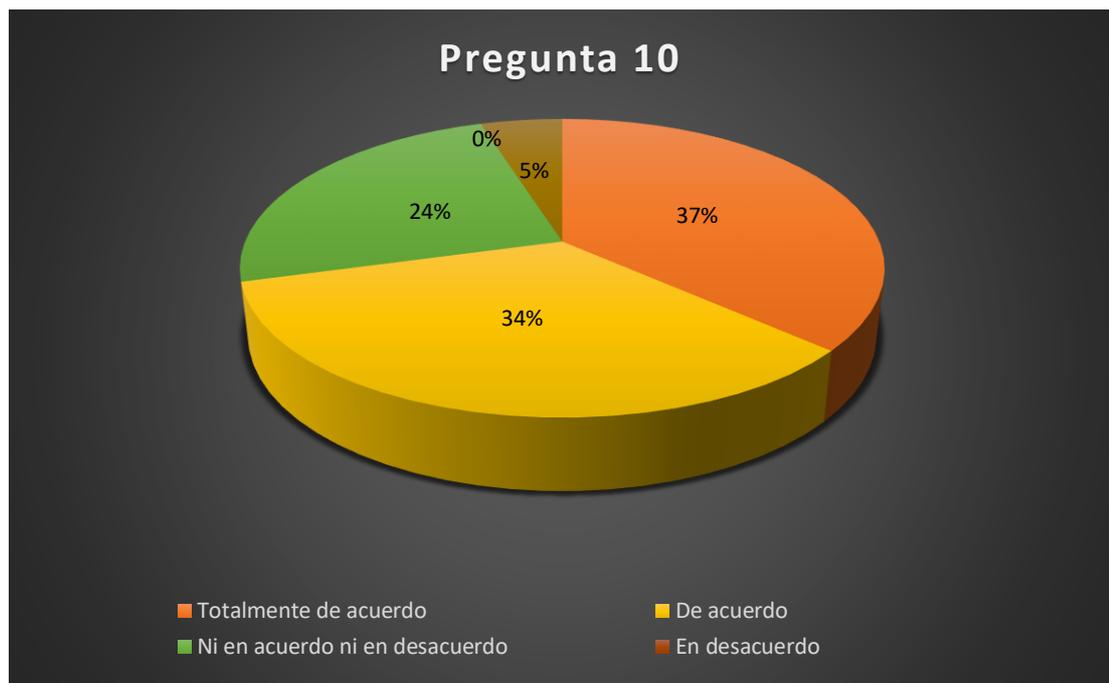


Figura 40. Sobre la posibilidad de fachadas dobles sustentables en Guayaquil

Elaboración: Lucas F. (2020)

Análisis

Sobre la sustentabilidad de las fachadas dobles, el 37% opinó estar totalmente de acuerdo con que sí son posibles, sumando el 34% que menciona estar de acuerdo la ventaja de la sustentabilidad, mientras que el 24% explica que no puede afirmarlo ni descartarlo, y solo el 5% dice estar totalmente en desacuerdo.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Fundamentación de la propuesta

La importancia de revestir el exterior de los distintos tipos de edificaciones, se precisa en muchos diseños contemporáneos vanguardistas que exponen en sus diseños los criterios principales para concebir sistemas de calidad; éstos priorizan el desempeño de la protección solar, el confort al interior y la estética superficial; sin contar que además abarcan la reducción del impacto de los mecanismos de climatización sobre la carga de energía eléctrica anual.

En este caso, el colectivo con el cuál se logró identificar las características del sistema de doble fachada propuesto, son los profesionales en la construcción que han manifestado sus opiniones en cuestión a las fachadas de edificaciones del centro de la ciudad de Guayaquil; los encuestados se refieren a este sector debido a que es el contexto en donde se llega a observar mayor variedad de proyectos edificatorios; por lo que consideran que éstos tienden a ser de gran aceptación para sus usuarios, por otra parte, la mitad de ellos destaca la falta de mantenimiento que puede verse en otras superficies, que restan la estética inicial que se pretendía proyectar.

La aplicación de dobles fachadas en Guayaquil es una posibilidad de gran aceptación entre los profesionales, también reconocen que este sistema es muy recomendable para futuros proyectos, debido a sus múltiples beneficios que son adecuados en climas cálidos. Dentro de las tendencias de la nueva era en la arquitectura, la sustentabilidad, según la respuesta de los expertos, es adaptable entre las técnicas de segundas pieles, lo que haría que esta opción sea de mayor innovación y gran acogida en el mercado de las superficies exteriores para edificios.

En definitiva, la solución que se plantea es un sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio, basado en criterios autosustentables; esto implica la instalación de una segunda piel externa a la edificación, lo que permite la existencia de una cámara creada a partir de las dos superficies, dicho espacio tiene la función de acumular el calor exterior y retardar o suprimir su paso al interior del edificio, sumando los materiales que han sido estudiados que, formarían una alternativa de calidad, consecuente con exigencias de confort, control de sonido, iluminación y estética.

4.2. Condicionantes del proyecto

4.2.1. Localización

- Provincia: Guayas
- Cantón: Guayaquil.
- Parroquia: Nueve de octubre, Pedro Carbo, Sucre, Rocafuerte, Roca, Olmedo, Bolívar Sagrario.

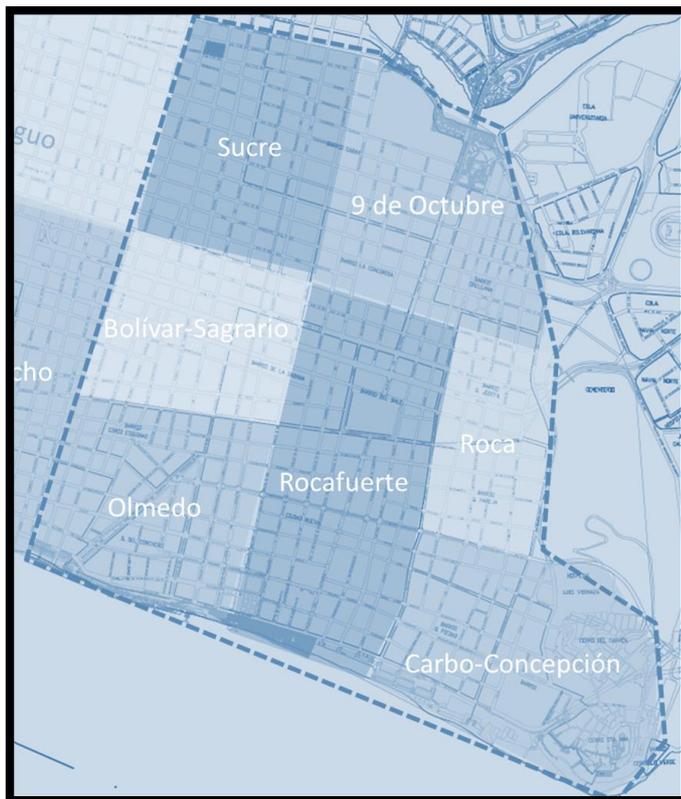


Figura 41. Límites de la propuesta (centro Guayaquil)
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.2.2. Datos climáticos del entorno

En la ciudad de Guayaquil, el clima se ve condicionado por algunos factores, de esta manera, su temperatura cálida presente en la mayoría del año se debe a su ubicación en la zona ecuatorial, sin embargo, el Océano en el que está ubicado atrae dos corrientes que hacen la diferencia de dos periodos climáticos, éstas son: la corriente fría de Humboldt y la corriente cálida de El Niño. Una temporada húmeda y lluviosa (período en el que ocurre el 97% de la precipitación anual) que se extiende enero a mayo (corresponde al verano austral); y la temporada seca que va desde junio a diciembre (que corresponde al invierno austral).

Es así que, para Guayaquil, con temperatura promedio anual de 27,7°C “...su temperatura de confort es de 26,4°C con límites superiores e inferiores de diseño son 28,9°C y 23°C respectivamente” (Auliciems y Szokolay, 2007, p. 45). En la figura 42 se aprecia como la mayor parte del año la temperatura se encuentra por fuera de la zona de confort.

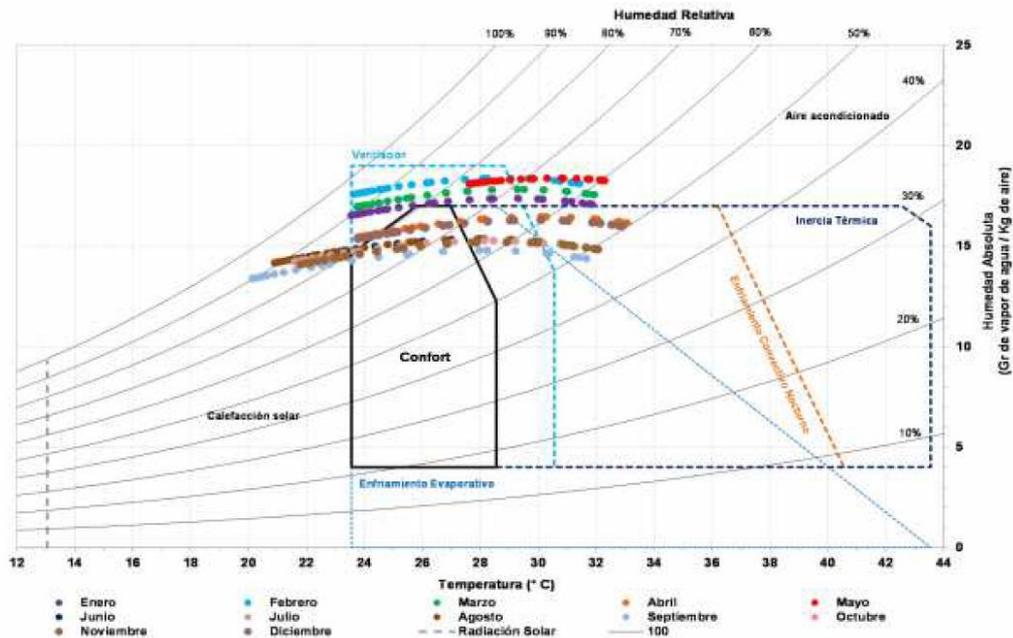


Figura 42. Representación de la carta psicrométrica de Guayaquil.
Elaboración: Caracterización climática, Universidad de Colima.

A partir de esta gráfica, se comprende que el principal requerimiento para el diseño de los edificios es ventilar los espacios interiores y bloquear la radiación solar para evitar la ganancia de calor. Durante los primeros meses del año se presenta la mayor necesidad de ventilación acompañada de protección ante la incidencia solar. Inclusive en los denominados meses del “verano”, se aconseja trabajar con inercia térmica, debido a las temperaturas registradas en horas de la madrugada. Vale aclarar, que todos los datos interpretados y analizados desde el punto de vista bioclimático, deben ser comprendidos como tendencias y no necesariamente comportamientos que vayan a suceder al pie de la letra.

Por estar próximo a la línea ecuatorial a dos grados de latitud sur, en Guayaquil se presenta asoleamiento tanto sobre los planos orientados al norte como aquellos hacia el sur (Figura 43) aproximadamente por seis meses cada uno. Esto crea la necesidad de protección solar en todas sus fachadas para evitar la ganancia de calor hacia el

interior de la envolvente, como estrategia al requerimiento de bloqueo de la radiación solar.

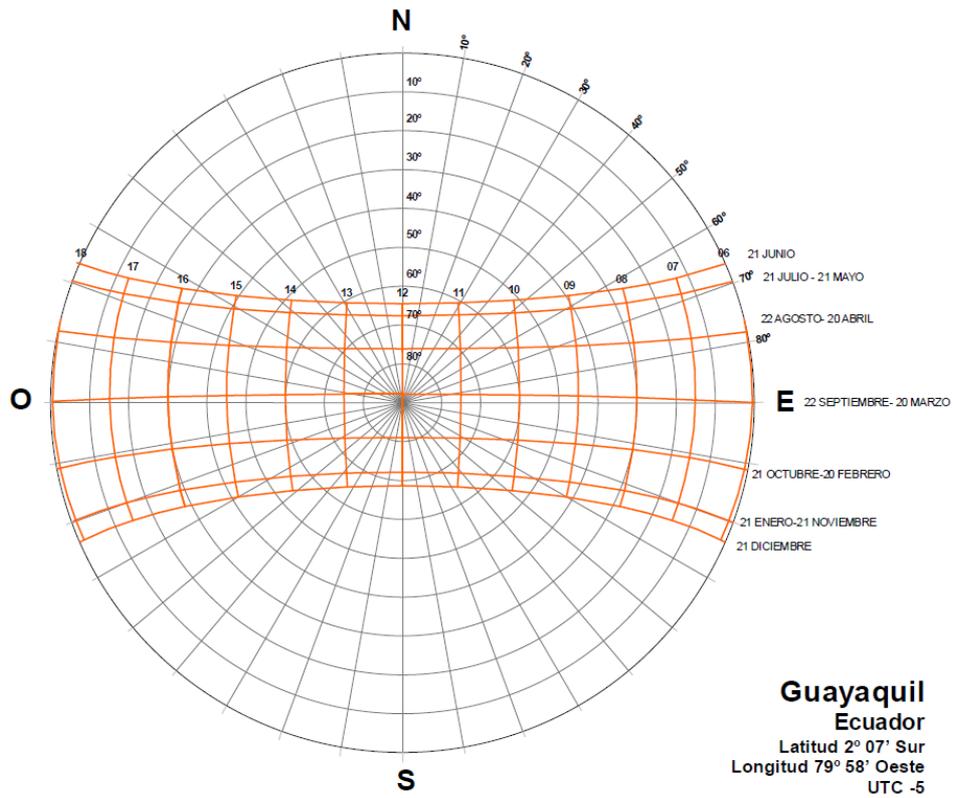


Figura 43. Asoleamientos en Guayaquil.

Elaboración: Caracterización climática, Universidad de Colima.

4.2.3. Caso de estudio

Análisis Detallado Del Sitio

Forma de los edificios: Rectangulares

Incidencia de Luz Del Sol: Fachada oeste

Vientos Dominantes: Noreste-Suroeste



Figura 44. Límites de la propuesta (centro Guayaquil)
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.3. Características del diseño

En toda doble fachada, las superficies opacas constituyen la mayor parte del exterior de la fachada. Según el uso principal del edificio (vivienda, edificio comercial, oficinas, etc.) las proporciones entre las superficies de los distintos elementos de cerramiento, acristalamiento y paneles ciegos serán distintas. En general, las exigencias básicas que se plantean en cualquier elemento constructivo son:

Tabla 15

Sobre la posibilidad de fachadas dobles sustentables en Guayaquil

EXIGENCIAS DE DISEÑO DEL PROTOTIPO			
Confort	Seguridad	Utilidad	Medio ambiental
Hidrotérmico	Sanitaria	Funcionalidad	Residuos
Acústico	Ignífuga	Compatibilidad	Ciclo de vida
Lumínico	Eléctrica	Desmontabilidad	Impacto ambiental
Al tacto	Antirrobo	Registrabilidad	
	A la efectos del aire o agua	Coordinación dimensional y tolerancias	
		Durabilidad	

Fuente: Cueva (2015)

Elaboración: Lucas F. (2020)

4.4. Proceso del diseño

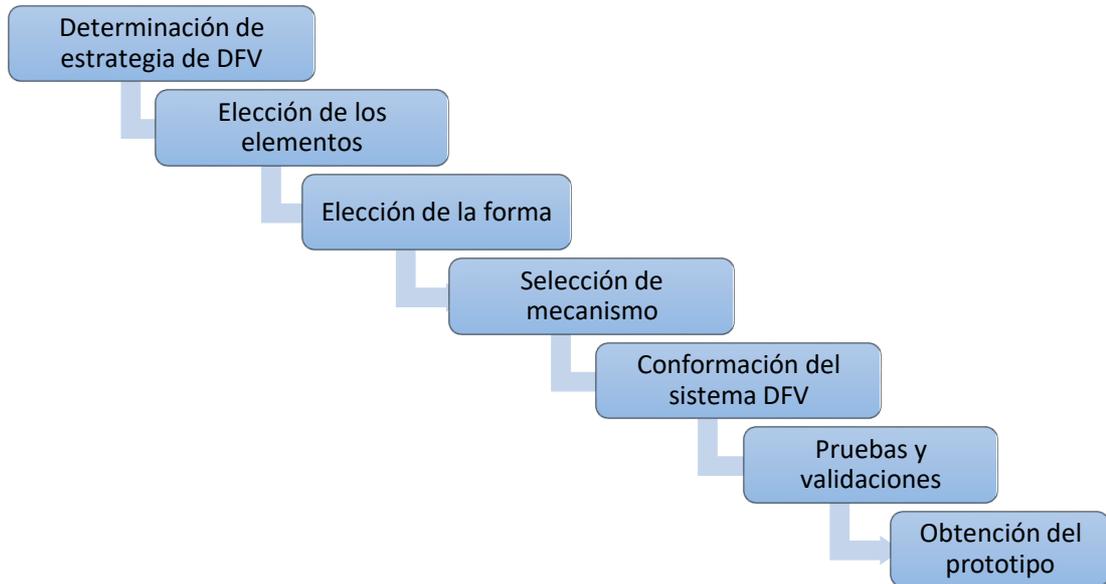


Figura 45. Flujograma de elaboración de prototipo
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.4.1. Estrategias de ventilación natural

Como indica la figura, al tener dos pieles, es necesario disponer una distancia prudencial entre ambas, esto con el fin de retener o contener el aire caliente, y logre disminuir este flujo hacia el interior de la primera piel, la ventilación dentro de la cámara, hará que se genere el efecto chimenea o convección natural, que trata de neutralizar corrientes frías y calientes.

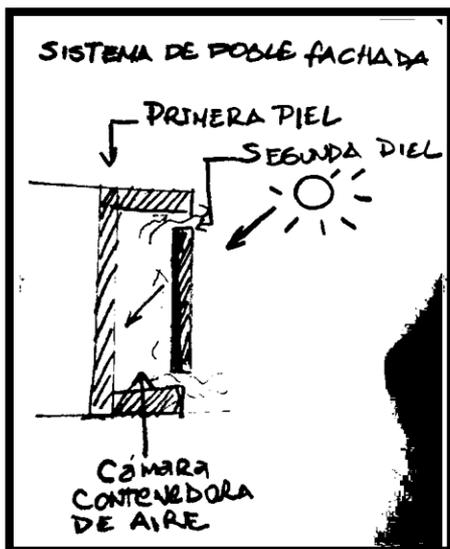


Figura 46. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.4.2. Estrategias de ventilación mecánica

Las condiciones que se consideran necesarias para conseguir un ambiente confortable en un edificio son: temperatura seca del aire 21°C a 25°C, humedad relativa 45% a 65%, 0,2 a 0,5 m/s de velocidad del aire y calidad del aire, es decir, suministro continuo de aire fresco para renovar el ambiente y conseguir un aporte de oxígeno, a la vez que se retiran gases y partículas que puedan influir negativamente en la calidad del aire respirado.

Dentro de la cámara de aire que se visualiza en la imagen del boceto, no se considerarán mecanismos que actúen como acondicionadoras del ambiente, sin embargo, se usarán mecanismos que se encarguen de que las lamas logren girar, con el fin de ayudar al proceso de renovación de aire, más adelante se resolverá los tiempos adecuados en el que este sistema debe actuar.

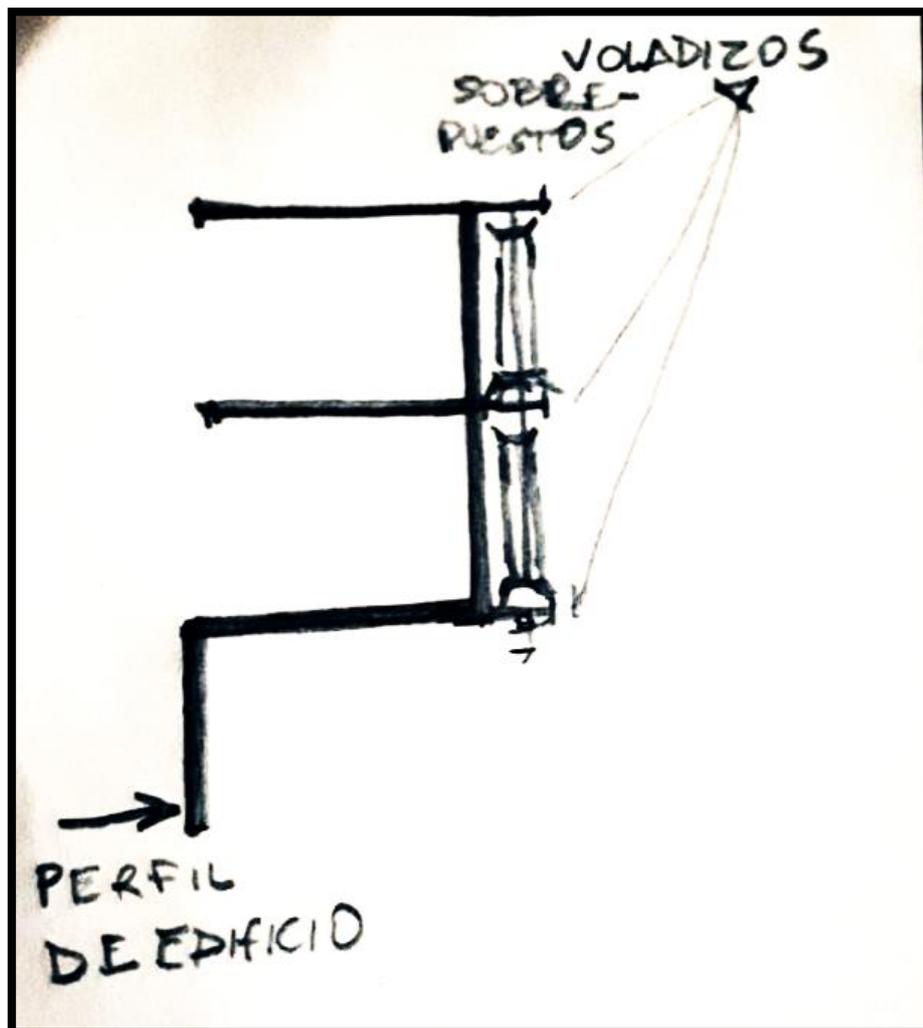


Figura 47. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

- Diseño de la envolvente

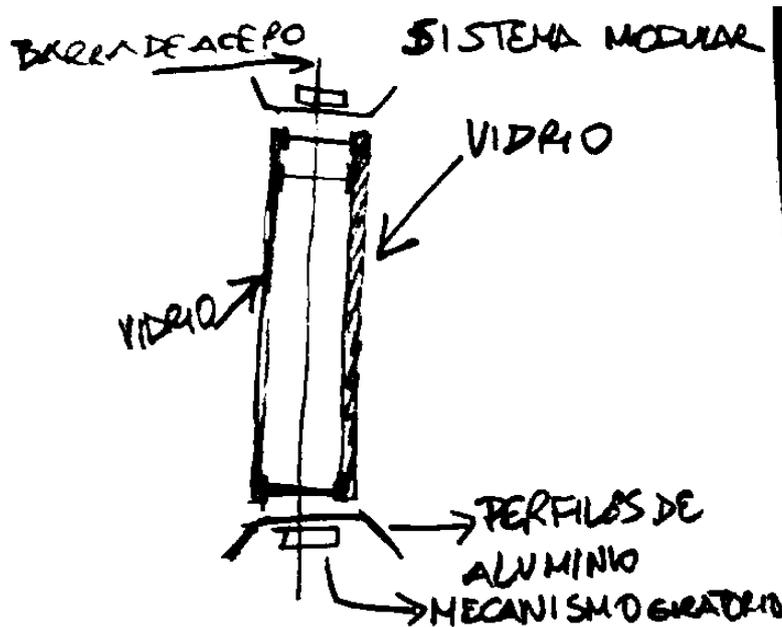


Figura 48. Bocetos de propuesta (esquema)
 Elaboración: Lucas F. (2020)

4.4.3. Ambiente Interior

Esta fachada aporta, por sí misma o conjuntamente con algún elemento de la estructura del edificio, todas las funciones normales que corresponden a un muro exterior, pero no asume ninguna de las características de soporte de cargas de la estructura principal del edificio”.

Las fachadas ligeras constan básicamente de unos elementos verticales (montantes) y de otros elementos horizontales (travesaños) que dan origen a una retícula en la que:

- se colocan vidrios para conseguir las zonas de visión y de entrada de luz natural.
- se colocan paneles opacos para conseguir las zonas ciegas.
- se colocan elementos practicables para facilitar la ventilación y/o la limpieza de la fachada.

Las fachadas ligeras están siempre fijadas a la estructura resistente del edificio, pero no forman parte de la misma, es decir, no contribuyen a aumentar la resistencia propia de la estructura del edificio, sino que gravitan sobre ella. Por ello, la fachada ligera debe estar diseñada para poder resistir por sí misma las acciones que incidan sobre sus componentes y posteriormente trasladarlas a la estructura general del edificio.

4.4.4. Ambiente exterior

La doble piel es una tecnología muy flexible y completa que permite al proyectista personalizar su estilo arquitectónico y así expresar de forma concreta su creatividad.

Los principales aspectos arquitectónicos que suelen adoptar las fachadas ligeras son:

La composición arquitectónica se caracteriza por el predominio simultáneo de las líneas horizontales y verticales gracias a los módulos visualmente muy marcados y a las tapas exteriores, que pueden ser de distintas profundidades o colores. Se pueden obtener ritmos distintos y variados entre sí según la modularidad adoptada y los perfiles concretos elegidos.

Tiene la misma finalidad que la trama horizontal, pero a diferencia de aquella se resaltan las líneas verticales creando una sensación dominante de esbeltez.

4.4.5. Sistemas de energización por paneles solares.

Paneles solares.

Los paneles solares fotovoltaicos son una parte del sistema solar fotovoltaico, es el encargado de generar electricidad utilizando el principio fotoeléctrico. Estos paneles requieren de otros equipos complementarios para poder brindar el servicio planificado, ya sea generar electricidad de manera aislada o conectados a una red. En el proyecto se utilizarán módulos solares fotovoltaicos que no estarán conectados a una red, sino que trabajarán de una manera independiente con baterías de ciclo profundo. Para el proyecto serán paneles STC cuyas características son:

-Radiación de 1000 W/m²

-Masa del aire 1,5

-Temperatura de célula fotovoltaica o panel solar fotovoltaico de 25 °C (no temperatura ambiente).

-La STC corresponde a la irradiación y espectro de la luz solar incidente en un día claro sobre una superficie solar inclinada con respecto al sol con un ángulo de 41, 81° sobre la horizontal.

Baterías.

Baterías Alcalinas: la tecnología con mayor aplicación a nivel mundial, principalmente en pequeños equipos, tienen una tensión de 1,2Vdc, tienen una sola vida útil, es decir no hay posibilidad de recargarlas.

4.4.6. Sistemas de control

Mecanismo giratorio

Los perfiles se montan verticalmente uno al lado del otro. Los prismas se meten en los botones a modo fijación en la parte inferior del sistema. Gracias a las ranuras los vidrios se pueden meter con más facilidad y al formarse una columna de aire permite que el prisma no se quede enganchado en el perfil y que se quede fijo gracias a la humedad que se genera. Para que los perfiles no choquen entre ellos se da mucha importancia a la rectitud y la torsión. Es necesaria una gran exactitud en los tubos.

Estos deben estar colocados a la perfección para que a la hora de girar no generen ningún ruido.

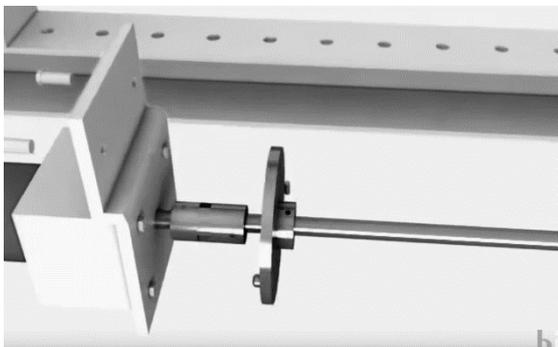


Figura 49. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

Tabla 16

Sistema eléctrico del prototipo

Sistema eléctrico

Artículo	Especificación
Motor	Motor de 1.8 Nm
Sistema de Control	Controlador automático completo GK100-B
Sistema de conducción	Sistema de conducción de engranaje cónico Doble
Poder	220 V/50 HZ 0.54A
Material principal	Respetuoso del medio ambiente de aleación de aluminio, Anti-óxido, anticorrosión, resistencia a los golpes, resistente al calor

Conducción de componente	Nailon Industrial PA66 y Cordura (América Dupont), Resistencia mecánica superior, rigidez, tenacidad, absorción de golpes y resistencia abrasiva.
Prisma Triangular	Anchura: 60-126mm, grosor: 1,0-2,0mm
Dimensión	La altura se sugiere dentro de 8 m, sin límite de longitud.
Imagen de vuelta tiempo	4-12 segundos (para su elección)
Imagen de detener el tiempo.	Se ajusta libremente entre 0 y 900 segundos.
Vuelta de rendimiento	Apertura, cierre, tipo de onda, de izquierda a derecha, de derecha a izquierda, volteo de parte a parte
Resistencia al viento	No menos de 10 clases con función de resistencia automática al viento,
La esperanza de vida	La instalación adecuada garantiza una vida útil normal de hasta 10 años en función de 16 horas diarias.
Peso neto	20 kg/m ²

Elaboración: Lucas F. (2020)

4.4.7. Características de los materiales a usar

Vidrios: El vidrio a usar es el de baja emisividad o low-e, que se caracterizan por una emisividad de la superficie del vidrio muy baja en un doble acristalamiento por medio de capas con contenido de plata, que es el que tiene menos emisividad de todos los metales. Es un producto energéticamente eficiente de alta calidad que puede reflejar hasta el 70% del calor interior. Como principal ventaja se encuentra, su eficiencia energética, su aislamiento térmico y todo ello, sin mermar la cantidad de luz que deja pasar.

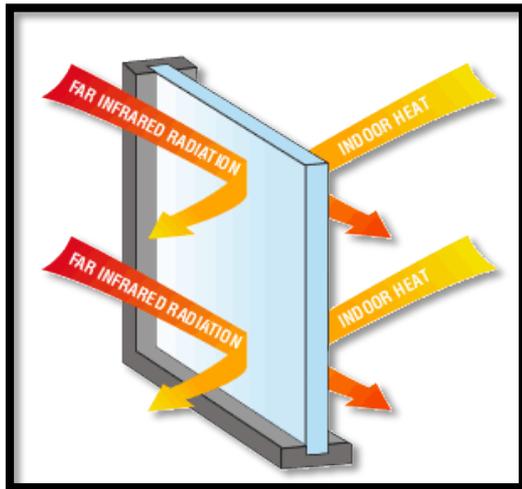


Figura 50. Vidrio de baja emisividad
Fuente: Toldos y cerramientos (2020)

Características (6mm)

Transmisión Energética (%): 22,9

Reflexión Energética Externa (%): 19,9

Reflexión Energética Interna (%): 19,9

Absorción energética (%): 29,1

SHGC: 0,33

Coefficiente de Sombra (SC): 0,37

Valor U (W/M2. K): 3,43

Espesor Nominal (mm): 9,05

Peso/M2 (Kg): 22,5

Índice Acústico RW (dB): 34

Transmisión Luminosa (%): 40,7

Reflexión Luminosa Externa (%): 21,2

Reflexión Luminosa Interna (%): 4,9

Aluminio: En este caso se usará el aluminio con rotura de puente térmico que, al ser un metal conductor, transmite tanto frío como calor, y para evitar esta transmisión se utiliza lo que se conoce como rotura del puente térmico. Consiste en evitar que la cara interior y exterior tenga algún tipo de contacto entre ellas. Así, se coloca entre ellas un perfil separador de plástico, un material poco conductor.

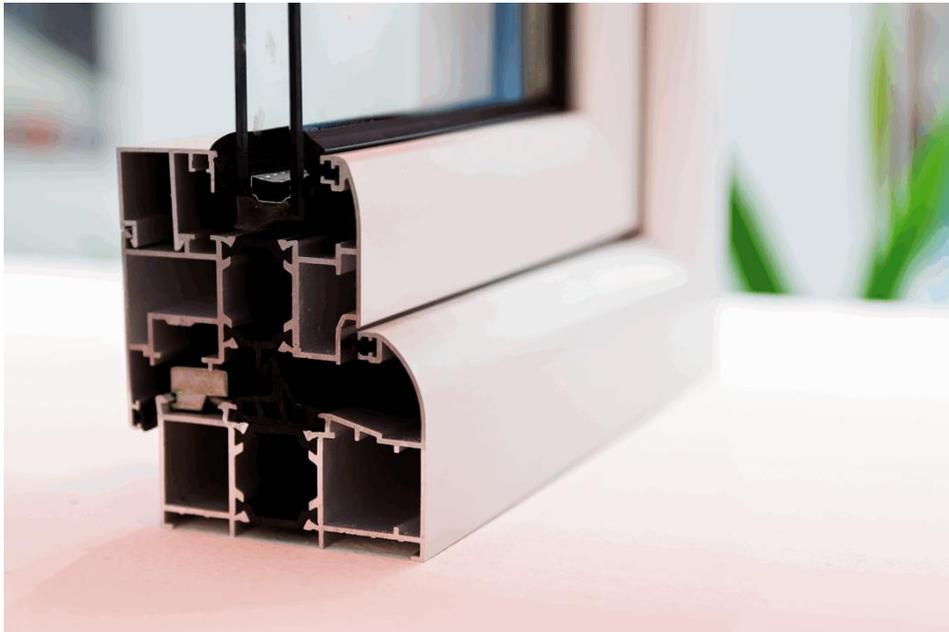


Figura 51. Aluminio
Fuente: Ciencia Site (2020)

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ALEACIÓN 6063 SEGÚN UNE 38337					
DENSIDAD Kg/dm ³	COEFICIENTE DE DILATACIÓN POR °C (20°-100°C)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA		RESISTIVIDAD	MÓDULO ELÁSTICO
		W/mK	cal/cm·s·°C	μ·Ω·cm ² /cm	MPa
2,70	23,5x10 ⁻⁶	En estado T5 209	0,50	3 (en estado 0) 3,1 (en estado T5) 3,3 (en estado T6)	68 600
		En estado T6 201	0,48		

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ALEACIÓN 6060 SEGÚN UNE 38350					
DENSIDAD Kg/dm ³	COEFICIENTE DE DILATACIÓN POR °C (20°-100°C)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA		RESISTIVIDAD	MÓDULO ELÁSTICO
		W/mK	cal/cm·s·°C	μ·Ω·cm ² /cm	MPa
2,70	23,5x10 ⁻⁶	201	0,48	3,3 (en estado T5)	69 000

Figura 52. Propiedades del Aluminio
Fuente: Ciencia Site (2020)

Acero: Las chapas de acero inoxidable de 1,5 mm, laminadas - grabadas y coloreadas electro-líticamente, están fijadas, de manera visible a las secciones horizontal y vertical superior y están ancladas sucesivamente, por ángulos verticales y piezas de fijación en la pared de hormigón que está aislada exteriormente.

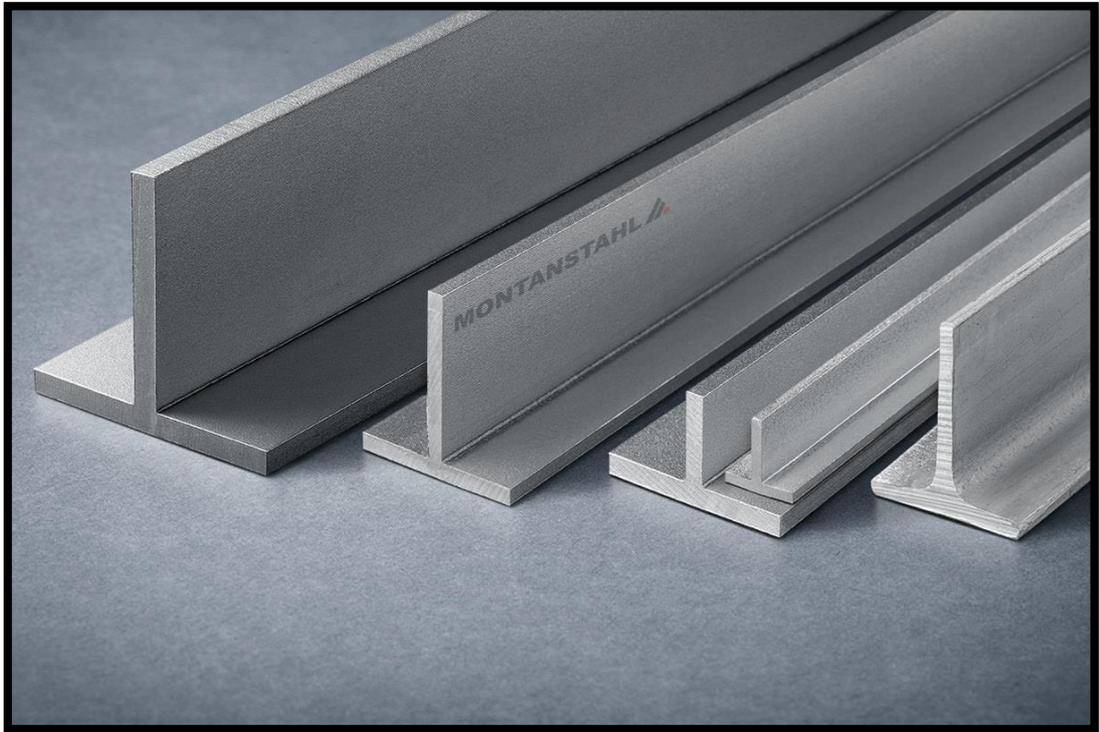


Figura 53. Acero
Fuente: Ciencia Site (2020)

4.4.8. Equipos a considerar

- Tronzadora
- Fresadora copiadora
- Fresadora retestadora
- Prensa manual o neumática
- Compresor de aire
- Cortadora de vidrio
- Andamios

4.4.9. Desarrollo del prototipo

a.- Vidrios

Son tres piezas rectangulares de vidrio unidas con silicona estructural.

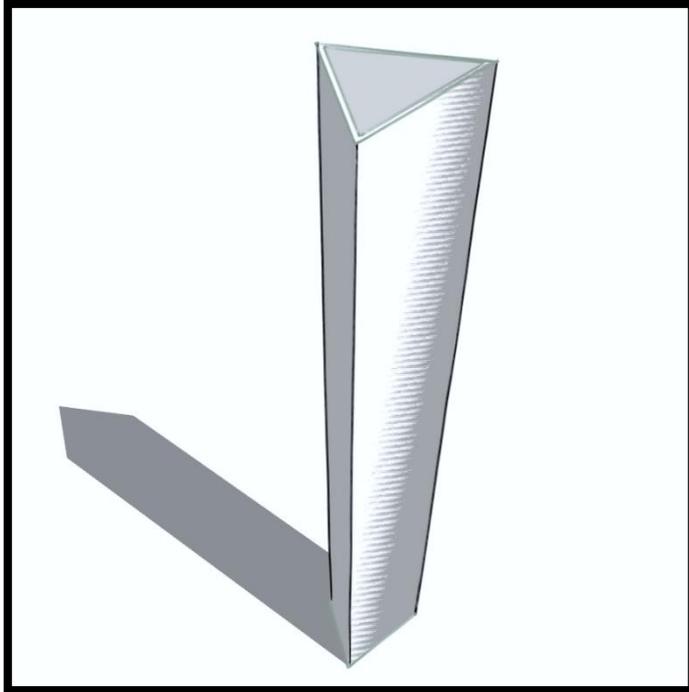


Figura 54. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

b.- Perfiles de fijación de aluminio superiores

A modo botón metálico, se une con el triángulo formado de las piezas de vidrio, para poder fijarlas y facilitar la instalación.

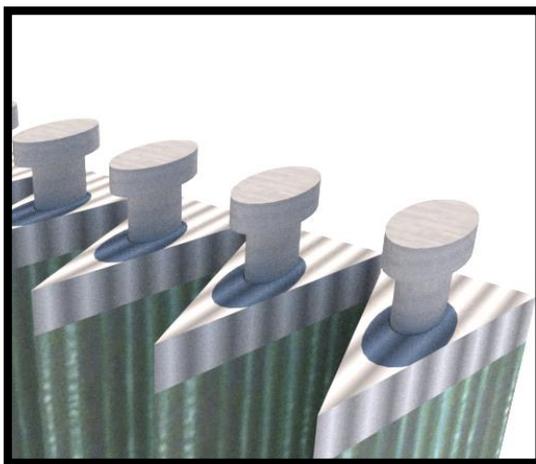


Figura 55. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

c.- Perfiles de fijación de aluminio inferiores

Como la pieza anterior, ésta es la fijación inferior que se une al conjunto triangular de vidrio.

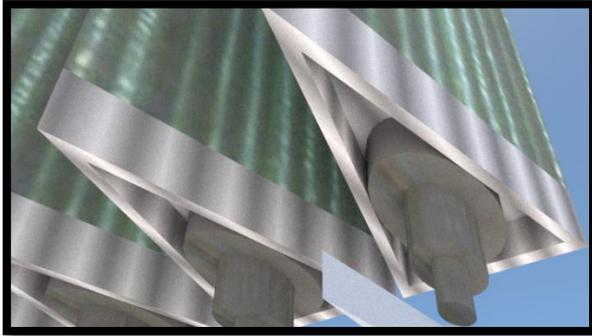


Figura 56. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

d.- Malla perforada de acero

La malla perforada se la usa como modo pantalla, además de fijación inferior donde reposará el sistema giratorio.

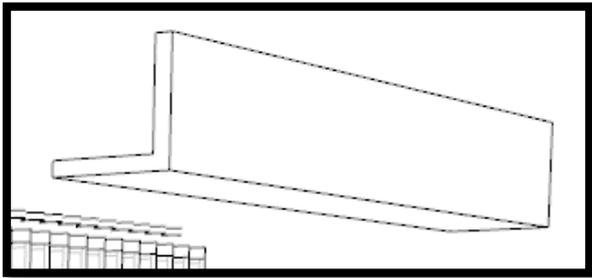


Figura 57. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

e.- Fijaciones de aluminio extruido

Estas unidades son aquellas que fijan las distintas partes del sistema giratorio

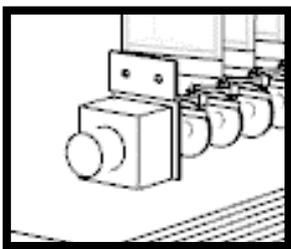


Figura 58. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

f.- Perfil I de acero fijado a losa de hormigón

Estos perfiles son los que unen todo el sistema de doble fachada con la primera piel de la edificación.

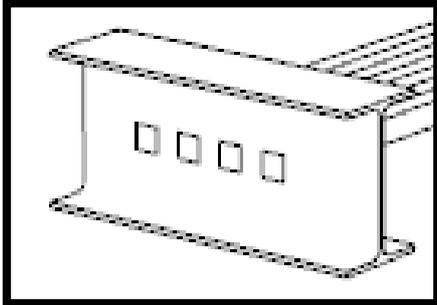


Figura 59. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

g.- Sistema de rotatorio metálico

Está conformado por piezas circulares que giran y friccionan a un segmento triangular que hace que los prismas puedan rotar.

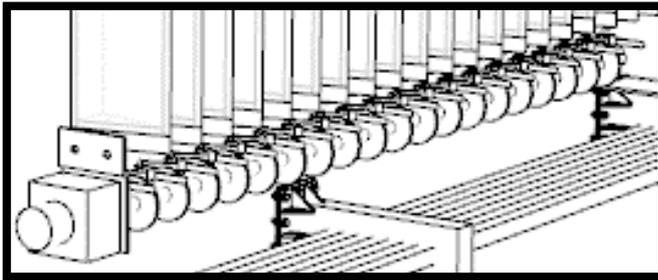


Figura 60. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

h.- Sistema de automatización

Este sistema es el que se conecta con los paneles solares para poder ofrecer rotaciones de los prismas de forma periódica.

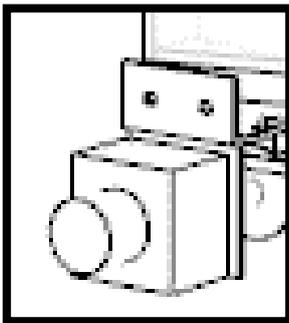


Figura 61. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.5. La Propuesta (Descripción del prototipo)

4.5.1. Descripción del funcionamiento de la propuesta

El sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios sustentable propuesto es una protección para las superficies exteriores, para conformar una cámara de ventilación entre la fachada primaria y la secundaria. La propuesta es una piel conformada con prismas de vidrio que se fijan de forma sucesiva y mediante un mecanismo giratorio, las tres caras de ellas van cambiando de forma regularizada, para proporcionar al espectador diferentes patrones de diseño.

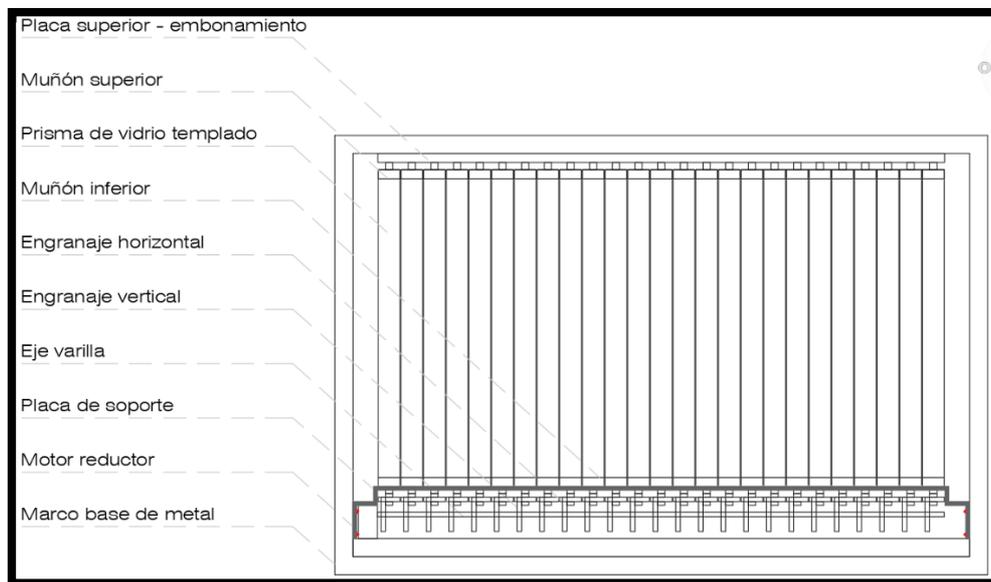


Figura 62. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

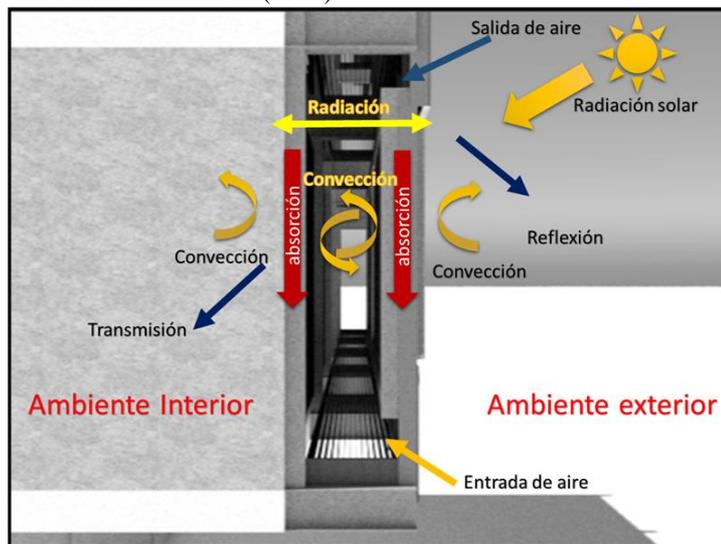


Figura 63. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

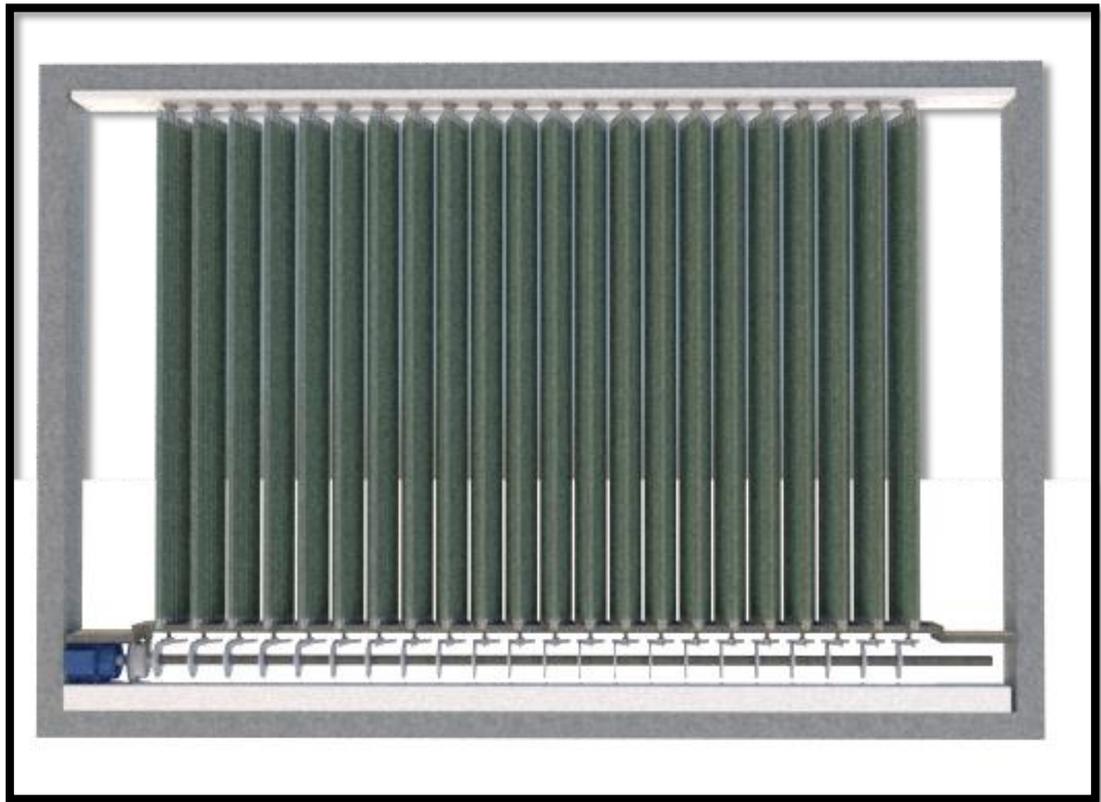


Figura 64. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

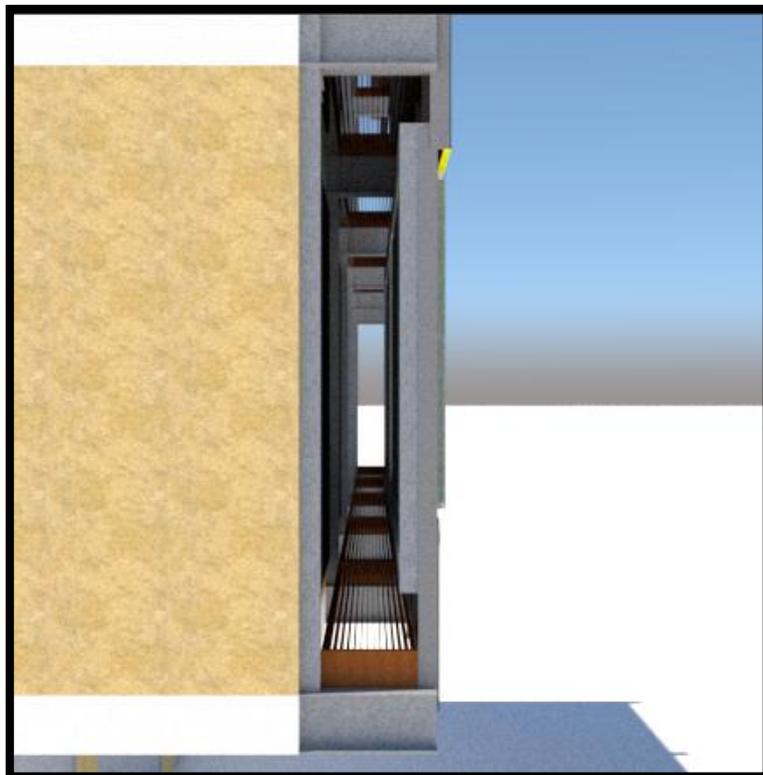


Figura 65. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

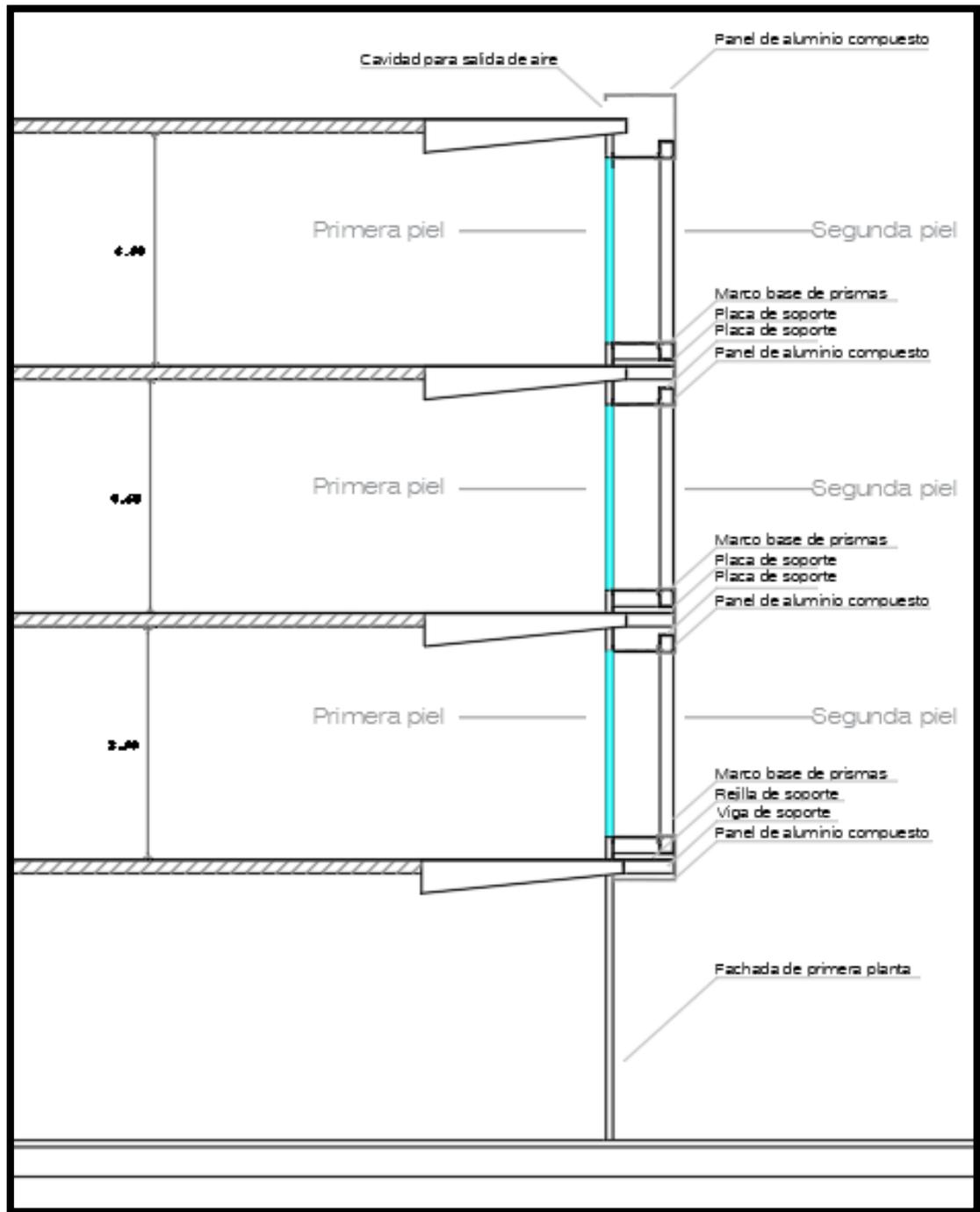


Figura 66. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.6. Instalación del producto

1.- Primera fachada



Figura 67. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

2.- Soportes verticales

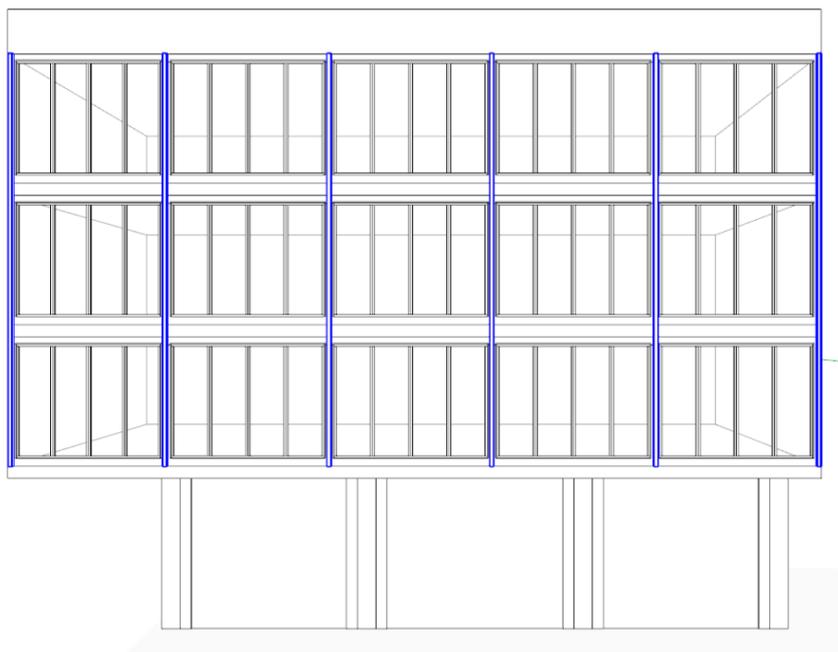


Figura 68. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

3.- Soportes horizontales, vigas IP

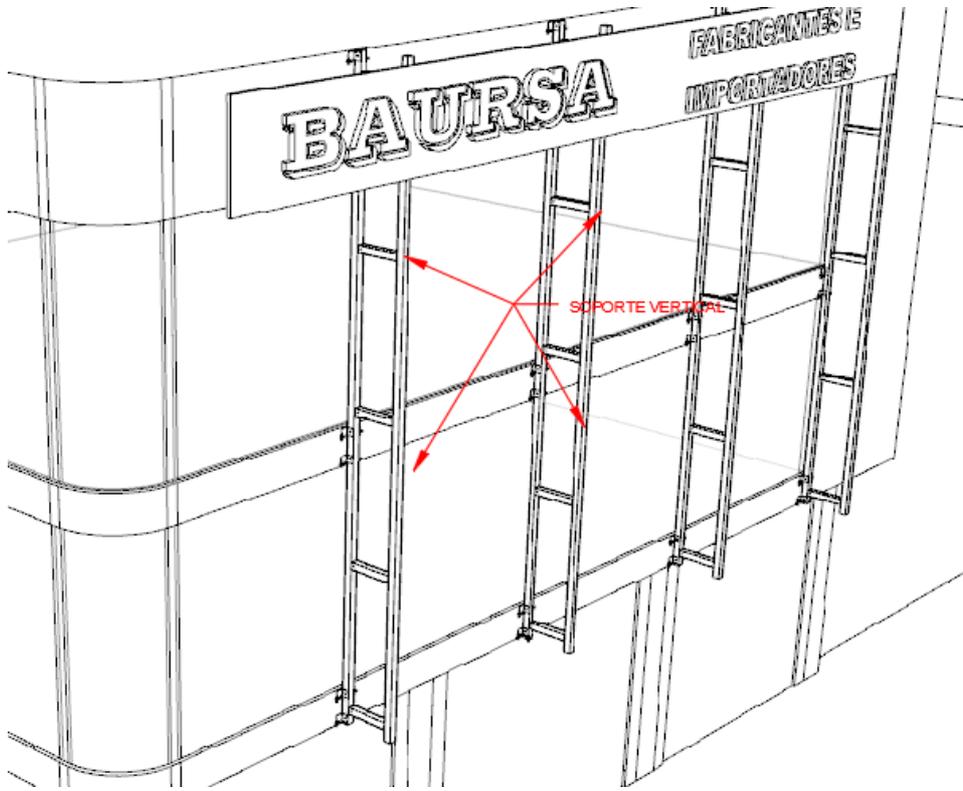


Figura 69. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.- Rejillas de soporte

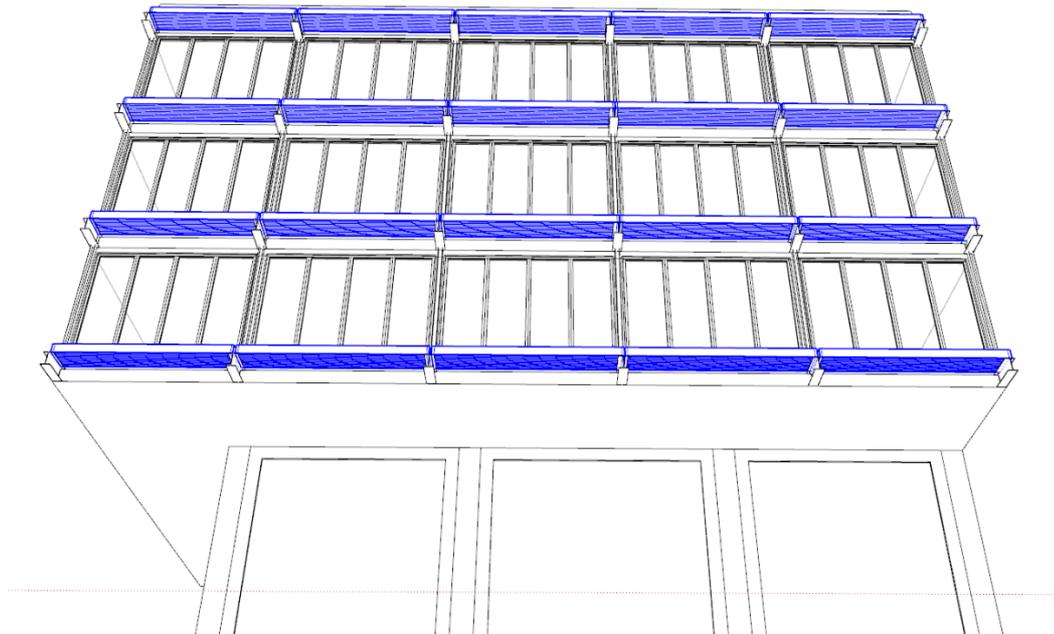


Figura 70. Bocetos de propuesta (esquema)
Elaboración: Lucas F. (2020)

5.- Soporte inferior y superior de prismas

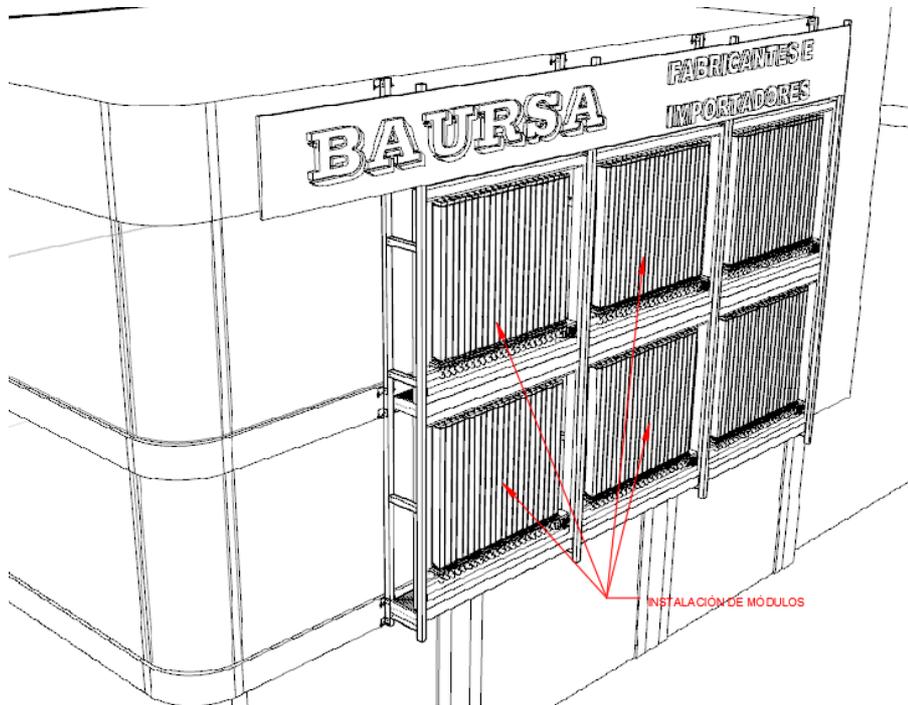


Figura 71. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

6.- Puestas de prismas

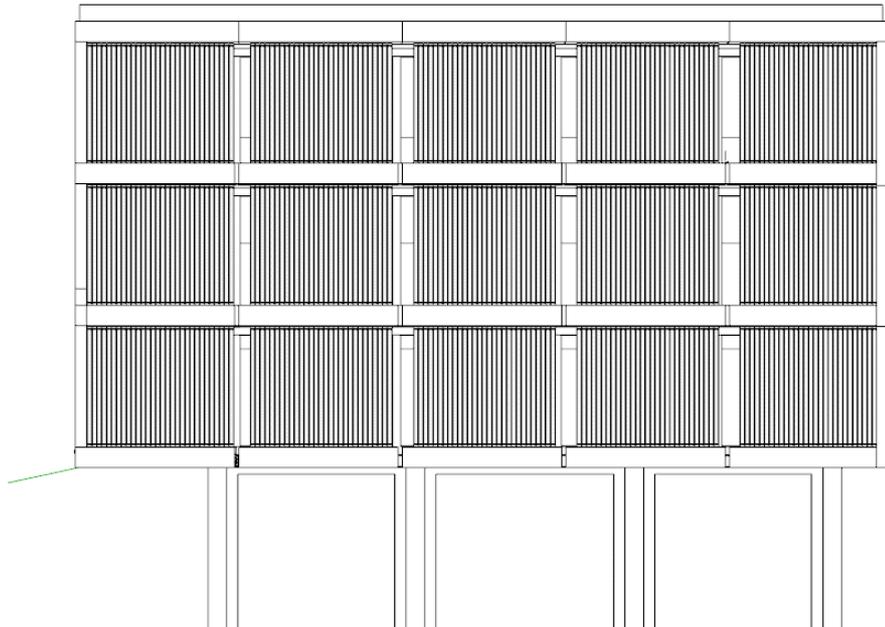


Figura 72. Bocetos de propuesta (esquema)

Elaboración: Lucas F. (2020)

4.7. Pruebas empíricas

4.7.1. Temperatura interior

El siguiente experimento se realizó de entre las 12h00 y 13h00, con una temperatura exterior de 29°C aproximadamente, en la primera ocasión se realizó una maqueta cúbica de a: 20cm y de h:30cm, en donde se simulaba una fachada acristalada simple, en cuyo interior mantenía una temperatura de 28°C. En la siguiente ocasión, se simuló una fachada con doble piel acristalada, con una separación de 5mm entre ellas, manteniendo una temperatura interior de 28°C.

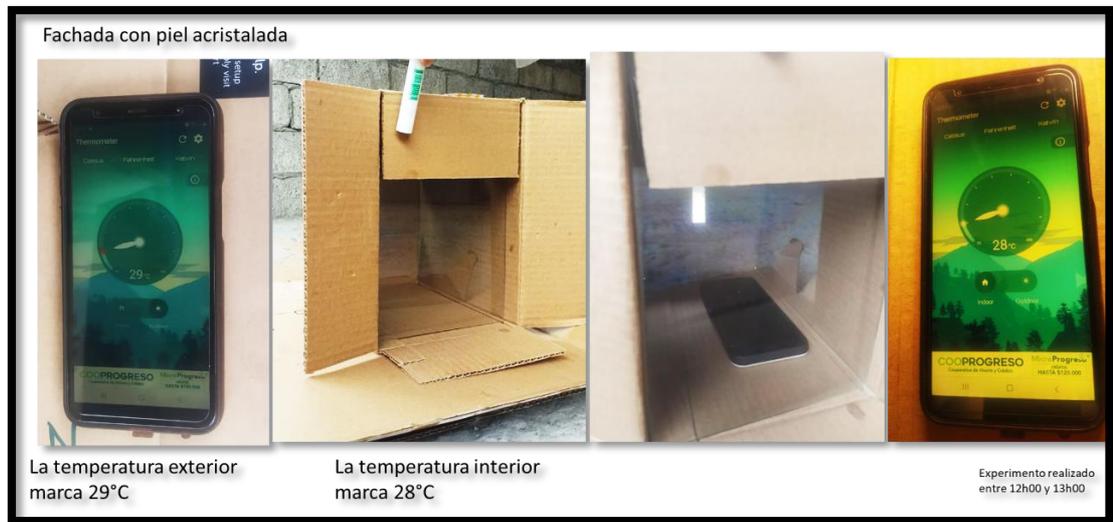


Figura 73. Prueba de confort con fachada acristalada simple

Elaboración: Lucas F. (2020)



Figura 74. Prueba de confort con fachada acristalada doble

Elaboración: Lucas F. (2020)

En la tercera vez, se incluyó la fachada doble de vidrio propuesta, con lo que se logró mejorar la temperatura interior de la primera fachada simple (26°C); el experimento se lo realizó mediante una aplicación móvil para sistemas Android denominada THERMOMETER.



Figura 75. Prueba de confort con fachada acristalada doble propuesta
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.7.2. Ruido interior

En la siguiente prueba, se la realizó en un ambiente residencial en las horas de la mañana (10h00-11h00), con un ruido exterior de entre 66-62 dB, en el primer ensayo se simuló una fachada acristalada simple, teniendo un ruido interior de 58 dB. En el experimento siguiente, se dispuso una doble fachada acristalada, con el mismo nivel de ruido exterior, sin embargo, esta vez se presentó un ruido interior de 56dB.

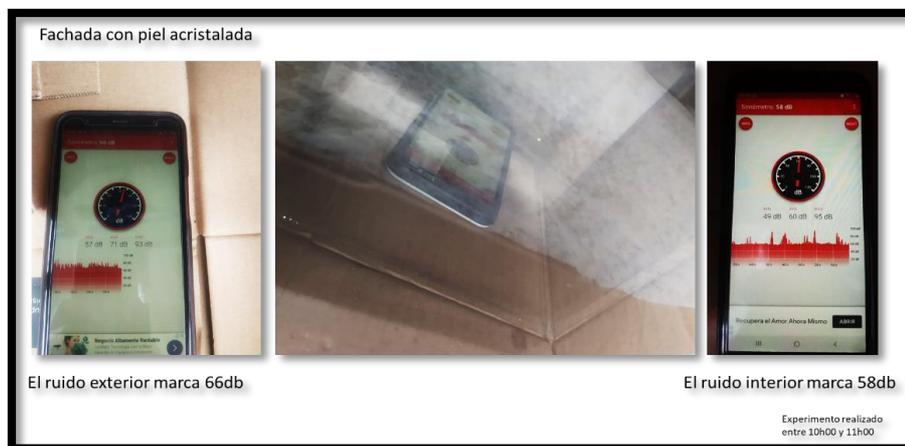


Figura 76. Prueba de ruido con fachada acristalada simple
Elaboración: Lucas F. (2020)

En la tercera prueba se empleó la fachada acristalada doble propuesta, obteniendo un ruido interior de 50dB, y un ruido exterior de 66dB. El ensayo pudo ser posible mediante la aplicación móvil para sistemas Android, denominada SONOMETRO.



Figura 77. Prueba de ruido con fachada acristalada doble
Elaboración: Lucas F. (2020)



Figura 78. Prueba de ruido con fachada acristalada doble propuesta
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.8. Discusión

4.8.1. Análisis de confort

La zona climática en que se encuentra la ciudad es zc6, de esta forma, según la norma NEC-HS-EE (2018) (Eficiencia energética en edificaciones residenciales), los requisitos para una envolvente según esta zona climática son los siguientes:

Tabla 17

Requisitos de envolvente para zona climática 1

Elementos opacos	Habitable				No Habitable	
	Climatizado		No Climatizado		Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC		
Área translúcida vertical $\geq 45^{\circ}\text{C}$	U-6.61	SHGC-0.25	U-3.64	SHGC-0.77	U-6.61	NA
Área translúcida horizontal $\leq 45^{\circ}\text{C}$	U-11.24	SHGC-0.19	U-11.24	SHGC-0.19	U-11.24	NA

Fuente: NEC-HS-EE (2018)

Se especifican requisitos para la envolvente exterior de la edificación, para dos categorías de espacio:

a) Espacios habitables (espacio acondicionado residencial).

b) Espacios no habitables (espacio semi-climatizado).

Un espacio será considerado como habitable y deberá cumplir con los requisitos establecidos para espacios acondicionados al momento de la construcción, independientemente que los equipos mecánicos o eléctricos estén incluidos en el proyecto.

En las zonas climáticas 3 a 6, un espacio puede ser designado como no habitable solo si es aprobado por la autoridad competente con jurisdicción sobre la aplicación de la normativa.

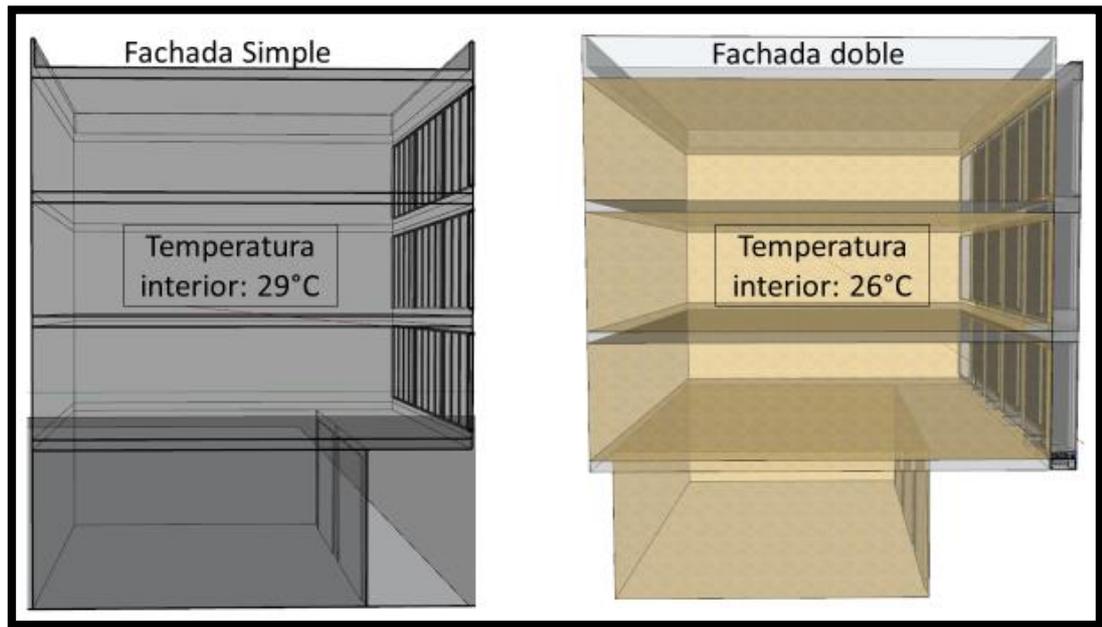


Figura 79. Esquema de temperatura interior con sistema de doble fachada
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.8.2. Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de elementos translúcidos

Un valor bajo de Coeficientes de Ganancia Solar SHGC es la propiedad más importante en climas cálidos y según la norma NEC-HS-EE (2018) la cantidad apta para temperaturas de la ciudad de Guayaquil es 0.25. Contemplando que la base de comparación es el modelo de una edificación esquina en el centro de la ciudad, emplazada en 159.82 m², con forma rectangular. Las áreas translúcidas por cada planta de dicha edificación son 52.5 m² (21.66% del área del piso) sin protecciones solares, en la fachada oeste.

Cumpliendo con la norma ecuatoriana, haciendo un balance entre los coeficientes de ganancia solar entre la fachada oeste sin el sistema de doble piel, se determinó que, si es capaz de disminuir este coeficiente, reduciéndolo en un total de 0.19. A continuación se demuestran dichos valores.

Tabla 18

Propiedades de paquetes constructivos

Elemento constructivo	Paquete constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Conductividad (W/mK)	Factor-U (W/m ² K)
Ventanas	Vidrio simple (3mm)	Vidrio transparente	0.3	0.9	5.89

Vidrio simple LoE (e=0.2)(3mm)	Vidrio con lámina	0.3	0.9	3.84
Vidrio simple (6mm)	Vidrio transparente	0.6	0.9	5.78
Vidrio doble (3mm)	Vidrio transparente	0.3	0.9	3.16
	Aire (R0.15m2K/W)	0.6	-	
	Vidrio transparente	0.3	0.9	

Fuente: NEC-HS-EE (2018)

Elaboración: Lucas F. (2020)

Los resultados reflejaron:

- **Disminución en la carga de enfriamiento como resultado de utilizar un sistema de doble fachada.**

Las ventanas con vidrios simples claros o con tintes grises o bronce presentan un significativo impacto en la carga de enfriamiento cuando se duplica el área de cristales. El análisis indica que el incremento del área cristalizada aumenta el uso de energía en climas cálidos, pero tiene un menor impacto en el consumo cuando se usan cristales de alta tecnología (ejemplo: vidrio doble con baja ganancia solar).

A continuación, se muestra el resultado de simulaciones para demostrar el impacto del área de ventanas y tipos de cristales en los costos anuales del consumo eléctrico. Para ello se aumenta el área cristalizada al doble, es decir 30% del área del piso. Las ventanas se repartieron equitativamente en las cuatro orientaciones (para descartar la influencia de las mismas).

Tabla 19

Porcentaje de aumento del costo anual de consumo eléctrico al aumentar el área de ventana 30% del área del piso

Tipo de sistema de acristalamiento con 30% del área de piso en ventanas	Porcentaje de aumento anual de consumo eléctrico
Vidrios claros simples	50%
Vidrios gris o bronce simple	40%
Vidrio doble con baja ganancia solar	33%

Fuente: www.efficientwindows.org/orlando_c.html

Elaboración: Lucas F. (2020)

4.8.3. Control de ruido con sistema de doble piel

Según la norma ecuatoriana de eficiencia energética en la construcción NEC-11, para lograr un confort acústico adecuado se debe considerar los niveles máximo de ruido según los espacios:

Tabla 20

Niveles máximos de ruido según actividad

Lugar/Actividad	Nivel sonoro [dB]
Locales y recintos comerciales	70
Oficinas	60
Actividades de vivienda, estudio, dormitorios, bibliotecas, hoteles	50
Lugares de estar	50
Aulas de estudio	55
Hospitales y centros de salud	45
Otros lugares no estipulados anteriormente diferentes de sitios de vivienda o estar	75

Fuente: NEC-HS-EE (2018)

Elaboración: Lucas F. (2020)

Para fines demostrativos, a continuación, se presenta la siguiente tabla comparativa de los decibeles obtenidos aplicando distintos tipos de acristalamientos:

Tabla 21

Obtención de aislamiento acústico según tipo de acristalamiento

Descripción	Aislamiento acústico	
	Vidrio simple de 4mm	Prisma con caras laminadas de 4mm
Aislamiento promedio	27 dB	46 dB
Aislación compensada	30 dB	44 dB
Aislamiento al tráfico RW	25 bBA	37 dBA

Elaboración: Lucas F. (2020)

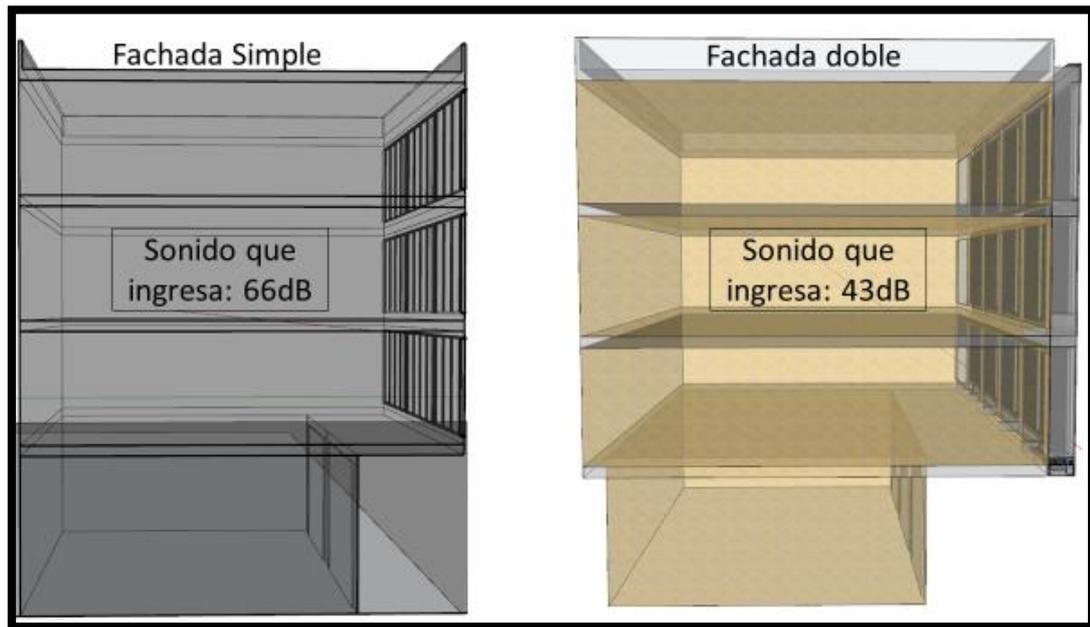


Figura 80. Esquema de sonido interior con sistema de doble fachada
Elaboración: Lucas F. (2020)

4.9. Especificaciones y detalle de sistema

4.9.1. Alimentación sistema electrónico.

FUENTES DE ALIMENTACIÓN	
Fuente para la etapa de potencia	
Voltaje de alimentación:	220Vac
Frecuencia de línea:	60 Hz
Corriente nominal máxima:	5A dc
Voltaje de salida:	25V (dc)
Rectificación:	Onda completa
Rizado	3.24%
Etapas de control	
Voltaje de alimentación:	220Vac
Frecuencia de línea:	60 Hz
Corriente nominal máxima:	1.5A (dc)
Voltaje de salida:	5Vdc
Rectificación:	Onda completa
Rizado	7%

Figura 81. Fuentes de alimentación.
Elaboración: Lucas F. (2020).

Micro controlador Pic 16f877A	
Voltaje de alimentación:	5Vdc
Frecuencia de línea:	4 MHz
Corriente nominal máxima:	500mA (dc)
c. Pantalla de Cristal Líquido (LCD)	
Voltaje de alimentación:	5Vdc
Corriente nominal máxima:	2mA (dc)

Figura 82. Fuentes de control.
Elaboración: Lucas F. (2020).

4.9.2. Energización.

Motor paso a paso	
Voltaje de alimentación:	24Vdc
Corriente nominal máxima:	3.32A (dc)
Grados por paso:	1.8 °
Torque del motor:	1.8 Nm
DriverL298	
Voltaje de alimentación:	46 Vdc
Corriente nominal máxima:	4 A (dc)
Voltaje lógico máximo:	7 Vdc
ControladorL297	
Voltaje de alimentación:	5 Vdc
Corriente nominal máxima:	80 mA (dc)
RTC DS1307	
Voltaje de alimentación:	5 V
Corriente nominal máxima:	800 nA (dc)
Frecuencia de línea:	32.768 kHz
Voltaje de Batería:	3 V

Figura 83. Generación de energía y potencia.
Elaboración: Lucas F. (2020).

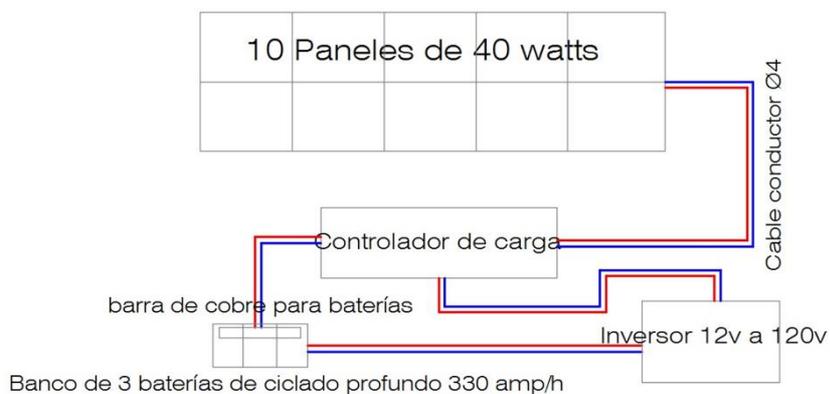


Figura 84. Fuente de energía eléctrica con panel solar fase 1.
Elaboración: Lucas F. (2020).

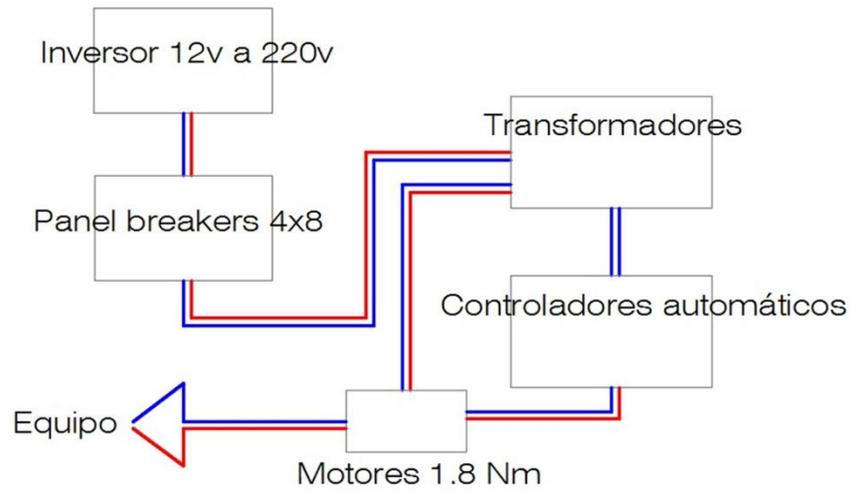


Figura 85. Fuente de energía eléctrica con panel solar fase 2.
Elaboración: Lucas F. (2020).

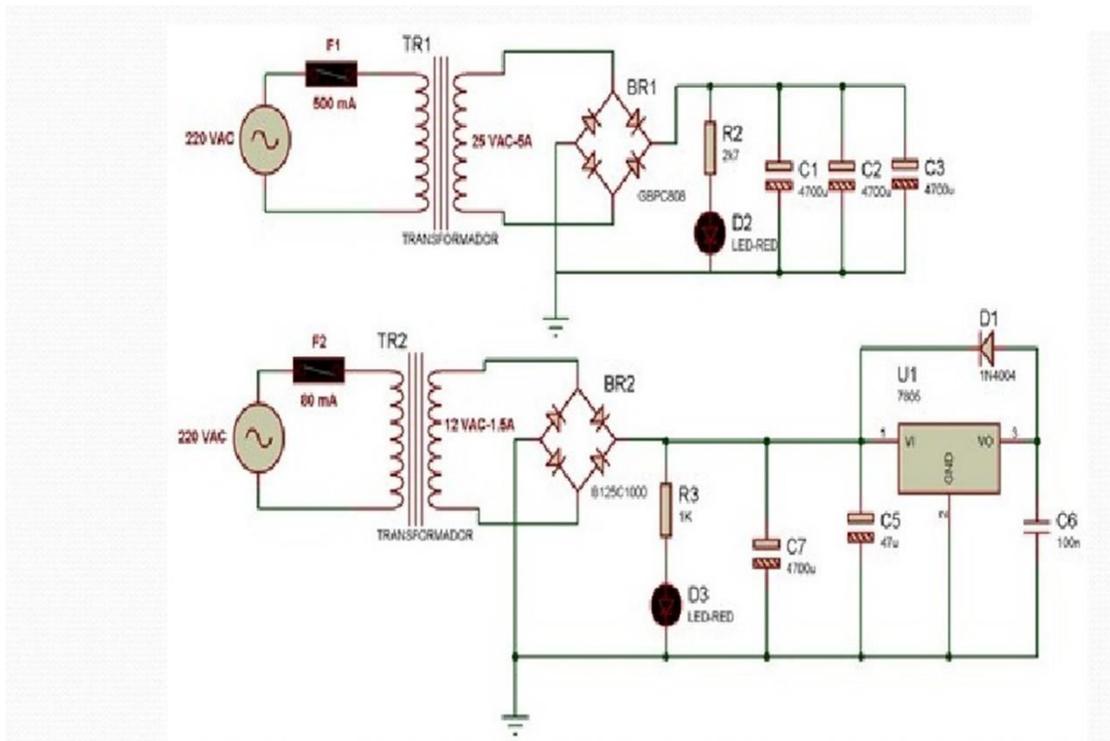


Figura 86. Distribución de energía a sistema.
Elaboración: Lucas F. (2020).

4.9.3. Presupuesto

Tabla 22

Presupuesto referencial materiales

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORT
	AD	UNITARIO	E
PANATAALLA LCD 2 X 16	1	17	17
TECLADO MATRICIAL 4 X 4	1	15	15
MICROCONTROLADOR PIC 16F87A	1	12	12
INTEGRADO RTC - DS1307	1	7.5	7.5
INTEGRADO L298	2	12	24
INTEGRADO L297	1	5	5
DIODO RAPIDOS	8	2.5	20
CRISTAL DE CUARZO CILIN. 32.68 HZ	1	2.5	2.5
PUENTE DIODO 8 A	1	3	3
PUENTE DIODO 1 A	1	0.6	0.6
CAPACITORES 4700UF - 50V	4	1.5	6
PILA PLANA DE 3V	1	2	2
POTENCIOMETRO DE PRECISION 50 KΩ	1	2	2
CRISTAL DE CUARZO 4MHZ	1	2.5	2.5
PLACA DE FIBRA 10X20 CM	3	7	21
VENTILADOR CIRCULAR 25V - 0.16A	2	7	14
REJILLA DE PROTECCION VENTIL.	2	2	4
REGULADORES 7805	2	0.8	1.6
CABLE FLAG - 24 HILOS - 3M	1	3	3
TRANSFORMADOR 25V - 5A	1	60	60
TRANSFORMADOR 12V - 0.5A	1	10	10
		COSTO	
		SUBTOTAL	232.70

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		UNITARIO	
EJE SIN FIN DE 1,20 CM	1	\$ 345	\$ 345
RODAMIENTOS	20	4	80
ENGRANAJES PARA EJE SIN FIN	10	35	350
TRIEDROS DE 10 X 60 CM	10	26	260
BASE PARA LOS TRIEDROS	20	5	100
BASE INFERIOR 1 X 0,2 X 0,1M	1	110	110
BASE SUPERIOR 1 X 0,15 X 0,1M	1	95	95
SOPORTE LATERAL DEL CARTEL	2	17	34
CAJA DEL PANEL CARTEL	1	35	35
PINTURA MARTLLADO	1	20	20
ADAPTACION MECÁNICA	1	800	800
MOTOR PASO 24V - 3,36A -1,8 GR	1	25	25
COSTO TOTAL DEL CARTEL EN DOLARES			\$ 1124.25

Elaboración: Lucas F. (2020)

4.9.4. Análisis comparativo

A continuación, se muestran los valores que llegarían a desarrollarse en cuanto a confort térmico, acústica y consumo de energía implementando el sistema de doble fachada propuesto en el proyecto.

Tabla 23

Comparación de implementación de sistema de doble fachada

Edificación con una fachada	Edificación con sistema con doble fachada
Confort térmico	
U 5.89 W/m2K	U 3.16 W/m2K
Consumo energético	
50%	33%
Confort Acústico	
60 dB	46 dB

Elaboración: Lucas F. (2020)

Tabla 24

Comparación costos de sistema de doble fachada con sistemas de otras compañías

Sistema	Valor materiales	Mano de obra	Total
Propuesta (Incluido Paneles Solares)	\$2026	\$1200	\$3226
Agencia Publicitaria Konzept	\$ 2850	\$1500	\$ 4350
Induvallas	\$ 4100	\$2540	\$6640
Zzacorp S.A.	\$2880	\$2200	\$5080
Coult	\$ 2920	\$1500	\$4420

Elaboración: Lucas F. (2020)

4.10. Perspectivas.

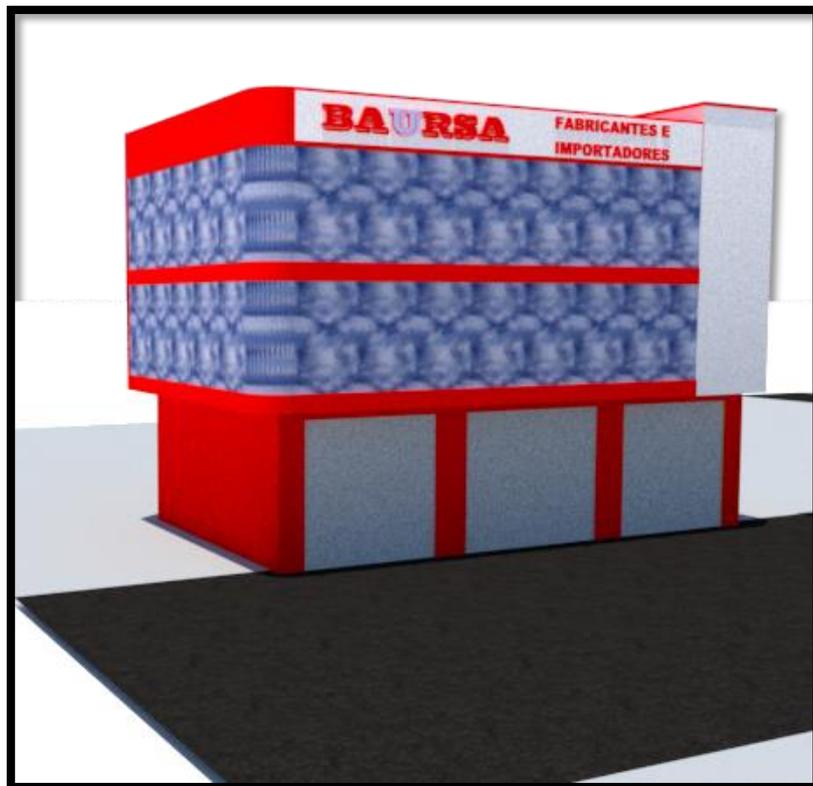


Figura 87. Edificio con fachada simple

Elaboración: Lucas F. (2020)



Figura 88. Edificio con sistema de doble fachada
Elaboración: Lucas F. (2020)



Figura 89. Edificio con sistema de doble fachada, área de control de equipos.
Elaboración: Lucas F. (2020)

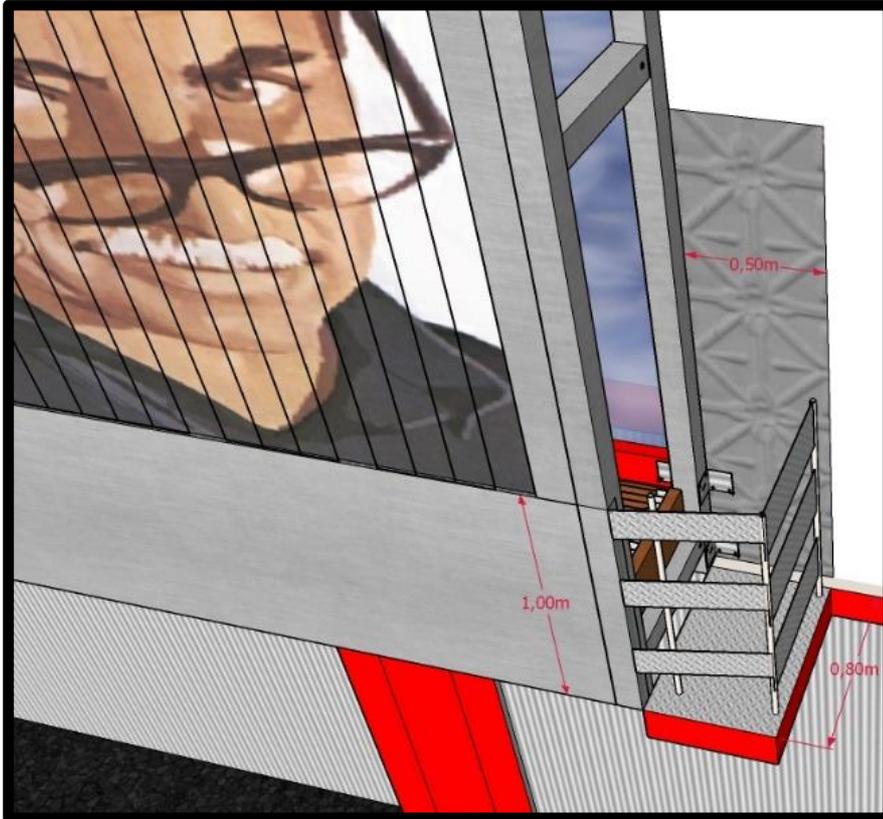


Figura 90. Edificio con sistema de doble fachada, área de salida a mantenimiento.
Elaboración: Lucas F. (2020)

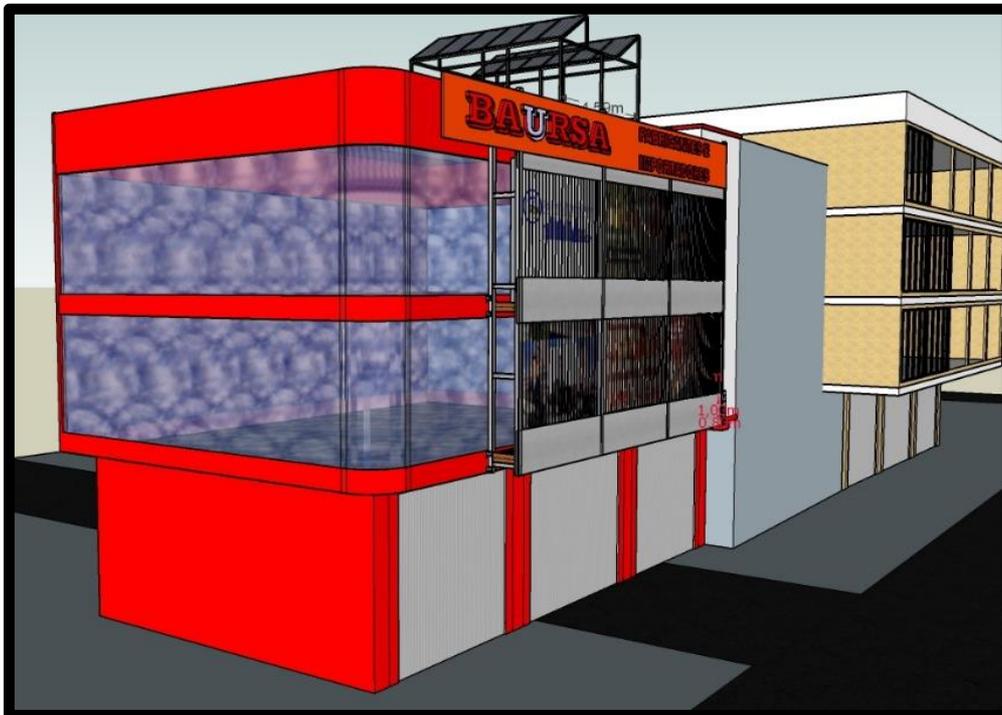


Figura 91. Edificio con sistema de doble fachada, vista esquinera.
Elaboración: Lucas F. (2020)

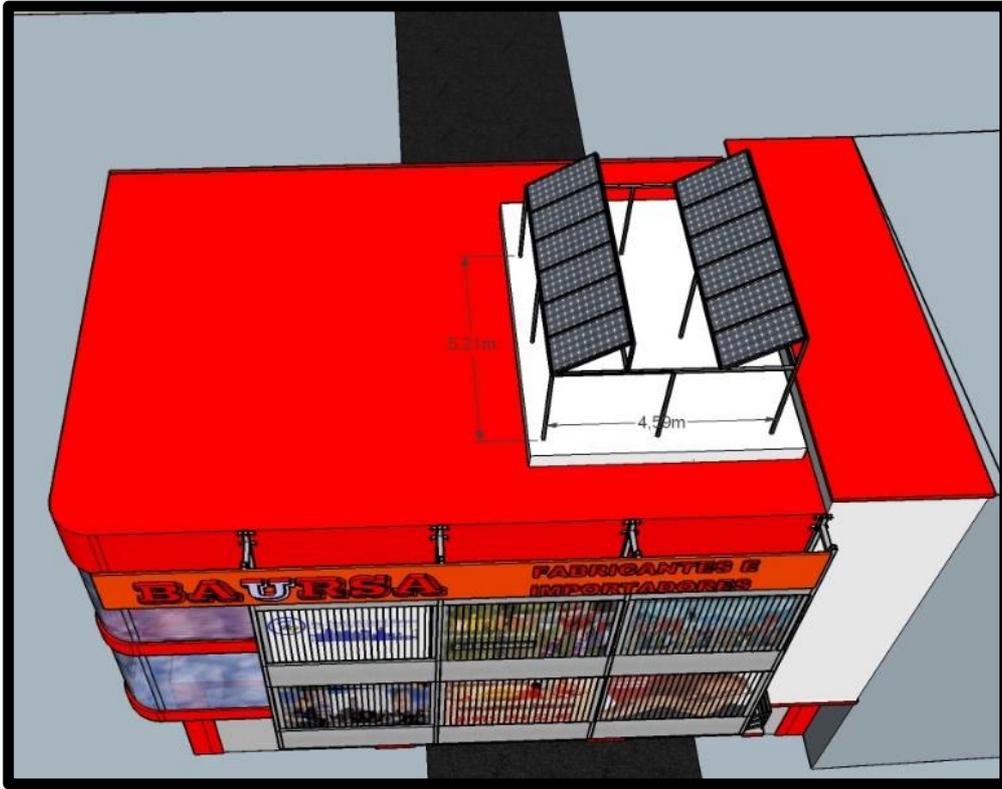


Figura 92. Edificio con sistema de doble fachada, vista aérea.
Elaboración: Lucas F. (2020)

CONCLUSIONES

La propuesta determinó cómo es posible la adaptabilidad de un sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios con criterio autosustentable, en el contexto del cantón Guayaquil. Se lo demostró mediante el cumplimiento de la hipótesis que indica la posibilidad de elaborar un prototipo capaz de funcionar como segunda piel de una edificación, y se determina su capacidad de optimizar las fachadas con superficies acristaladas simples.

En consecuencia, el objetivo general se resolvió ya que se usó los elementos iniciales que definió la propuesta, y el conjunto fue analizado por la sustentabilidad como requisito para el sistema, aquello se lo demostró con una reducción del coeficiente de transmitancia de calor solar de 5.59 W/m²K con una fachada simple, y con 3.16 w/m²K aplicando el sistema de doble fachada que surgió de la investigación.

En referencia a los otros objetivos específicos, también se dieron cumplimiento al evaluar la técnica que sea aplicable al contexto, y ésta fue la estrategia de una fachada suministradora, en la que recibe la ventilación natural y con sus elementos logra modificar el clima interior, método que es conveniente en Guayaquil, donde se contempla un clima cálido muy caluroso.

Por otro lado, una de las metas también consistía en considerar la opinión de los actores de la construcción que hayan intervenido en la aplicación de dichas fachadas; en efecto, también se llegó a recoger las impresiones de aquellos profesionales y analizar sus exigencias, con ello pudo ser posible la conformación de la propuesta, así como los dimensionamientos que un sistema de doble fachada necesita.

Entre muchas cosas, esta investigación destaca que este tipo de sistema en fachadas necesitan la consideración de la realidad climática exterior, tales como temperatura, radiación solar, ya que influyen en el ambiente interior; en consecuencia, su diseño requiere visualizar en qué contexto debe ser aplicado, puesto que la propuesta es perfecta para climas calurosos, con una técnica de ventilación natural, que no necesita que entre las pieles acristaladas se incluya un sistema mecánico que mejore la temperatura, lo que es más necesario en climas fríos.

Sobre la asequibilidad de este sistema, hay que tener en claro que en otros documentos también se la describe como “fachada de ahorro de energía”, puesto que su aplicación puede ser un poco costosa frente a una envolvente simple, no obstante, la misma es capaz de equilibrar los gastos en la energía que se consume durante el uso

del edificio, otra ventaja es el que el mantenimiento es parecido a la fachada acristalada simple, por el acceso al interior y exterior de la misma.

Este sistema es un concepto innovador cuya consideración en edificios en gran altura está repercutiendo en muchos lugares en el país, de esta forma se puede continuar con muchos más proyectos similares, valorando otros aspectos como altura, forma, materiales, entre otros, colaborando con la comunidad científica, además de la sustentabilidad en el que los proyectos arquitectónicos marcan el criterio de responsabilidad con el medio en el que se habita.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar mantenimientos periódicos que ayuden a que la función giratoria sea cumplida.

Las medidas de prototipo deben variar de acuerdo a la superficie expuesta, considerando como este caso el área de las galerías, sin que pierda la forma y función presentada.

Para una elección correcta de vidrios a usar es importante determinar el emplazamiento, es decir, situación geográfica del edificio: altura, situación climática, exposición al viento, además del tipo de enlace:

- Placa apoyada en los 4 lados
- Placa apoyada en dos lados opuestos
- Placa encastrada en un lado
- Placa anclada puntualmente
- Ángulo de la fachada
- Necesidad de mecanizados posteriores
- Tipología de la fachada y la ventana

Por otra parte, la puesta en obra de los productos vítreos viene definida y regularizada según la norma UNE 85222:1985 “Ventanas, Acristalamiento y métodos de montaje”. Esta norma fija las medidas y holguras necesarias, especifica también las características y el método a utilizar para el correcto acristalamiento, así como el acuíñado del acristalamiento que asegure una posición correcta del mismo. Todo ello con el fin de garantizar la estanquidad entre el material de acristalamiento y la perfilaría.

BIBLIOGRAFÍA

- (MIDUVI), M. d., & (CAMICON), C. d. (05 de 01 de 2015). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. *NEC*. Quito, Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- ALACERO. (21 de 01 de 2020). *ALACERO*. Obtenido de <https://www.alacero.org/es/page/el-acero/que-es-el-acero>
- Alvarado, J. (15 de 07 de 2017). Guayaquil también busca brillar por sus fachadas. *Diario El Universo*, pág. 12.
- Asefave. (2014). Obtenido de https://ovacen.com/wp-content/uploads/2014/06/guia_tecnica_ventanas.pdf
- Blanco, M. (2014). *Fachadas sostenibles: Estudio de las diferentes soluciones para construir fachadas sostenibles*. Río de Janeiro: Universidad Federal de Río de Janeiro.
- Bublik, N. (2014). *Estudio de la Fachada con membrana textil tensada como segunda piel*. Catalunya, España: Universidad Politécnica de Catalunya-Escuela superior de Barcelona.
- Coellar, I. (2017). *Fachada cinética: Parametrización para optimizar el confort lumínico*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN (CNP). (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades.
- Construmática. (05 de 2020). *Construpedia*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Propiedades_del_Acero_Alead
o
- Cruz, A. D. (2015). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO METALÚRGICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS EN UNIONES DE ALEACIONES DE ALUMINIO 6061-T6 Y 7075-T6 PARA APLICACIONES EN INDUSTRIA DE TRANSPORTE UNIDAS MEDIANTE EL PROCESO DE SOLDADURA GTAW*. México: Corporación Mexicana de Investigación en materiales.
- Cuerva, E. (2014). *Optimización térmica y energética de la doble fachada acristalada con ventilación mécnica en clima mediterráneo*. Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya.

- Dávila, J. (02 de 09 de 2018). *Homify*. Obtenido de Doble fachada en la arquitectura: qué es y ejemplos: https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5860514/doble-fachada-en-la-arquitectura-que-es-y-ejemplos
- Domínguez, P. (2016). *Nuevas pieles : Tecnología en fachadas como estrategia de diseño sostenible*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Ecured. (29 de 08 de 2019). *Mecanismos*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/index.php?title=Mecanismo&oldid=3531516>
- El telégrafo. (07 de 04 de 2018). El país promueve la eficiencia energética. *Especial del Iner*. Obtenido de <https://www.entelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/el-pais-promueve-la-eficiencia-energetica>
- El telégrafo. (23 de 11 de 2018). Telecomunicaciones es el sector del mayor consumo eléctrico del país. *Redacción Economía*. Obtenido de <https://www.entelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/telecomunicaciones-consumo-electricidad-ecuador>
- Elliot, G. (01 de 02 de 2018). *Geniolandia*. Obtenido de <https://www.geniolandia.com/13063352/que-es-el-acero-sin-alear>
- Ferrer, J. (2010). *Metodología*. Recuperado el 22 de 03 de 2018, de <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>
- González, T. (31 de 05 de 2018). *Fashion Network*. Obtenido de <https://pe.fashionnetwork.com/news/Mall-Alhambra-Shopping-abre-sus-puertas-en-Ecuador,982909.html#.XTZRnHu22Uk>
- Hincapié, S. (28 de 01 de 2014). *Investigación*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <http://sanjahingu.blogspot.com/2014/01/metodos-tipos-y-enfoques-de.html>
- Hoyos, M. (15 de 10 de 2015). Guayaquil y su rica arquitectura patrimonial. (S. Neumane, Entrevistador)
- Ingeniería, A. (27 de 06 de 2015). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/240224107/UNE-EN-10020>
- Irulegi, O., Sierra, A., Hernández, R., Ruiz-Pardo, A., & Torres, L. (2013). *Fachadas ventiladas activas para reducir*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Lara. (03 de 11 de 2015). *ECO-NOMIC ARCHITECTURE*. Obtenido de <https://ecosocialhouse.wordpress.com/2015/03/11/fachadas-cineticas/>

- Lenntech. (2019). *Lenntech BV*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/al.htm>
- MIDUVI. (2015). *NEC - HS - VIDRIO*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Morán, E. (2016). *Estudio del efecto de la envolvente fachada curtain wall de los edificios judiciales de Guayaquil Norte*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Muñoz, E. (28 de 12 de 2015). *Interempresas*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Vidrio-plano/Articulos/148940-El-vidrio-como-elemento-de-control-termico-en-los-edificios.html>
- Neumane, S. (13 de 10 de 2015). Guayaquil y su rica arquitectura patrimonial. *El Universo*.
- Neumane, S. (13 de 10 de 2015). Guayaquil y su rica arquitectura patrimonial. *El Universo*.
- Niampira, A. (2014). *Comportamiento acústico de la fachada ventilada con revestimiento ligero; análisis de la variación según las características de la ventilación*. Catalunya, España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Olmedilla, J. (2012). *Sistema de doble fachada. Análisis de las mejoras en las prestaciones térmicas y acústicas de un edificio destinado a centro de salud*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ortega, F. N. (2016). *Celosías para mirar e iluminar*. Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Parra, D. B. (2015). *La profundidad de la envolvente*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, C. (05 de 06 de 2018). *Cruz Pérez*. Obtenido de <http://www.cristaleriacruzperez.com/nueva-tendencia-fachadas-vidrio/>
- PLANEE. (2017). *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035*. Quito: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
- Prim, N. (16 de 03 de 2019). *Láminas y aceros*. Obtenido de <https://blog.laminasyaceros.com/blog/propiedades-mec%C3%A1nicas-del-acero>
- Promateriales. (2018). *Aluminio en la construcción*. Madrid: Promateriales.
- Real Lengua Española. (2014). Acero. En RAE, *Diccionario de la Lengua Española* (Vol. 23). Madrid: Asociación de Academias de la Lengua Española.

- Recursos de Autoayuda. (08 de 11 de 2017). *Recursos de Autoayuda*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <https://www.recursosdeautoayuda.com/investigacion-de-campo/>
- Registro Oficial N° 449. (2019). *Ley Orgánica de Eficiencia Energética*. Quito: Asamblea Constituyente.
- Reynaers Aluminium. (2014). *Arquitectura en Aluminio*. Barcelona: Reynaers Aluminium.
- Riventi. (2015). *Riventi Fachadas Estructurales*. Obtenido de <https://www.riventi.net/project/sede-de-la-direccion-general-de-patrimonio-del-estado/>
- Riventi. (16 de 06 de 2016). *Riventi Fachadas Estructurales*. Obtenido de <https://www.riventi.net/las-diferentes-fachadas-de-la-ciudad-de-la-justicia-de-las-palmas/>
- Sánchez, E. (2017). *Optimización de la fachada de doble piel acristalada con ventilación natural. Metodología de diseño para el análisis de la eficiencia energética del sistema*. . Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Sánchez, J. (2017). *Importancia económica y ambiental de la recuperación del aluminio en Cuba*. La Habana: Universidad de la Habana.
- Soria, L. (2017). *Evaluación de la eficiencia energética de la envolvente de tres edificios de oficinas construidos en la ciudad Quito a partir del año 2011*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Souza, E. (13 de 08 de 2019). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/922899/como-funcionan-las-fachadas-ventiladas>
- UNAM. (S.f). *UNAM*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <http://fournier.facmed.unam.mx/deptos/seciss/images/investigacion/12.pdf>
- Universia Costa Rica. (04 de 2017 de 2017). *Universia Costa Rica*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <http://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>
- Zambrano, L. (20 de 07 de 2019). La obra verde se estimula con normas. *Municipio de Guayaquil impulsa a constructores*. Obtenido de

<https://www.expreso.ec/economia/municipio-guayaquil-construccion-costoplanilla-energia-ED2995644>

Zapata, J. (2013). *Diseño de elementos de máquinas I*. Piura: Universidad Nacional de Piura.

ANEXOS

Anexo 1.- Modelo de encuesta a profesionales de la construcción, arquitectos y futuros compradores.

Modelo de encuestas a profesionales de la construcción, arquitectos y futuros compradores.

SISTEMA DE DOBLE FACHADA A PARTIR DE ACERO, ALUMINIO Y VIDRIO PARA EDIFICIOS AUTO-SUSTENTABLE



Realizado por : Lucas Freddy

Nombre de encuestado:

1. ¿Considera agradable las fachadas de vidrio?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

2. ¿Qué material para fachada le agrada?

Metal Vidrio

Madera Pintura

Piedra o cerámica

3. ¿Sabe que es una doble fachada?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

4. ¿Considera que las fachadas dobles son de gran beneficio para los edificios?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

5. ¿Considera estético usar metal en fachadas?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

6 ¿Considera funcional usar vidrio en fachadas?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

7 ¿Considera agradables las fachadas del centro de Guayaquil?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

8 ¿Considera que los sistemas de doble fachadas pueden aplicarse en Guayaquil?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

9.¿Recomendaría el uso de un sistema de doble fachada?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

10. ¿Cree que pueden ser autosustentables las dobles fachadas en Guayaquil?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

Anexo 2.- Planos

	<p>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFRUITE FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE ARQUITECTURA</p>	<p>TEMA</p>	<p>SISTEMA DE DOBLE FACHADA A PARTIR DE ACERO, ALUMINIO Y VIDRIO PARA EDIFICIOS AUTO-SUSTENTABLE</p>	<p>AUTORE: SR. FREDDY DAVID LUCAS VELAZCO</p>	<p>TITULO: M.Sc. EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI</p>	<p>ENCUCLA: Inédicados</p>	<p>FECHA: AGOSTO - 2020</p>	<p>CONTIENE: IMPLANTACIÓN</p>			<p>LÁMINA 7</p>
---	---	-------------	---	--	---	---	--	--	---	---	-----------------------------



ESC. 1 / 1000



UNIVERSIDAD UCA VICENTE ROCAFORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA

SISTEMA DE DOBLE
FACHADA A PARTIR DE
ACERO, ALUMINIO Y
VIDRIO PARA EDIFICIOS
AUTO-SUSTENTABLE

AUTOR:

SR. FREDDY DAVID LUCAS VELAZCO

TUTOR:

MSC.

EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI

ESCALA:

1/1000000

FECHA:

AGOSTO - 2020

CONTIENE:

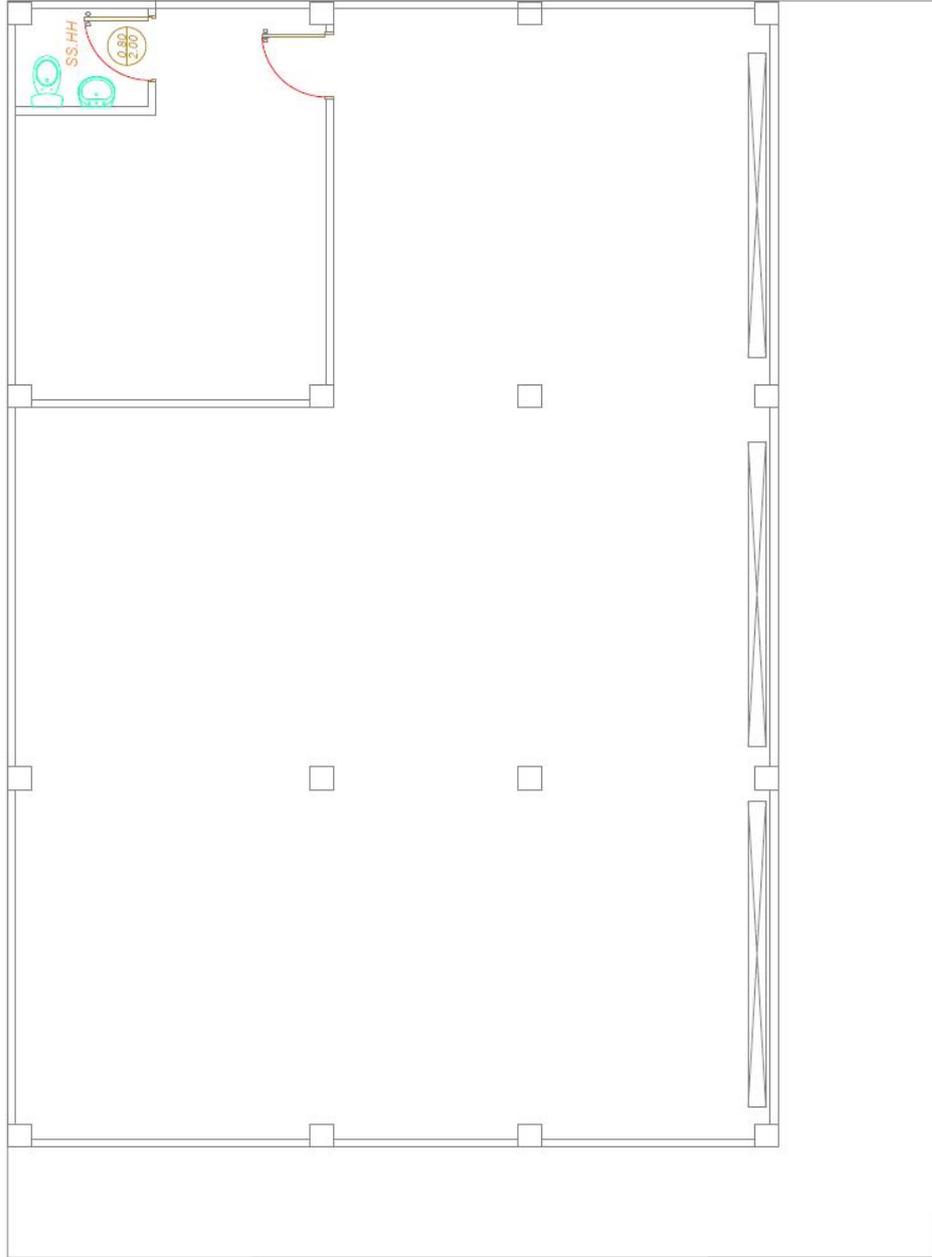
PLANTA GENERAL

UBICACION:



LÁMINA:

2



Planta baja

ESC. 1/20



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCA FERRER
 FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
 Y CONSTRUCCIÓN
 CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA

SISTEMA DE DOBLE
 FACHADA A PARTIR DE
 ACERO, ALUMINIO Y
 VIDRIO PARA EDIFICIOS
 AUTO-SUSTENTABLE

AUTOR:
 SR. FREDDY DAVID LUCAS VEA ZICO

TUTOR:
 MSc.
 EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI

ESCUELA:
 Industriales
 AÑO: 2020

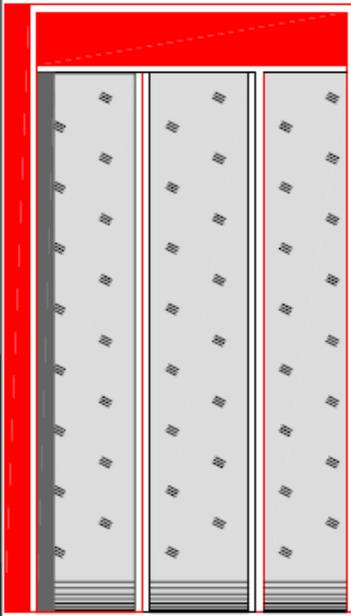
CONTIENE:

FACHADAS

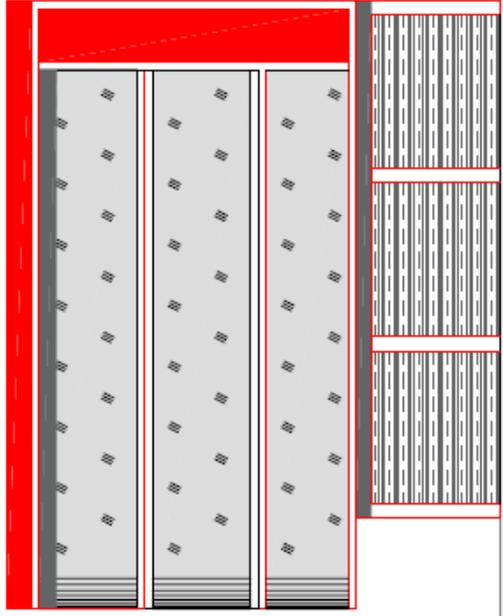


LÁMINA

3



Fachada Av. Quito



Fachada Calle Manabí

ESC. 1/100



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCCAFORTE
 FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA
 Y ARQUITECTURA
 CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA
**SISTEMA DE DOBLE
 FACHADA A PARTIR DE
 ACERO, ALUMINIO Y
 VIDRIO PARA EDIFICIOS
 AUTO-SUSTENTABLE**

AUTORE:
 DR. FREDDY DAVID LUICA S VBAZCO

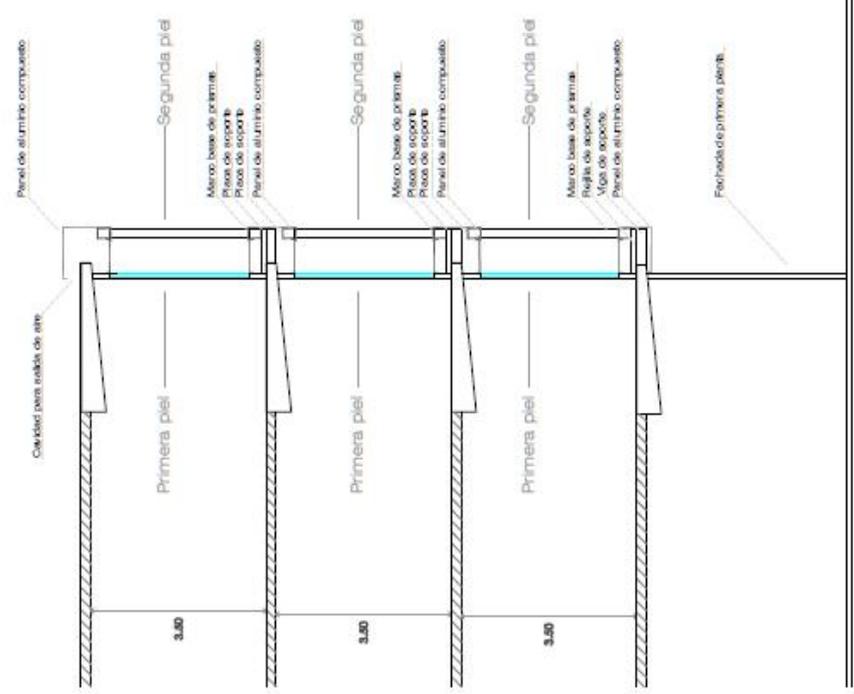
TUTOR:
 MSC.
 EDDIE ECHEVERRIA MAGGI

ESCUELA:
 Ingeciviles
 AÑO 2010 - 2020

CONTIENE:
 COMTES



LAMINA
4



ESC.: 1/100



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y COMUNICACIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA

SISTEMA DE DOBLE
FACHADA A PARTIR DE
ACERO, ALUMINIO Y
VIDRIO PARA EDIFICIOS
AUTO-SUSTENTABLE

AUTORA:
SR. FREDDY DA VID LUJAS VBA JCO

TITULO:
MISC.
EDDIE ECHVERRIA MAGGI

ESCALA:
Indicador
AGOSTO - 2020

CONTENIDO:

IMPLEMENTACIÓN

UBICACIÓN

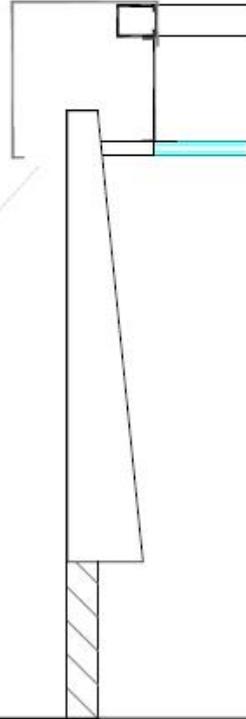


LAMINA

5

Panel de aluminio compuesto

Cavidad para salida de aire

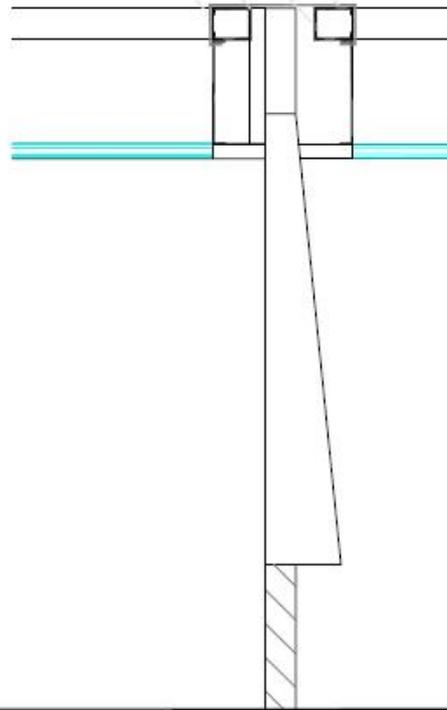


Marco base de prismas

Placa de soporte

Placa de soporte

Panel de aluminio compuesto



ESC. 1/25



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA

**SISTEMA DE DOBLE
FACHADA A PARTIR DE
ACERO, ALUMINIO Y
VIDRIO PARA EDIFICIOS
AUTO-SUSTENTABLE**

AUTOR:
SR. FREDDY DAVID LUCAS VELAZCO

TITULO:
MISC.

EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI

ESCALA:
Indicadas

FECHA:
AGOSTO - 2020

CONTIENE:

IMPLANTACIÓN

UBICACIÓN:



LÁMINA:

6

Placa superior - embonamiento

Muñón superior

Prisma de vidrio templado

Muñón inferior

Engranaje horizontal

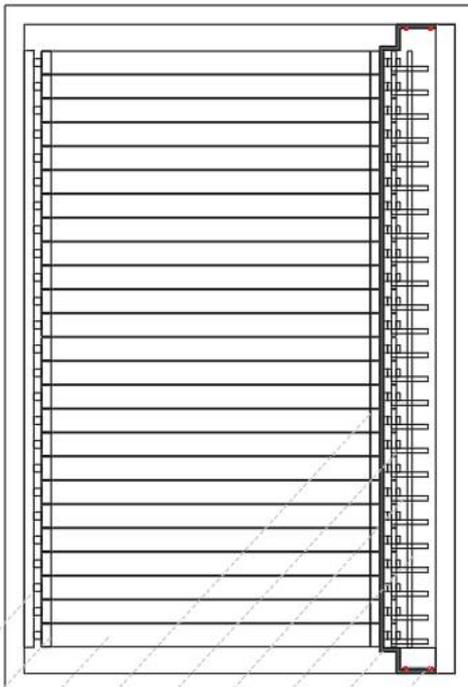
Engranaje vertical

Eje varilla

Placa de soporte

Motor reductor

Marco base de metal



ESC. 1/20



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFFERTE
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA

**SISTEMA DE DOBLE
FACHADA A PARTIR DE
ACERO, ALUMINIO Y
VIDRIO PARA EDIFICIOS
AUTO-SUSTENTABLE**

AUTOR:
SR. FREDDY DAVID LUCAS VELAZCO

TUTOR:
MSC.
EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI

ESCALA:
Indicados
AGOSTO - 2020

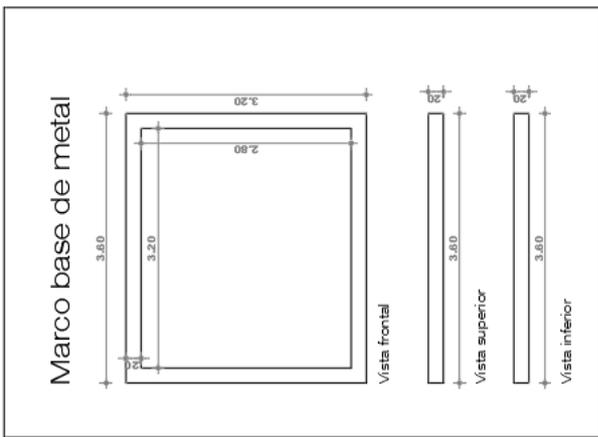
CONTENIDO:

Piezas de módulo

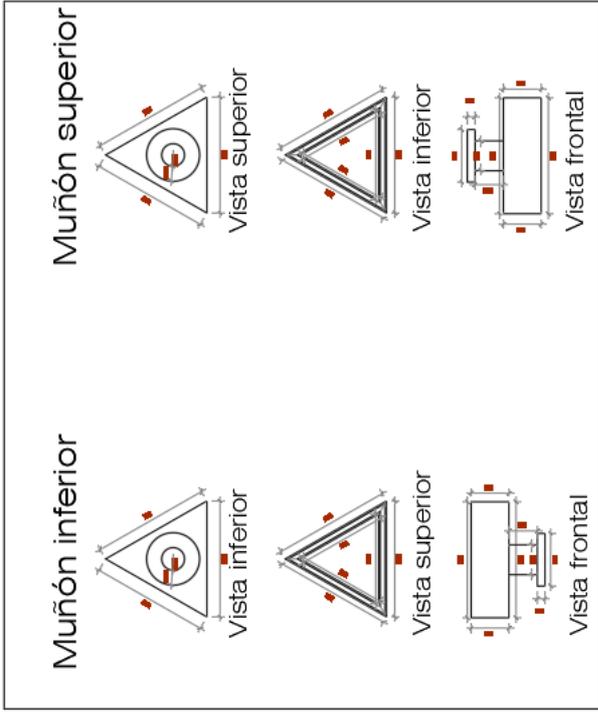


LÁMINA:

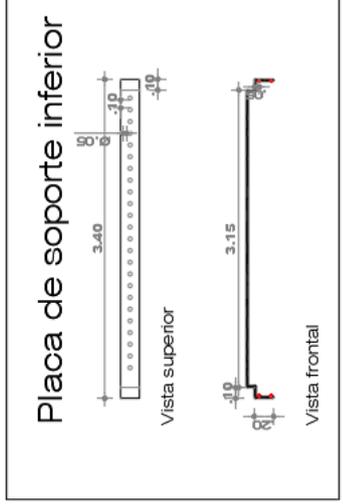
7



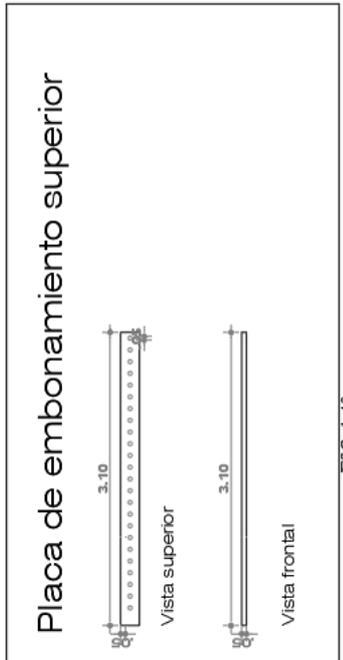
ESC. 1-50



ESC. 1-5



Placa de soporte inferior



Placa de embonamiento superior

ESC. 1-40



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCA RIVERA
 FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
 Y CONSTRUCCIÓN
 CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA
**SISTEMA DE DOBLE
 FACHADA A PARTIR DE
 ACERO, ALUMINIO Y
 VIDRIO PARA EDIFICIOS
 AUTO-SUSTENTABLE**

AUTORE:
 SR. FREDDY DAVID LUCAS VELAZCO

TITULO:
 MSC.
 EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI

ESCALA:
 Indicados

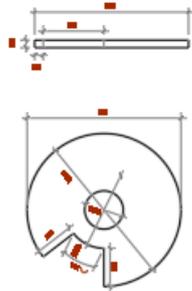
FECHA:
 AGOSTO - 2020

CONTIENE:
 Piezas de módulo



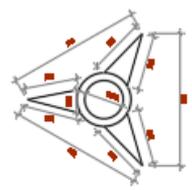
LÁMINA:
8

Engranaje vertical

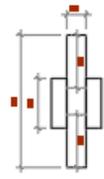


Vista frontal

Engranaje horizontal



Vista superior

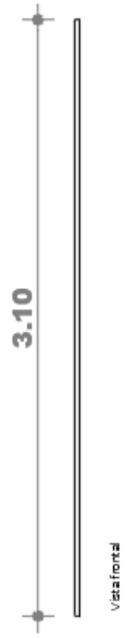


Vista frontal

ESC. 1-50

ESC. 1-5

Eje varilla



Vista frontal

ESC. 1-20



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA
**SISTEMA DE DOBLE
FACHADA A PARTIR DE
ACERO, ALUMINIO Y
VIDRIO PARA EDIFICIOS
AUTO-SUSTENTABLE**

AUTOR:
SR. FREDDY DAVID LUCA S VELAZCO

TUTOR:
MSC.
EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI

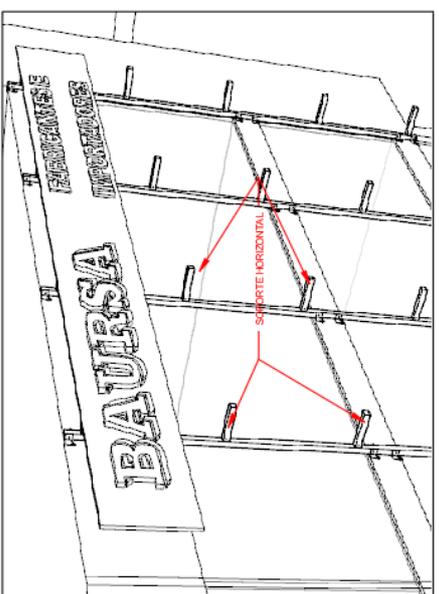
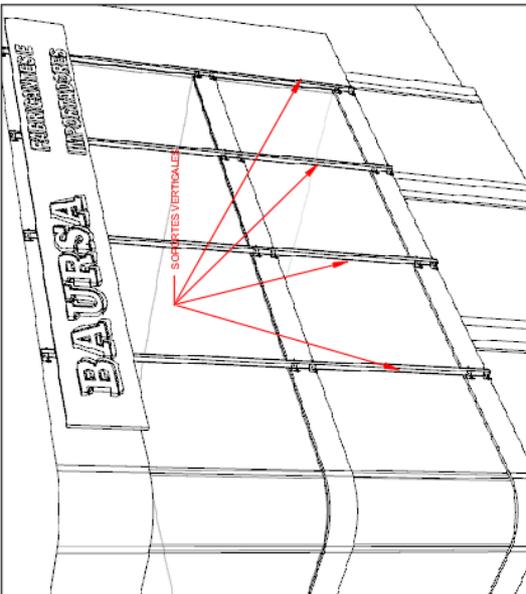
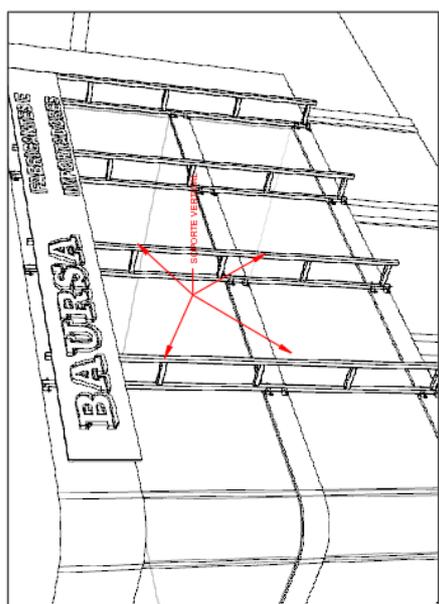
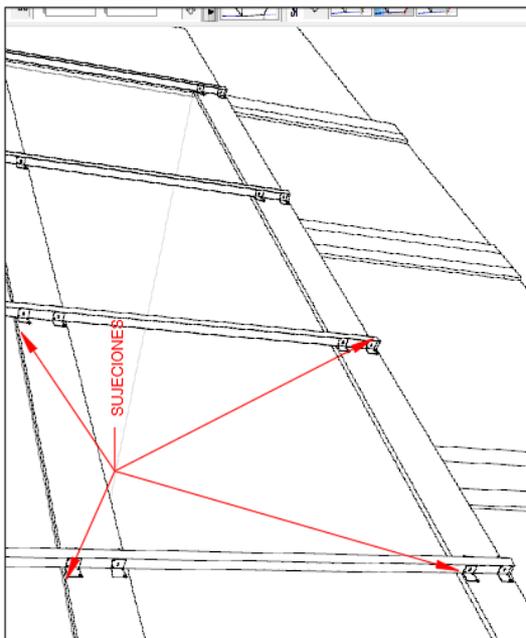
ESCALA:
INDICADOS

FECHA:
AGOSTO - 2020

CONTIENE:
Tipos de anclaje



LÁMINA:
9





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
 FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
 Y CONSTRUCCIÓN
 CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA
**SISTEMA DE DOBLE
 FACHADA A PARTIR DE
 ACERO, ALUMINIO Y
 VIDRIO PARA EDIFICIOS
 AUTO-SUSTENTABLE**

AUTOR:
 SR. FREDDY DA VID LUCAS VELAZCO

TÍTULO:
 MSC.

ENCARGADO:
 EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI

FECHA:
 AGOSTO - 2020

INDICADOS
 CONTIENE:

Instalaciones



LÁMINA:
10

