

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**Propuesta arquitectónica para la aplicación de nuevas tecnologías en arquitectura:
Módulos de vivienda universitaria para la impresión 3d con concreto en la Universidad
Industrial de Santander, campus central**

Francisco Javier Manosalva Pineda

Trabajo de grado para optar por el título de Arquitecto

Director

Arq. Jorge Alberto Narváez Manrique

Arquitecto

Magister en Planeación Urbana y Regional

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Arquitectura

2020

Dedicatoria

A mis padres, quienes con sacrificio, paciencia, dedicación y amor, alimentaron mis sueños y forjaron la persona que soy hoy, muchos de mis logros se los debo a ellos, tanto por su empuje como por ser mi inspiración y motivación para ser mejor hijo, mejor persona y excelente profesional.

A ellos que estuvieron ahí en las victorias, en las caídas, en las madrugadas y pasadas en vela, estuvieron para dar reglas, valores, límites y libertad; también para apretar, animar y empujar cuando fue necesario, nadie se merece disfrutar tanto de este logro como ellos, mis Héroes.

Nuevamente a mis padres a quienes le debo la vida, quien soy y hoy, mi sueño.

Los Amo!

“Estudia y no serás cuando crecido,
Ni el juguete vulgar de las pasiones,
Ni el esclavo servil de los tiranos.”

Elías Calixto Pompa

A mi Abue quien trasnochó junto a mí durante todo el camino brindándome su cariño, apoyo y compañía.

A mis Nonos quienes siempre han estado al pendiente brindándome cariño, apoyo y han confiado en mi criterio y opinión.

A mis tíos, tías, primos y primas que se sumaban a mi pasión, al asombro, a antojarse de este proyecto y a estar al pendiente de brindar una mano, de motivar y de brindar fuentes de inspiración.

A los amigos nuevos y viejos, con quienes compartí grandes aventuras, trabajos, críticas constructivas y noches sin dormir donde las risas no faltaron.

A mis docentes y maestros, hoy amigos, quienes pusieron su granito de arena para enseñarme esta hermosa profesión, quienes vieron potencial en mí y me motivaron a ser mejor con cada proyecto, ensayo, boceto y maqueta.

Agradecimientos

Agradezco a todas y cada una de las personas que se involucró en el desarrollo de este proyecto, desde el aporte de energía, conocimiento, crítica, documentos, guía, ideas, correcciones y fe.

Agradezco al Arq. Jorge Narváez por su guía, por su fe, comprensión, ánimo, apoyo, honestidad, sentido del humor, consejos y exigencia a lo largo del marco conceptual y desarrollo arquitectónico, motivándome a soñar y materializar mis ideas teniendo como fruto este proyecto.

Agradezco a la Universidad Santo Tomas (USTA) y sus miembros, por las herramientas y conocimientos suministrados para alcanzar este título.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander (UIS) por su colaboración al facilitar la documentación y normativa urbana para el desarrollo.

Tabla de contenido

	Pág.
Glosario	19
Resumen	20
Abstract	21
Introducción.....	22
1. Objetivos	23
1.1 Objetivo General	23
1.2 Objetivos Específicos	23
2. Marco Referencial	24
2.1 La impresión 3D.....	24
2.1.1 ¿Que es la impresión 3D?.....	24
2.1.2 ¿Cómo funciona la impresión 3D?.....	24
2.1.3 Tipos de impresora 3D.....	26
2.1.4 Ventajas y desventajas.....	28
2.1.5 Proceso constructivo.....	35
2.1.6 Historia de la impresión 3d en gran formato aplicada a la arquitectura.....	36
2.2 Manual constructivo de impresión 3D	47
2.2.1 Equipo de trabajo.....	47
2.2.2 Área de Trabajo.....	48
2.2.3 Instalación y desarrollo de la obra.....	49

2.3	Determinantes técnicos.....	60
2.3.1	Impresión imposible, limitantes.....	60
2.3.2	El arco.....	65
2.3.3	La bóveda.....	68
2.3.4	La cúpula.....	69
2.3.5	El huevo.....	70
2.4	Referentes técnicos	70
2.4.1	Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial.	70
2.4.2	Casa APIS COR..	74
2.4.3	Casa Origami	76
2.5	Normativa Urbana	78
2.5.1	Delimitación del área afectada y área de influencia..	80
2.5.2	Niveles permitidos de intervención..	81
2.5.3	Zonas homogéneas patrimoniales.....	82
2.5.4	Subsectores normativos	83
2.5.5	Aislamientos y áreas de oportunidad.....	84
2.5.6	Sistemas de ocupación del suelo.....	89
2.5.7	Sistemas de usos del suelo	91
2.5.8	Sistemas de movilidad..	92
2.5.9	Sistemas urbanos ambientales	94
2.6	Determinantes de selección del lugar de implantación	96
2.6.1	Plano R-02 y R-05.	96
2.6.2	Plano R03.....	96

2.6.3 Plano R07.....	96
2.6.4 Plano R04.....	96
2.7 Análisis del lugar	97
2.7.1 Indicadores urbanos.....	98
2.7.2 Entorno urbano y área de implantación.	100
2.8 El usuario y la residencia universitaria.....	117
2.8.1 Contexto Histórico.....	117
2.8.2 Normativa de Selección de beneficiarios.....	118
2.9 Análisis tipológico.....	127
2.9.1 NTSH 006.....	127
2.9.2 Residencias Universitarias UIS..	131
2.9.3 Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos.....	136
2.9.4 Casa Desorientada - Lucas Oberlander y Mateo López.	139
2.9.5 Vivienda de interés social (Colombia).....	143
2.10 Propuesta cuadro de áreas	144
2.10.1 Cuadros de áreas promedio.....	144
2.10.2 Programa Arquitectónico.....	147
3. Método.....	148
4. Conclusiones	151
Referencias Bibliográficas.....	155
Apéndices	158

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Ficha normativa F-01 Ficha técnica Zona 7</i>	86
Tabla 2. <i>Ficha normativa F-01 Ficha técnica Zona 12</i>	87
Tabla 3. <i>Ficha normativa F-01 Ficha técnica Zona 13</i>	87
Tabla 4. <i>Sistemas de ocupación de suelo UIS</i>	89
Tabla 5. <i>Indicadores urbanos subsector normativo N°7</i>	100
Tabla 6. <i>Carta Vegetal</i>	109
Tabla 7. <i>Evolución del número estudiantes inscritos y admitidos programas presenciales de pregrado UIS Bucaramanga</i>	122
Tabla 8. <i>El usuario según UIS en cifras 2019</i>	126
Tabla 9. <i>Cuadro de áreas Residencias Universitarias UIS</i>	135
Tabla 10. <i>Cuadro de áreas Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos</i>	138
Tabla 11. <i>Cuadro de áreas Casa Desorientada</i>	142
Tabla 12. <i>Cuadro de áreas Vivienda de Interés Social</i>	143
Tabla 13. <i>Promedio áreas dormitorio</i>	144
Tabla 14. <i>Promedio áreas baño</i>	144
Tabla 15. <i>Promedio áreas estudio</i>	145
Tabla 16. <i>Promedio áreas cocina</i>	145
Tabla 17. <i>Promedio áreas comedor</i>	145
Tabla 18. <i>Promedio áreas sala</i>	146
Tabla 19. <i>Promedio áreas lavandería</i>	146
Tabla 20. <i>Promedio áreas de circulación</i>	146

Tabla 21. *Promedio áreas Otros (terraza, bbq, linos)*..... 147

Tabla 22. *Programa arquitectónico*..... 147

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Icono Computadora.....	24
<i>Figura 2.</i> Archivo .STL	25
<i>Figura 3.</i> Archivo .GCODE.....	25
<i>Figura 4.</i> Logo Impresora 3D.....	26
<i>Figura 5.</i> Limpieza y acabados.....	26
<i>Figura 6.</i> Impresora 3D tipo pórtico.....	27
<i>Figura 7.</i> Impresora 3D tipo Brazo Robótico.....	27
<i>Figura 8.</i> Impresora 3D tipo Pluma.....	28
<i>Figura 9.</i> Proceso constructivo.....	36
<i>Figura 10.</i> Línea del tiempo de la impresión 3d en gran formato aplicada a la arquitectura	37
<i>Figura 11.</i> Castillo Andrey Rudenko	38
<i>Figura 12.</i> Winsun	38
<i>Figura 13.</i> Filipinas hotel	39
<i>Figura 14.</i> Alex Le Roux pabellón.....	39
<i>Figura 15.</i> Villa de 400m2.....	40
<i>Figura 16.</i> Shamnalla Village.....	40
<i>Figura 17.</i> Cabina Urbana	41
<i>Figura 18.</i> Canal House.....	41
<i>Figura 19.</i> Apis Cor 24H.....	42
<i>Figura 20.</i> SRI.....	42
<i>Figura 21.</i> Mobiliario Urbano	43

<i>Figura 22.</i> Casa Origami	43
<i>Figura 23.</i> Dubai Municipality	44
<i>Figura 24.</i> Demo House	44
<i>Figura 25.</i> La NASA	45
<i>Figura 26.</i> SEArch +APIS COR.....	45
<i>Figura 27.</i> NASA 3D printer Mars Habitat	46
<i>Figura 28.</i> TERA	46
<i>Figura 29.</i> Equipo de trabajo	47
<i>Figura 30.</i> Relación operario, herramienta y obra.....	48
<i>Figura 31.</i> Área de trabajo.....	48
<i>Figura 32.</i> Espacio de impresión	49
<i>Figura 33.</i> Nivelación del terreno.....	50
<i>Figura 34.</i> Punto de origen	50
<i>Figura 35.</i> Autonivelación.....	51
<i>Figura 36.</i> Scaneo de terreno.....	51
<i>Figura 37.</i> Autonivelación.....	52
<i>Figura 38.</i> Encofrado estructural.....	52
<i>Figura 39.</i> Encofrado de viga e instalación	53
<i>Figura 40.</i> Cimentación	53
<i>Figura 41.</i> Material férreo de cimentación y conectores estructurales horizontales	54
<i>Figura 42.</i> Conectores férreos estructurales	54
<i>Figura 43.</i> Levantamiento de Muros	55
<i>Figura 44.</i> Refuerzo férreo en muro	55

<i>Figura 45.</i> Vanos	56
<i>Figura 46.</i> Columnas	56
<i>Figura 47.</i> Instalación refuerzos verticales.....	57
<i>Figura 48.</i> Refuerzos verticales.....	57
<i>Figura 49.</i> Losa de cubierta.....	58
<i>Figura 50.</i> Continuidad de impresión.....	58
<i>Figura 51.</i> Extracción	59
<i>Figura 52.</i> Acabado	59
<i>Figura 53.</i> Vano sobre un apoyo	60
<i>Figura 54.</i> Vano sobre dos apoyos	61
<i>Figura 55.</i> Balsas de impresión para vanos	61
<i>Figura 56.</i> Columna impresa en 3D con balsas de soporte	62
<i>Figura 57.</i> Columna impresa en 3D una vez retiradas las balsas de soporte.....	62
<i>Figura 58.</i> Muros inclinados.....	63
<i>Figura 59.</i> Impresión muro inclinado.....	63
<i>Figura 60.</i> Inclinación máxima de muros sin balsas	64
<i>Figura 61.</i> Estructura inclinada impresa en 3D.....	64
<i>Figura 62.</i> Cubiertas planas impresas en 3D	64
<i>Figura 63.</i> Cubiertas inclinadas impresas en 3D	65
<i>Figura 64.</i> Partes del arco.....	66
<i>Figura 65.</i> Arco rebajado, distribución de fuerzas	66
<i>Figura 66.</i> Arco de medio punto, distribución de fuerzas	67
<i>Figura 67.</i> Arco de ojival o apuntado, distribución de fuerzas	67

<i>Figura 68.</i> Arco de Acartelado, distribución de fuerzas.....	68
<i>Figura 69.</i> La bóveda.....	68
<i>Figura 70.</i> La bóveda y sus limitantes de impresión	69
<i>Figura 71.</i> La Cúpula.....	69
<i>Figura 72.</i> El huevo, geometría, volumen y elemento acartelado.	70
<i>Figura 73.</i> Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial plancha No.00	71
<i>Figura 74.</i> Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial plancha No.17	72
<i>Figura 75.</i> Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial plancha No.13	73
<i>Figura 76.</i> Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial, análisis estructural del elemento.....	74
<i>Figura 77.</i> APIS COR 24H.....	75
<i>Figura 78.</i> Detalle muro hueco con aislante térmico Apis Cor	75
<i>Figura 79.</i> Despiece modulo habitacional Apis Cor	76
<i>Figura 80.</i> Casa Origami	77
<i>Figura 81.</i> Despiece Casa Origami.....	77
<i>Figura 82.</i> Refuerzo en muro de modulo constructivo.....	78
<i>Figura 83.</i> Ficha normativa F-01 Edificabilidad, POT Bucaramanga.....	79
<i>Figura 84.</i> Plan Especial para el Manejo y Protección del patrimonio, campus central UIS.....	80
<i>Figura 85.</i> Plano No.R-01 Delimitación del área afectada y la zona de afluencia.....	81
<i>Figura 86.</i> Plano No.R-01 Delimitación del área afectada y la zona de afluencia.....	82
<i>Figura 87.</i> Plano no. R-03 Zonas homogéneas patrimoniales.....	83
<i>Figura 88.</i> Plano No.R-04 Subsectores normativos	84
<i>Figura 89.</i> Ficha normativa F-01 Zonificación de restricciones a la ocupación del suelo.....	85

<i>Figura 90.</i> Plano No.R-05 Aislamientos y áreas de oportunidad.....	88
<i>Figura 91.</i> Plano No.R-06 Sistema de ocupación del suelo	90
<i>Figura 92.</i> Plano No.R-07 Sistema de usos del suelo.....	91
<i>Figura 93.</i> Plano No.R-09 Sistema de movilidad.....	92
<i>Figura 94.</i> Plano No. R-10 Sistema de movilidad no motorizada.....	93
<i>Figura 95.</i> Perfil vial tipo B.....	93
<i>Figura 96.</i> Perfil vial tipo F	94
<i>Figura 97.</i> Perfil vial tipo H	94
<i>Figura 98.</i> Plano No.R-11 Sistema ambiental	95
<i>Figura 100.</i> Plano resumen PEMP UIS.....	97
<i>Figura 101.</i> Plano subsectores normativos y relaciones espaciales	98
<i>Figura 102.</i> Planimetría del lugar.....	99
<i>Figura 103.</i> Rosa de los vientos de Bucaramanga.....	100
<i>Figura 104.</i> Aprovechamiento de aire en agrupación angular	101
<i>Figura 105.</i> Aprovechamiento de aire en agrupación escalonada.....	101
<i>Figura 106.</i> Resistencia al aire según la geometría	102
<i>Figura 107.</i> Flujo de aire en formas ovaladas	102
<i>Figura 108.</i> Carta solar 20 de junio 9:00 am	103
<i>Figura 109.</i> Carta solar 20 de junio 1:00 pm.....	104
<i>Figura 110.</i> Carta solar 20 de junio 5:00 pm.....	104
<i>Figura 111.</i> Carta solar 22 de septiembre 9:00 am.....	105
<i>Figura 112.</i> Carta solar 22 de septiembre 1:00 pm	105
<i>Figura 113.</i> Carta solar 22 de septiembre 5:00 pm	106

<i>Figura 114.</i> Carta solar 21 de diciembre 9:00 am	106
<i>Figura 115.</i> Carta solar 21 de diciembre 1:00 pm	107
<i>Figura 116.</i> Carta solar 21 de diciembre 5:00 pm	107
<i>Figura 117.</i> Modelado 3D área de implantación	110
<i>Figura 118.</i> F1 estado actual	110
<i>Figura 119.</i> F2 estado actual	111
<i>Figura 121.</i> F4 estado actual	112
<i>Figura 122.</i> F5 estado actual	112
<i>Figura 123.</i> F6 estado actual	113
<i>Figura 124.</i> F7 estado actual	113
<i>Figura 125.</i> Entorno urbano y área de implantación	114
<i>Figura 126.</i> Corte A-A'	115
<i>Figura 127.</i> Corte B-B'	116
<i>Figura 128.</i> Proyecto Universidad Industrial de Santander 1946.....	117
<i>Figura 129.</i> Proyecto Universidad Industrial de Santander 1949.....	118
<i>Figura 130.</i> Comunicado a la comunidad UIS para la creación de residencias universitarias femeninas	120
<i>Figura 131.</i> Población UIS Bucaramanga	121
<i>Figura 133.</i> Matriculados 2019 residentes en Bucaramanga.....	123
<i>Figura 134.</i> Matriculados 2019 residentes en Floridablanca.....	124
<i>Figura 135.</i> Matriculados 2019 residentes en Girón	124
<i>Figura 136.</i> Matriculados 2019 residentes en Piedecuesta.....	125
<i>Figura 137.</i> Población matrícula 0-0,25 SMMLV 2019	125

<i>Figura 138.</i> Población matrícula 0,26-0,5 SMMLV 2019	126
<i>Figura 139.</i> Análisis de población a atender	127
<i>Figura 140.</i> Residencias universitarias UIS ayer y hoy	131
<i>Figura 141.</i> Residencias universitarias UIS estado actual.....	132
<i>Figura 142.</i> Zona de estudio en grupo Residencias universitarias UIS.....	133
<i>Figura 143.</i> Habitación 1 Residencias universitarias UIS.....	133
<i>Figura 145.</i> Primera planta Residencias universitarias UIS.....	134
<i>Figura 146.</i> Planta habitacional Residencias universitarias UIS.....	135
<i>Figura 147.</i> Análisis dormitorios Residencias universitarias UIS.....	135
<i>Figura 148.</i> Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos.....	136
<i>Figura 149.</i> Zonificación en altura Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos	137
<i>Figura 150.</i> Zonificación Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos	137
<i>Figura 151.</i> Habitación Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos	138
<i>Figura 152.</i> Casa desorientada – Lucas Oberlander y Mateo López.....	139
<i>Figura 153.</i> Interior Casa desorientada	140
<i>Figura 154.</i> Planta 1 Casa desorientada	141
<i>Figura 155.</i> Planta entrepiso Casa desorientada.....	141
<i>Figura 156.</i> Planta Cubierta Casa desorientada.....	142
<i>Figura 157.</i> Guía de asistencia técnica para vivienda de interés social.....	143
<i>Figura 158.</i> Metodología	150

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. Conjunto de memorias descriptivas.....	158
Apéndice B. Conjunto de planos arquitectónicos	158

Glosario

3D Print / Impresión 3D: es aquel proceso mecánico de elaboración de un objeto en 3dimensiones por medio de adición de materia a partir de un modelo CAD

Albergue: Tipología de servicio de alojamiento de corto plazo, compuesto por diversas modalidades de hospedaje que posee servicios tanto privados como compartidos

CAD: del inglés, Computer, Aided, Desing, es decir, Diseño Asistido por Computador

Campus Universitario: Conjunto de edificaciones y terrenos dispuestos para el desarrollo de una universidad.

Descanso: Reposar, dormir, cambio de actividad, recuperar fuerzas

Estudio: Lugar con la finalidad de ser un despacho o espacio de trabajo

Estudiante: Persona que cursa y desarrolla un programa académico

Ferroconcreto: Material de construcción compuesto por hormigón y mallas de alambre de peso mínimo y alta resistencia

Modulo: Pieza, parte o porción de un conjunto unitario que se repite funcionando grupal o singularmente en el espacio.

Recreación: Actividad lúdica y divertida que comprende a una persona o a un grupo de ellas

Residencia universitaria: Lugar que brinda hospedaje a estudiantes universitarios durante el desarrollo de su carrera o curso

Universidad: Institución educativa de nivel superior compuesta por diferentes facultades que otorga una titulación en las mismas

Resumen

La propuesta de desarrollo del diseño arquitectónico de módulos de residencia universitaria de la Universidad Industrial de Santander, campus central, se realiza acorde a los lineamientos técnicos de la impresión 3d por superposición de material de concreto, profundizando en la forma, geometría y volumetría del objeto como solución constructiva, con base en el Plan Especial para el Manejo y Protección de dicho Bien de Interés Cultural, lugar y normativa para la implantación y desarrollo conceptual en términos de propuesta urbana, capacidad y cobertura a partir de un módulo con variaciones mínimas para presentar la diversidad y tipos de usuario con especificidad en la interpretación de las ventajas y desventajas técnicas del sistema constructivo.

Palabras Clave: Impresión 3D, concreto, residencia universitaria, modulo, automatización

Abstract

The proposal of development of the architectural design of modules of university residence of the Industrial University of Santander, central campus, is carried out according to the technical guidelines of the 3d printing by superposition of concrete material, deepening in the form, geometry and volumetry of the object as a constructive solution, based on the Special Plan for the Management and Protection of said Property of Cultural Interest, place and regulations for the implantation and conceptual development in terms of urban proposal, capacity and coverage based on a module with minimal variations to present the diversity and types of user with specificity in the interpretation of the technical advantages and disadvantages of the construction system.

Keywords: 3D printing, concrete, university residence, module, automation

Introducción

Al indagar los requerimientos de la impresión 3d en gran formato aplicado a la arquitectura, se encuentran una serie de oportunidades, ventajas y desventajas que irán dando cuerpo al trabajo de diseño; el planteamiento de un módulo impreso en 3D en concreto, se definirá como la unidad habitacional compuesto por sub-módulos constructivos con características especiales, formando la complejidad del elemento que poseerá variantes internas y externas de acuerdo a los requerimientos dados por las características del usuario o la capacidad de contener a estos.

La agrupación y disposición de los módulos establecerán el conjunto habitacional, el cual tendrá la capacidad de albergar a 29 usuarios o residentes, miembros de la población femenina de la Universidad Industrial de Santander, campus central, Bucaramanga, siendo esta la instalación, el lugar en donde se implantara este proyecto, complementado su oferta de servicios y beneficios para la comunidad y permitiendo la ampliación del servicio a conveniencia de la institución.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Generar una propuesta arquitectónica de módulos de residencia universitaria para la Universidad Industrial de Santander, sede central, desarrollables mediante la impresión 3D de superposición de material de concreto con base en la exploración de la técnica, la forma, cobertura, la demanda y la normativa institucional como determinantes de diseño de las unidades habitacionales.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar las ventajas, características y limitantes técnicos de la impresión 3d por superposición de material de concreto en la construcción.
- Explorar una respuesta formal a los lineamientos, ventajas y propiedades técnicas de la impresión 3D con concreto.
- Diseñar alternativas espaciales del módulo habitacional considerando las características del usuario, el aforo, el entorno y la relación formal.
- Proponer un módulo con variaciones mínimas que permita dar solución a las exigencias institucionales y que pueda ser implementado según sus requerimientos.

2. Marco Referencial

2.1 La impresión 3D

2.1.1 ¿Que es la impresión 3D? La impresión 3D, también conocida como manufactura por adición, es un proceso por el cual se crean objetos físicos colocando un material por capas en base a un modelo digital. Todos los procesos de impresión 3D requieren que el software, el hardware y los materiales trabajen en conjunto (AUTODESK, 2020).

2.1.2 ¿Cómo funciona la impresión 3D? La impresión 3D por deposición de material fundido consiste en depositar un material en estado líquido (concreto fresco) por capas, estas capas son extruidas por medio de una boquilla en hilos o franjas de material que se van solidificando dando rigidez para los continuos planos seriados de material que conforman el volumen, para lograr esto es necesario una serie de elementos, herramientas y procesos.

2.1.2.1 CAD. Se requiere de la elaboración de un modelo tridimensional del objeto final por medio de un software CAD.



Figura 1. Icono Computadora
Adaptado: Freepic.com

2.1.2.2 STL. Generar el archivo en un formato adecuado (Archivo de Estereolitografía) el cual contiene la información geométrica de la elaboración del volumen.



Figura 2. Archivo .STL

2.1.2.3 GCODE. Al convertir el archivo en Gcode, se enlazan las características del hardware de impresión con el archivo del objeto a realizar, obteniendo así, coordenadas, grosor de capa, porcentaje de relleno, recorridos de extrusión, balsas de soporte, características del material, entre otros.



Figura 3. Archivo .GCODE

2.1.2.4 Impresión 3D. La máquina recibe e interpreta el archivo y por medio de la tecnología aditiva de material elabora el objeto tridimensional.



Figura 4. Logo Impresora 3D
Adaptado: Favpng.com

2.1.2.5 Acabado. Se extraen los soportes o balsas, se aplican tratamientos impermeabilizantes, aislantes, estéticos, carpintería, redes y objetos o materiales de acabado.



Figura 5. Limpieza y acabados

2.1.3 Tipos de impresora 3D. Existen diferentes tipos de mecanismos de impresión 3D por súper posición de material, esto lo define el tipo de movimiento de la boquilla extrusora y la estructura de ésta.

2.1.3.1 Pórtico. Requiere del montaje de una estructura fija tipo cubo para el desplazamiento del extrusor en los ejes X, Y, Z, sobre un entorno de trabajo nivelado. Es ideal para impresión de objetos repetitivos de altura no muy elevada. Excelente para elementos de prefabricación y

ensamblaje en sitio, ya que la estructura requiere preparación de terreno y alto gasto de transporte y tiempo de montaje.



Figura 6. Impresora 3D tipo pórtico
Adaptado: Casas impresas en 3D, rocgallery.com

2.1.3.2 Brazo Robótico. Posee ventajas para la elaboración de elementos angulares u orgánicos con espesores mínimos ya que el extrusor puede generar un giro axial, lo que le permite generar hiladas continuas en el espacio. Se limita alcance y movilidad del brazo mecánico en los diferentes ejes sin obstáculos, por inestabilidad, es ideal para impresión modular o medianos formatos.



Figura 7. Impresora 3D tipo Brazo Robótico
Adaptado: Impresora de brazo, japanece-makers.com

2.1.3.3 Pluma. Ofrece impresión de grandes formatos, interconexión con otras para trabajo simultáneo y complementario cuando el volumen excede el área de impresión, estabilidad, auto nivelación, portabilidad, versatilidad, fácil y rápida instalación. Los ejes de impresión X, Y, se comportan como uno solo de manera radial y el eje Z es definido por la capacidad de compresión y expansión del pistón.



*Figura 8. Impresora 3D tipo Pluma
Adaptado: APIS COR.*

2.1.4 Ventajas y desventajas.

2.1.4.1 Ventajas.

- **Construcción del marco del edificio:** Permite la impresión de muros internos y externos, tabiques, encofrados fijos para estructura y refuerzo, delimitación del volumen por medio de coordenadas.
- **Precisión y acabados:** Precisión y fiabilidad lo que permite resultados limpios que reducen la mano de obra y el tiempo de acabados finales.
- **Comunicación y logística:** El planteamiento del volumen constructivo desde su inicio hasta el final con la interacción de software de diseño colaborativo y de impresión 3d permite tener clara la logística de la ejecución, así como facilita la comunicación interdisciplinar.

- **Mayor planificación de obra:** Al tener claro el proceso de impresión y constructivo, junto con la ayuda de software de impresión, se puede calcular tiempo de obra, cantidades de material, y rendimientos, generando un mayor control sobre operarios, arribo de material, almacenamiento, rendimiento y etapas constructivas por módulos repetitivos o elementos independientes.

- **Disminución de personal y nómina:** El personal necesario para el funcionamiento de una obra por impresión 3D, consta de un operario especialista en impresión y un auxiliar, que al contemplar que la impresión puede realizar desde cimientos hasta acabados en un menor tiempo, disminuyendo significativamente la cantidad de personas que interceden en obra, y por lo tanto la nómina.

- **Menor intervención humana:** Al tener una maquina con menor requerimiento de personal y mayor efectividad, junto con la correcta planeación desde el momento de diseño, se reduce la intervención humana al mínimo, siendo esta necesaria en fases de acabados, instalaciones, y puesta de aditivos al objeto.

- **Reducción de riesgos laborales:** La ejecución automatizada de la obra también disminuye el traslado de material, el trabajo en altura, se minimiza el uso de herramientas y maquinaria, Reducción de residuos de construcción.

Al disminuir el personal, se reduce el traslado constante de personal por el sitio riesgo.

- **Reducción de residuos:** Al tener una mayor planificación y control sobre el material junto con la precisión del hardware, se reducen los residuos, desperdicios y pérdida de material, disminuyendo así pérdidas económicas y el impacto sobre el medio ambiente.

- **Personalización de la vivienda:** Permite generar un elemento tanto único como repetitivo, abordándolo desde el diseño volumétrico o en la fase de acabados, todo con una misma herramienta que puede generar elementos racionales como orgánicos.

- **Producción en serie:** Se facilita la generación de elementos seriados, ya sea objetos prefabricados en obra o en un lugar centralizado, o la fabricación del mismo modulo en diferentes localidades del lugar, permitiendo la continuidad de la obra sin tener que hacer pausas por requerimientos de material o etapa constructiva.

- **Desarrollo de mobiliario:** La versatilidad de la herramienta permite la elaboración de todo objeto tridimensional, lo que facilita que con el modela se incluya mobiliario urbano o fijo para proyectos aislados o dentro del mismo contexto del desarrollo urbanístico y paisajístico.

- **Posibilidad de desarrollar su propia estructura:** En ocasiones es necesario disponer de objetos de soporte para la impresión en caso de vanos o luces que excedan los ángulos y planos soportados por el material y la capacidad portante de este, en ese caso se calcula un soporte que se imprime en simultaneo para ser retirado una vez el material que ha soportado adquiera dureza.

- **Reducción de herramientas y materiales:** Al poseer la capacidad de desarrollar diferentes etapas de la obra, junto con la precisión, detalle y planificación, se reduce la necesidad de herramientas especializadas, el alquiler o compra de estas, el tiempo y la mano de obra.

- Permite involucrar desde el diseño y la parte constructiva, soluciones estructurales, estéticas y funcionales en un solo proceso.

- **Libre elección de espesor de muro:** Se establece un mínimo de 2,5cm de acuerdo al diámetro de la boquilla de extrusión del material, ya la medida total del muro es definida por el diseñador de acuerdo a sus características portantes, funcionales o estéticas sin ser sometido a estándares.

- **Elaboración de cámara de aire en muro disminuyendo el impacto térmico:** Así como el espesor del muro, también puede ser personalizado su relleno, este puede ser completamente macizo, el alma vacía (solo perímetros), o celular (perímetros y nervios conectores entre ellos) lo que permite generar cámaras de aire para instalaciones, elementos estructurales, elementos aislantes o refrigeración.

- Reducción de tiempos significativamente, de meses a días.

- **Elaboración de partes prefabricadas en sitio o fuera de él:** La versatilidad del proceso de impresión, facilita el desarrollo de elementos prefabricados que de acuerdo a las características del producto y de la maquinaria pueden ser hechas directamente en el sitio o en un espacio centralizado para la distribución y ensamble, siendo una herramienta de gran utilidad en proyectos modulares.

- **Automatización de procesos:** Al disminuir la mano de obra humana y aumentar la capacidad de obra robótica, se disminuyen los errores y aumenta la precisión, lo que permite pre diseñar con alta precisión procesos como carpintería, tubería, y estructuras, haciendo que todos estos sean módulos prefabricados sin modificaciones en obra, listos para ser instalados, logrando estándares de calidad y disminución de costos y tiempo.

- **Personalización de estructuras y módulos:** Es posible dotar de detalles estéticos y funcionales únicos a cada unidad modular repetitiva sin la necesidad de generar moldes, saltándose así procesos y costos para obtener resultados estandarizados, personalizados y con la misma calidad y estética.

- **Diversidad en elementos de fabricación con el mínimo de equipo, inventario, mano de obra y tiempo:** Se puede imprimir, muros externos y divisorios, estructuras verticales, encofrado

de cimentación permanente, lozas prefabricadas, encofrado de columnas, vigas prefabricadas, cubiertas, módulos independientes, mobiliario, piezas únicas y personalizadas, entre otros.

- **Ahorro de transporte y almacenamiento:** Al requerir de una mezcla precisa de concreto, agua y aditivos, así como de una surtidora y compresor de presión, que al mismo tiempo las cantidades ya estarán determinadas con exactitud, al igual que el tiempo de consumo, con el apoyo logístico se genera una continua cadena de surtido de material para la elaboración del producto, teniendo en obra estrictamente lo necesario en el tiempo de ejecución.

- **Jornadas laborales continuas (24/7):** Al tratarse de una máquina de inyección automatizada de material, es posible generar la continuidad laboral, haciendo más eficiente el tiempo en obra y logrando llegar a la culminación de la misma en menos días.

- **Planificación de redes e instalaciones:** Teniendo la ventaja de crear muros de espesores personalizados y de alma hueca, las instalaciones y servicios en general, tendrán un lugar preciso, planeado, ubicado y estandarizado de alta precisión, disminuyendo el desperdicio, facilitando el cálculo de material, el corte del mismo y el montaje.

- **Disminución de costos por alquiler de formaleta:** En el desarrollo de la impresión del modelo se tiene en cuenta que este mismo trabajo como encofrado o formaleta para obtener las cavidades requeridas para verter concreto u otros aditivos como aislantes térmicos, acústicos entre otros, al igual que se pueden obtener piezas personalizadas en material sin la necesidad de moldes estandarizados o hechos a medida.

- **Muros con el ángulo correcto:** Se pueden generar muros inclinados o rectos con total exactitud del ángulo de construcción sin la necesidad de herramientas especializadas, montajes y rectificación en cada una de sus repeticiones o secciones.

- **Vértices y esquinas exactas:** El empalme de los muros, fin de las secciones y vanos será exacto, lo que facilitara la ejecución y estandarización de procesos como la carpintería y acabados.

- **Precisión en dimensiones del volumen:** Al tratarse de un elemento que trabaja con coordenadas numéricas exactas, evitara desajustes de escala y deformaciones del volumen en cuestión.

- Piezas y detalles personalizados.

- **Muros lisos o texturizados:** Desde la concepción del proyecto, el arquitecto o diseñador puede incluir características de textura y acabados al objeto, logrando así muros lisos, con texturas o patrones personalizados para cada proyecto, sección o espacio, todo esto con una misma herramienta y sin la necesidad de mano de obra especializada, materiales adicionales y costos de alquiler o elaboración de moldes.

- **Muros geométridos (modelados):** Se deja de concebir el muro como un elemento netamente vertical, liso y racional, estos pueden ser de diferentes características estéticas, formales, estructurales y materiales desde el modelo 3D, logrando la fluidez orgánica con alta precisión.

- **Uso de materiales reciclados, autóctonos o tradicionales:** La tecnología de impresión 3D puede ser aplicada a diferentes tipos de material, plásticos, vidrio, arena, adobe, concreto, acero, material marciano, entre otros, programando las características del material, puede ejecutar el mismo objeto en diferentes lugares del mundo con diferentes materiales, con la misma precisión.

- **Técnica aplicada a la arquitectura local y espacial:** En los últimos años, la carrera espacial por conquistar Marte ha planteado la idea de la urbanización del planeta rojo, diversos

concursos, competencias y proyectos de urbanización con impresión en 3d se han desarrollado en simultáneo en ambos planetas, usando materiales autóctonos de cada uno y simulando diferentes circunstancias ambientales.

2.1.4.2 Desventajas.

- **Limitación en la automatización de la elaboración de planos horizontales elevados:** El desarrollo de placas aun es un elemento considerado imposible de imprimir debido a la fuerza de gravedad, el método de superposición de material requiere una superficie estable sobre la cual depositar el fluido que conformara el volumen, por lo tanto se requiere de una estructura previamente instalada o una serie de balsas de soporte impresas para ser removidas cuando ya no sean necesarias, estas generan perdida de material, aumento de residuos sólidos y aumento en el costo del a obra, por lo tanto se recomienda el uso de elementos prefabricados o la instalación de una loza de forma tradicional.

- **Requiere intervención para apliques estructurales:** Los vanos como puertas, ventanas y lozas que no contemplen el límite angular de impresión, requieren de la instalación de formaletas o tabiques en simultáneo con el proceso de impresión.

Así mismo, cada cierta cantidad de capas se debe instalar un refuerzo férreo en los muros, al igual se debe instalar los elementos estructurales, previamente, durante o después de la impresión dependiendo de las características de estos objetos

- **Requiere mano de obra especializada:** Es necesario contar con un operador especializado en impresión 3d para la adecuada calibración y ejecución de la obra.

- **Estricta coordinación con proveedores:** El no contar con los materiales a tiempo puede interrumpir la continuidad de la impresión, al igual que una mezcla mal elaborada puede

comprometer las características portantes y de fraguado perjudicando el elemento y su desarrollo.

- **La Fuerza de gravedad es el limitante número uno:** Al tratarse de superposición de material, la generación de vanos con elementos fluidos requiere de soportes para mantener su integridad formal, de igual manera existen limitantes de acuerdo al tipo de material con el que se trabajan elementos verticales inclinados ya que al sobre pasar los ángulos su incapacidad de sustento y su propio peso harán que se derrumben o pierdan integridad física y formal.

- **Muros inclinados limitados:** Se tiene un límite de ángulo de inclinación de acuerdo a las características del material, lo cual limita el desarrollo de planos horizontales sin la necesidad de apoyo.

- **Vanos de puertas y ventanas, requieren de formaleta o ángulos adecuados:** Es posible la realización de elementos orgánicos independientes dentro de los límites de las características portantes del material, por eso los vanos como puertas y ventanas pueden ser con remates angulares dándoles independencia estructural o se requiere de formaleta, claves o dinteles.

- **Balsas de soporte generan residuos:** Al imprimir planos horizontales o con inclinaciones superiores a las permitidas se requiere de la impresión de balsas de soporte, las cuales requerirán de herramienta adicional para ser retiradas posteriormente el material adquiera sus características portantes, lo que generara residuos, pérdida de dinero, tiempo y material.

2.1.5 Proceso constructivo.

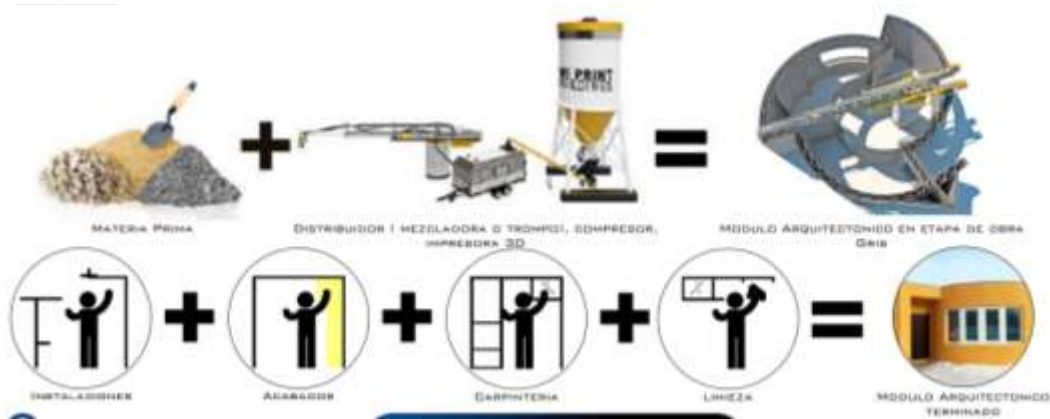


Figura 9. Proceso constructivo
Adaptado: APIS COR.

El proceso constructivo por impresión 3d tiene sus etapas y requerimientos técnicos los cuales serán abordados más adelante, el objetivo de este punto es representar gráficamente la etapa en la cual intercede la tecnología siendo fundamental en el proceso constructivo hasta la obra negra, donde a partir de ahí se requiere de la intervención humana para adicionar complementos como lo son instalaciones, acabados, carpintería, interiorismo, aseo y últimos detalles para llegar al objeto final.

2.1.6 Historia de la impresión 3d en gran formato aplicada a la arquitectura.

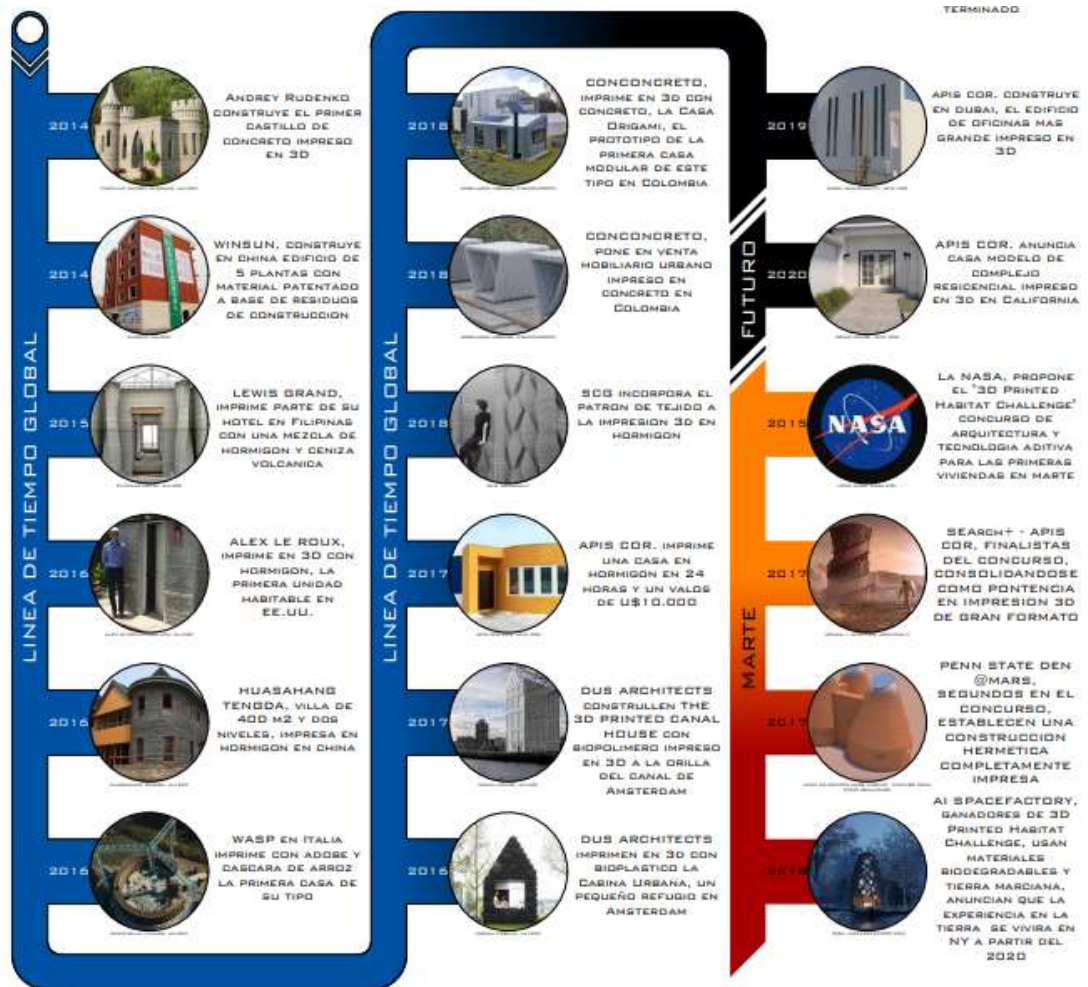


Figura 10. Línea del tiempo de la impresión 3d en gran formato aplicada a la arquitectura
Adaptado: All3DP, ArchDaily, Apis Cor, Ai Space Factory, Conconcreto, Penn State, Nasa.gov

2.1.6.1 Línea de tiempo global.

2.1.6.1.1 Año 2014.

- **Andrey Rudenko:** Construye el primer castillo de concreto impreso en 3D con su sistema “3D Concrete House Printer”. Este elemento consta de partes modulares previamente impresas y trasladadas al lugar de implantación para su armado y ensamblaje.



Figura 11. Castillo Andrey Rudenko
Adaptado: All3DP, 2014

- **WINSUN:** Construye en china edificio modular de 5 plantas con material patentado a base de residuos de construcción.



Figura 12. Winsun
Adaptado: All3DP, 2015

2.1.6.1.2 Año 2015.

- **Lewis Grand Hotel:** Imprime parte de su hotel en Filipinas con una mezcla de hormigón y ceniza volcánica.



Figura 13. Filipinas hotel
Adaptado: All3DP, 2015

2.1.6.1.3 Año 2016.

- **Alex Le Roux:** Imprime en 3D con hormigón, la primera unidad habitable en E.UU.



Figura 14. Alex Le Roux pabellón
Adaptado: All3DP, 2016

- **Huasahang Tengda:** Es una villa de 400 m² y dos niveles, impresa modularmente en hormigón en China.



Figura 15. Villa de 400m²
Adaptado: All3DP, 2016

- **WASP - Shamnalla Village:** En Italia imprime con adobe y cascara de arroz la primera casa de su tipo de un proyecto urbano denominado Shamnalla Village.



Figura 16. Shamnalla Village
Adaptado: All3DP, 2016

- **DUS Architects - Cabina Urbana:** Imprimen en 3d con bioplástico la Cabina Urbana, un pequeño refugio en medio de un parque de Ámsterdam.



Figura 17. Cabina Urbana
Adaptado: All3DP, 2016

2.1.6.1.4 Año 2017.

- **DUS Architects – Casa del Canal:** Construyen THE 3D PRINTED CANAL HOUSE con biopolímero impreso modularmente en 3D a la orilla del canal de Ámsterdam.



Figura 18. Canal House
Adaptado: All3DP, 2016

- **APIS COR:** La empresa rusa, imprime un prototipo de vivienda de una casa de concreto en 24 horas por un valor final de U\$10.000.



Figura 19. Apis Cor 24H
Adaptado: APIS COR, 2017

2.1.6.1.5 Año 2018.

- **Siam Research and Innovation Company (SRI):** El estudio de arquitectura SRI incorpora el patrón de tejido a la impresión 3d en hormigón.



Figura 20. SRI
Adaptado: Archdaily, 2018

- **Mobiliario Concreto:** Pone en venta mobiliario urbano impreso en 3D con concreto en Colombia.



Figura 21. Mobiliario Urbano
Adaptado: Concreto, 2018

- **Concreto:** Se imprime en 3D con concreto, la Casa Origami, el prototipo de la primera casa modular de este tipo en Colombia.



Figura 22. Casa Origami
Adaptado: Concreto, 2018

2.1.6.1.6 Año 2019.

- **APIS COR:** Construye en Dubái, el edificio de oficinas más grande impreso en 3D utilizando materiales autóctonos de la región como la arena del desierto.



Figura 23. Dubai Municipality
Adaptado: Apis Cor, 2019

2.1.6.1.7 Proyecto 2020-2021.

- **APIS COR:** Promueve el primer complejo residencial impreso en 3D en California, con su casa modelo listo para la venta.



Figura 24. Demo House
Adaptado: Apis Cor, 2019

2.1.6.1.8 Línea de tiempo, Marte.

2.1.6.1.8.1 Año 2015.

- **La NASA:** Da inicio el “3D Printed Habitat Challenge” un concurso abierto que involucra arquitectura, ciencia y tecnología aditiva para el desarrollo de las primeras viviendas en Marte.



Figura 25. La NASA
Adaptado: nasa.gov

2.1.6.1.8.2 Año 2017.

- **SEArch + APIS COR:** Son nombrados finalistas del “3D Printed Habitat Challenge” organizado por La NASA, consolidándose como potencia de la impresión 3D en gran formato.



Figura 26. SEArch +APIS COR
Adaptado: Archidaily

- **PennState Den At Mars:** Son nombrados segundos en el concurso “3D Printed Habitat Challenge” rescatando su complejo hermético compuesto por módulos de base circular, esbeltos y cónicos interconectados.



Figura 27. NASA 3D printer Mars Habitat
Adaptado: PennState Den At Mars, Youtube

2.1.6.1.8.3 Año 2018-2020.

- **AI Space Factory:** Ganadores “3D Printed Habitat Challenge” organizado por La NASA, con la propuesta de un módulo adaptable a diversos usos con sus plantas libres que permiten a zonificación y aislamiento de actividades por medio de la diferenciación de nivel. Todo esto usando materiales biodegradables, tierra marciana y materiales locales ofreciendo la experiencia de habitar el modulo denominado TERA en New York a partir de finales del 2020.



Figura 28. TERA
Adaptado: Ai Space Factory

2.2 Manual constructivo de impresión 3D

Los proyectos de construcción desarrollados en impresión 3D en gran formato con concreto constan de un equipo, material y humano, limitantes espaciales de impresión y etapas constructivas correspondientes al terreno, cimentación, placas, extrusión de muros, vanos, y finalización según lo establecido por Apis Cor en su instructivo técnico, APIS COR Technology Description, 2018.

2.2.1 Equipo de trabajo.



Figura 29. Equipo de trabajo
Adaptado: Apis Cor

Se requiere de:

- Unidad de impresión móvil.
- Unidad compresora CPU.
- Unidad de abastecimiento de material.
- Vehículo de transporte y carga con capacidad de 2 toneladas.
- Dos operarios, un especialista en impresión 3d y un operario de obra.



Figura 30. Relación operario, herramienta y obra
Adaptado: Apiscor3d, Instagram, 2020

2.2.2 Área de Trabajo.

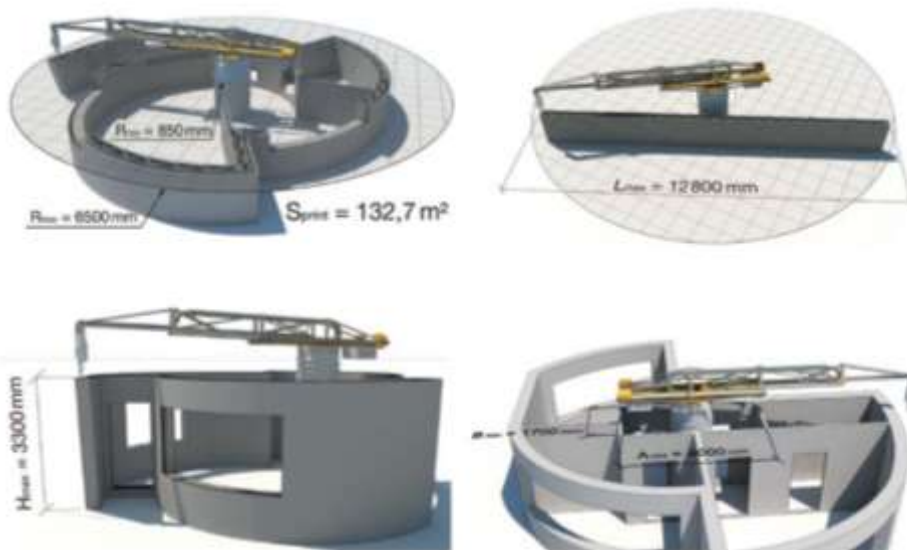


Figura 31. Área de trabajo
Adaptado: Apis Cor

El área de impresión, también llamado cama de impresión, se establece por los radios y movimientos máximos de la unidad de impresión para la elaboración del volumen, en el caso de la unidad modelo para este proyecto, la Unidad de Apis Cor, las características espaciales están definidas de la siguiente manera:

- Radio mínimo: 0,85 metros.
- Radio máximo: 6,5 metros.
- Longitud máxima de impresión en un plano recto: 12,8 metros.
- Área máxima de impresión: 132,7 m².
- Área mínima libre para extracción de la unidad de impresión: 1,7 metros X 4 metros.
- Altura máxima de impresión: 3,3 metros.

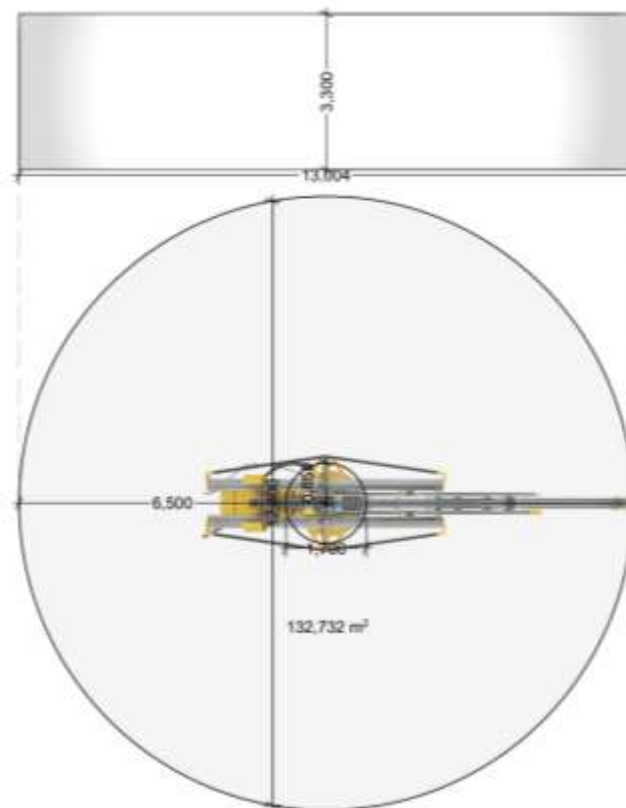


Figura 32. Espacio de impresión
Adaptado: Apis Cor

2.2.3 Instalación y desarrollo de la obra.

2.2.3.1 Nivelación del entorno de trabajo. El terreno que ejecutara la función de cama de impresión deberá ser nivelado obteniendo así una superficie uniforme con un desnivel no superior a los 10 cm.



Figura 33. Nivelación del terreno
Adaptado: Apis Cor

2.2.3.2 Instalación del punto de origen. Una vez nivelada la cama de impresión, se deberá localizar los límites o nodos del volumen con un punto de referencia el cual será denominado origen.



Figura 34. Punto de origen
Adaptado: Apis Cor

2.2.3.3 Autonivelación. Una vez instalada la unidad de impresión, esta se adaptara a las irregularidades del terreno, siendo estas, no superiores a una pendiente de 5° , encontrando un punto de equilibrio y balance de las cargas en el centro axial de rotación para una correcta calibración y ejecución de la impresión.

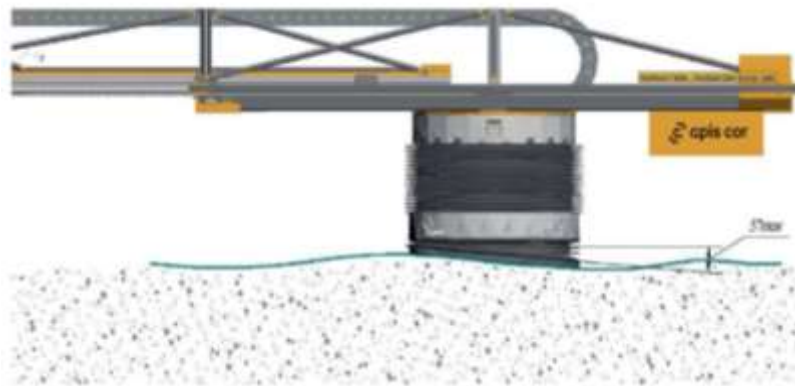


Figura 35. Autonivelación
Adaptado: Apis Cor

2.2.3.4 Scanner y nivelación de la cama de impresión.



Figura 36. Scaneo de terreno
Adaptado: Apis Cor

Ya nivelada la unidad de impresión y referenciada con el punto de origen, se escanea con un ultrasonido la cama de impresión generando una mapa de puntos donde se identificarán

irregularidades que serán sanadas de forma automática imprimiendo una serie de capas de material para nivelar el espacio que soportara el volumen.



Figura 37. Autonivelación
Adaptado: Apis Cor

2.2.3.5 Encofrado estructural. Se imprimen los contornos de la cimentación; esta impresión no debe de ser pausada en periodos superiores a los 30 minutos durante la instalación del material férreo de refuerzo estructural ya que de sobrepasar este periodo de tiempo la unidad de impresión procederá a extruir el material que posea en el surtidor con el fin de evitar obstrucciones en la línea de abastecimiento.

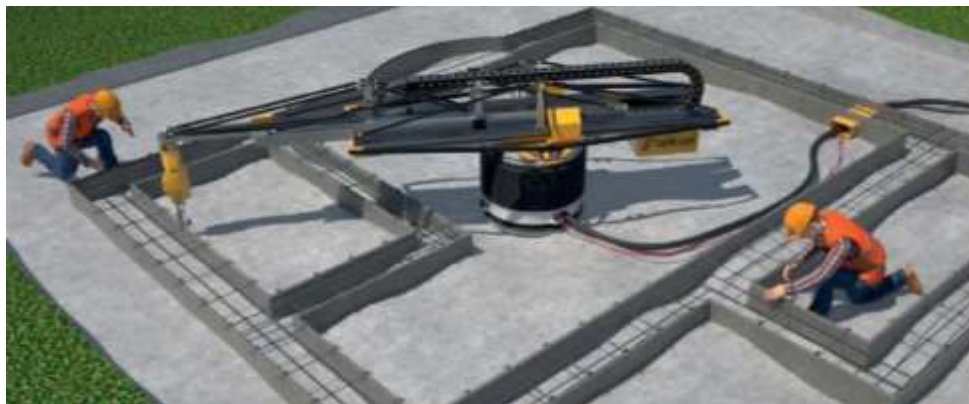


Figura 38. Encofrado estructural
Adaptado: Apis Cor



Figura 39. Encofrado de viga e instalación
Adaptado: Apiscor3d, Instagram, 2020

2.2.3.6 Cimentación. Con el encofrado y el refuerzo férreo instalado, se procede a verter concreto en el espacio armado, ya vertido el concreto se instalan los conectores estructurales. Este material deberá reposar 12 horas mientras endurece y toma sus características solidas de dureza, rigidez, fuerza y portabilidad para soportar las siguientes capas de impresión, durante este tiempo se puede replicar el procedimiento en otras unidades o la impresión de elementos modulares, mobiliario, y piezas personalidad según lo requiera el proyecto.



Figura 40. Cimentación
Adaptado: Apis Cor

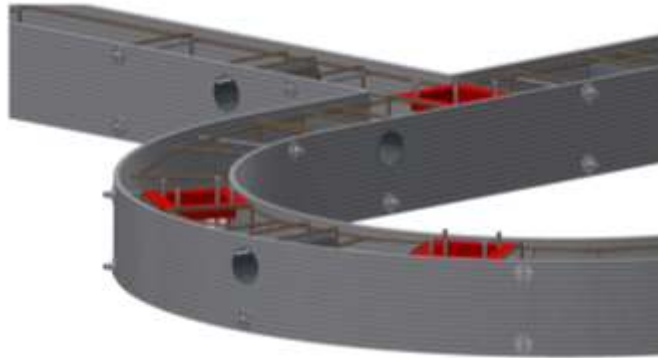


Figura 41. Material férreo de cimentación y conectores estructurales horizontales
Adaptado: Apis Cor



Figura 42. Conectores férricos estructurales
Adaptado: Apiscor3d, Instagram, 2017

2.2.3.7 Muros. Se realiza el proceso similar al encofrado de cimentación, realizando pausas cada 60cm para la incorporación de material férreo de manera horizontal (malla electrosoldada). Los muros son huecos con conectores internos, dejando células para la instalación de refuerzos verticales, ductos de instalaciones y aislamiento térmico/acústico.



Figura 43. Levantamiento de Muros
Adaptado: Apis Cor

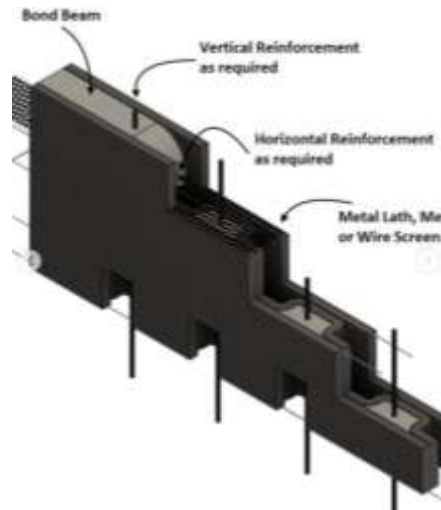


Figura 44. Refuerzo férreo en muro
Adaptado: Apiscor3d, Instagram, 2020

2.2.3.8 Vanos. Para la elaboración de vanos como puertas y ventanas se deben de disponer de piezas prefabricadas lasa cuales deberán ser instaladas en paralelo con la elaboración del plano vertical para el sustento del material que se depositara sobre los vanos, evitando que el vacio repercuta sobre la integridad estructural.



Figura 45. Vanos
Adaptado: Apis Cor

2.2.3.9 Refuerzos verticales.



Figura 46. Columnas
Adaptado: Apis Cor

Los refuerzos verticales deben ser instalados y rellenados con concreto para dar integridad estructural a estos elementos, al mismo tiempo pueden ser instaladas vigas o viguetas para ser fraguadas según corresponda.

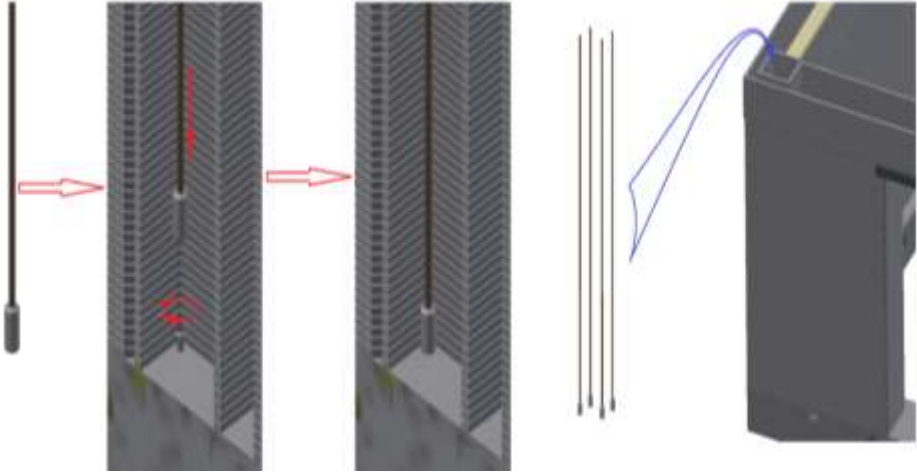


Figura 47. Instalación refuerzos verticales
Adaptado: Apis Cor



Figura 48. Refuerzos verticales
Adaptado: Apiscor3d, Instagram, 2020

2.2.3.10 Losa de cubierta o de entrepisos. Los pisos se realizan utilizando losas de hormigón prefabricado de núcleo hueco con instalación directa sobre muro.

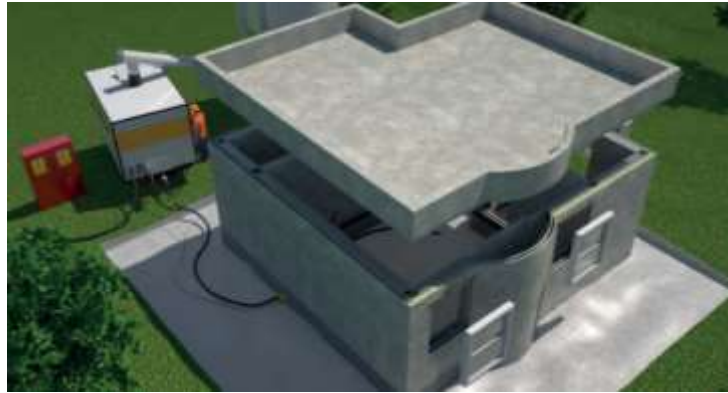


Figura 49. Losa de cubierta
Adaptado: Apis Cor

2.2.3.11 Continuidad de impresión. Una vez instalada la losa de concreto, con ayuda de una grúa, se instala nuevamente la Unidad de impresión que por medio del sistema de las coordenadas y los nodos de referencia, ubicara el origen, continuando con el proceso constructivo de impresión.



Figura 50. Continuidad de impresión
Adaptado: Apis Cor

2.2.3.12 Finalización, extracción y limpieza. Una vez terminado el proceso de impresión, automáticamente la unidad de impresión 3D limpiara el extrusor drenando agua por este para así retirar todo exceso de material y evitar obstrucciones con este que comprometan la unidad.

Al ser retirada la unidad, se procede a la instalación de redes, acabados y mobiliario complementario.



Figura 51. Extracción
Adaptado: Apis Cor



Figura 52. Acabado
Adaptado: Apiscor3d, Instagram, 2020

2.3 Determinantes técnicos

2.3.1 Impresión imposible, limitantes. La impresión 3D de las estructuras horizontales "La impresión de losas de techo y piso es técnicamente difícil hasta ahora porque esto significa imprimir estructuras horizontales. Cuando imprime con plástico, este problema se resuelve agregando soportes, que luego se eliminan. Sin embargo, en el caso de la impresión en hormigón no es posible ya que quitar soportes de hormigón no es una tarea fácil." - APIS COR.

2.3.1.1 Planos impresos horizontalmente sobre vanos. Uno de los mayores determinantes de la impresión 3D es la fuerza de gravedad, ya que los planos horizontales requieren de un apoyo para su correcta elaboración sin deformaciones que comprometan la integridad y propiedades portantes del elemento, este factor depende también de la materialidad del elemento ya que materiales como los plásticos tienen la capacidad de enfriarse rápidamente y solidificarse a diferencia del concreto que siendo un material más fluido que requiere mayor tiempo para convertirse en sólido, pero no solo depende de la materialidad del elemento sino también de la luz entre los apoyos, esto puede afectar la capacidad de auto sostenerse como un volado y llegar a desplomarse en medio de la impresión.

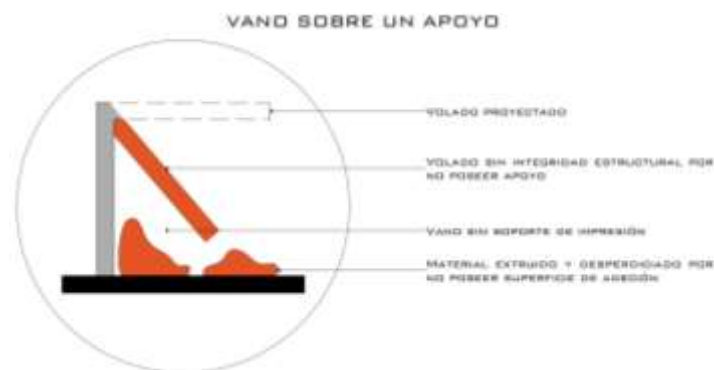


Figura 53. Vano sobre un apoyo

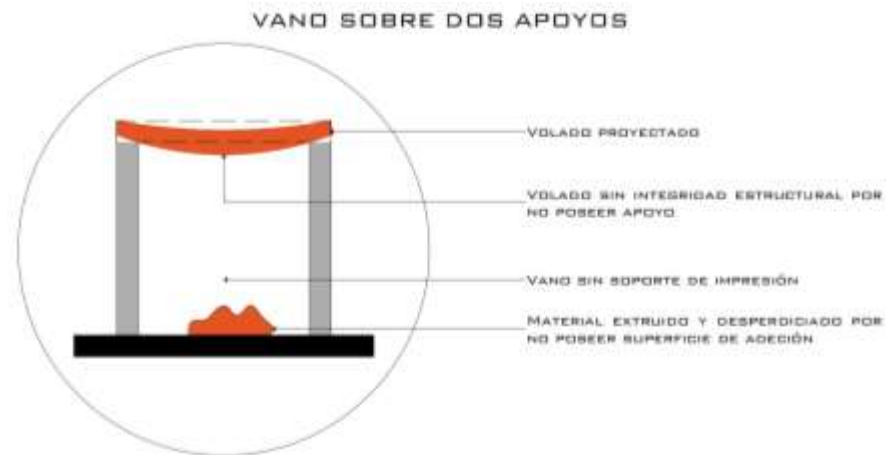


Figura 54. Vano sobre dos apoyos

Para lograr planos horizontales es necesaria la impresión de balsas de soporte las cuales deberán de ser retiradas cuando el elemento adopte las propiedades físicas adecuadas para sostenerse, es un proceso que requiere mano de obra, maquinaria, tiempo, generación de residuos, pérdida de material y con ello pérdida de dinero.

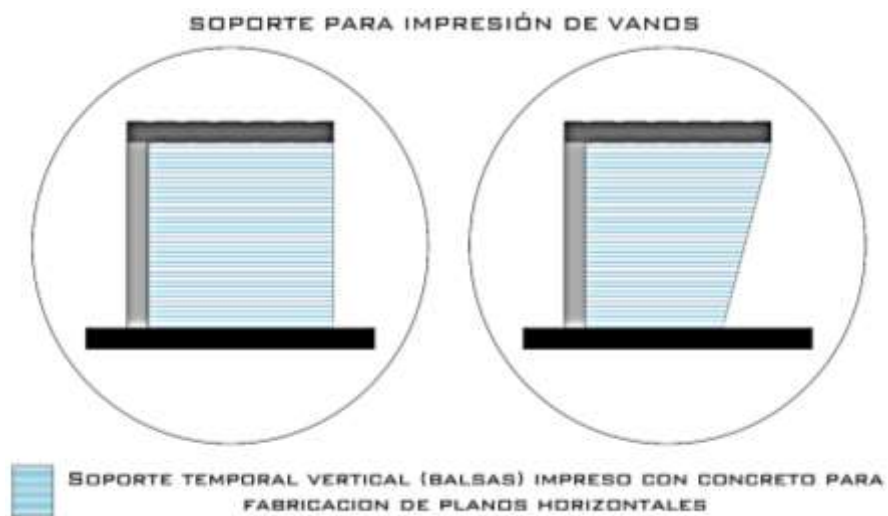


Figura 55. Balsas de impresión para vanos



Figura 56. Columna impresa en 3D con balsas de soporte
Adaptado: Archdaily, 2020



Figura 57. Columna impresa en 3D una vez retiradas las balsas de soporte
Adaptado: Archdaily, 2020

2.3.1.2 Muros inclinados. La impresión 3d permite la creación de muros inclinados con un límite de desfase de 15° sin la necesidad de generar balsas de soporte.

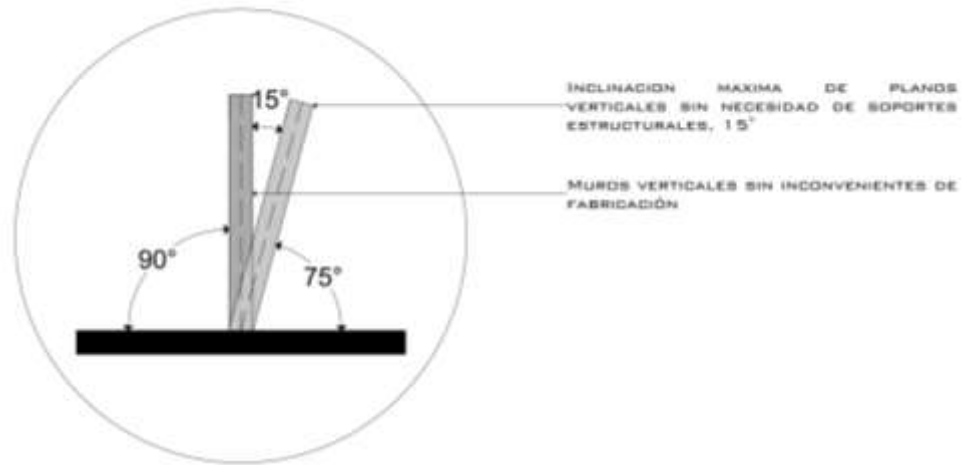


Figura 58. Muros inclinados



Figura 59. Impresión muro inclinado
Adaptado: apiscor3d, Instagram, 2020

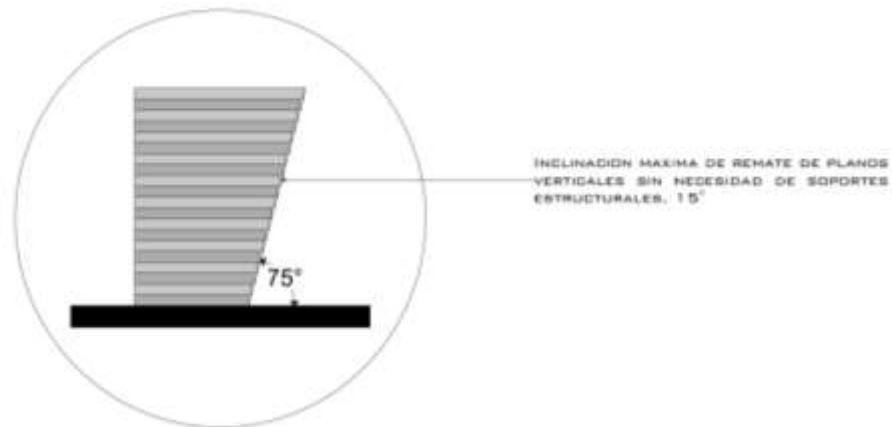


Figura 60. Inclinación máxima de muros sin balsas



Figura 61. Estructura inclinada impresa en 3D
Adaptado: apiscor3d, Instagram, 2020

2.3.1.3 Cubiertas.

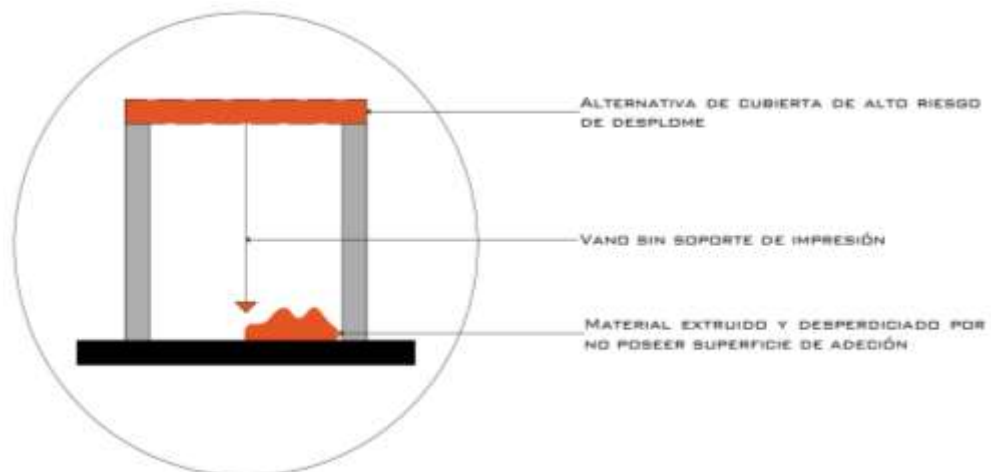


Figura 62. Cubiertas planas impresas en 3D

El desarrollo de las cubiertas planas impresas debe poseer balsas de impresión o elementos portantes, una segunda alternativa es la implementación de elementos prefabricados como las losas de concreto hueco.

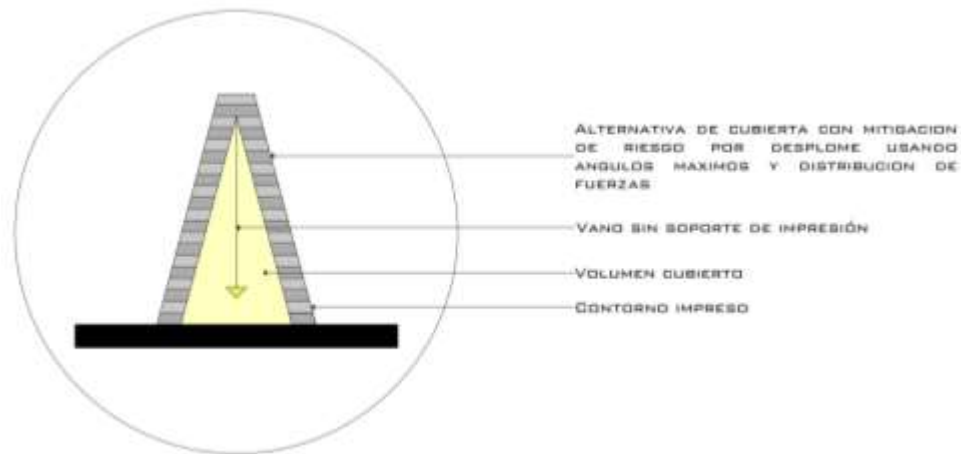


Figura 63. Cubiertas inclinadas impresas en 3D

Para incorporar la impresión 3D en el desarrollo de cubiertas, se debe de contemplar el ángulo máximo de inclinación, de tal forma que esta se soporte a si misma y en ángulo albergando el área a cubrir sin la necesidad de elementos adicionales al mismo volumen.

2.3.2 El arco. "Elemento constructivo en forma curva o poligonal que salva el espacio abierto entre dos pilares o muros, depositando toda la carga que soporta el arco en los apoyos, mediante la fuerza oblicua que se domina empuje", ECORED.

2.3.2.1 Partes del arco.

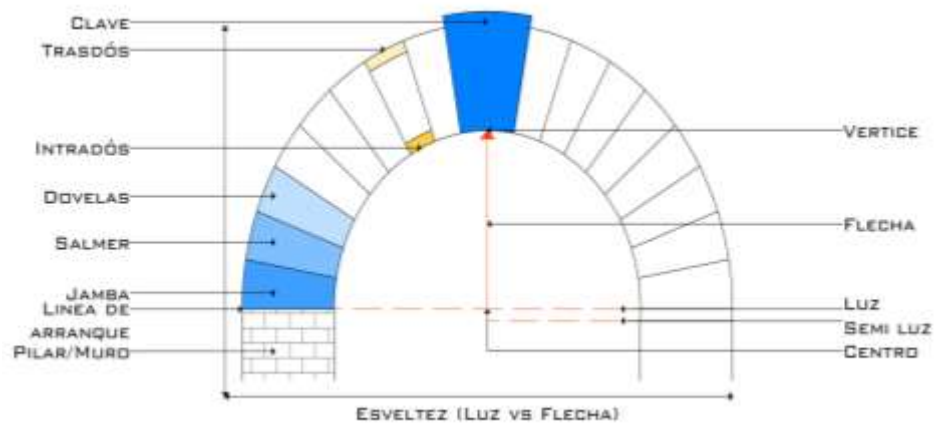


Figura 64. Partes del arco

2.3.2.2 Comportamiento estructural. La función estructural del arco es transmitir las cargas hasta los muros o pilares que lo soportan, por su morfología las dovelas están sometidas a compresión y se comportan como estructuras autoportantes.

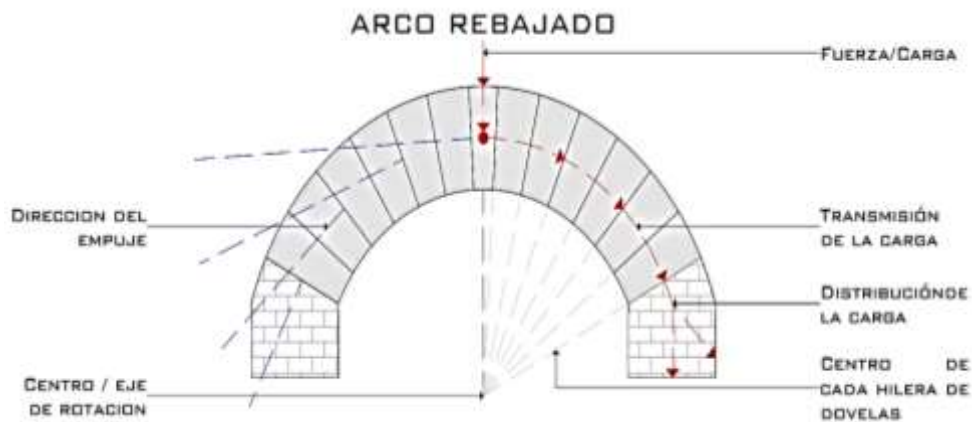


Figura 65. Arco rebajado, distribución de fuerzas

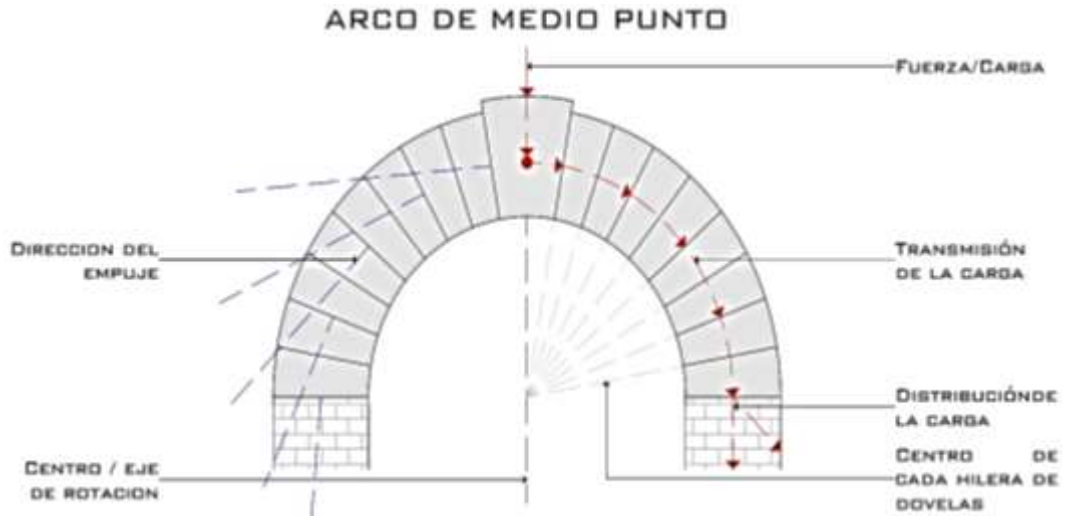


Figura 66. Arco de medio punto, distribución de fuerzas

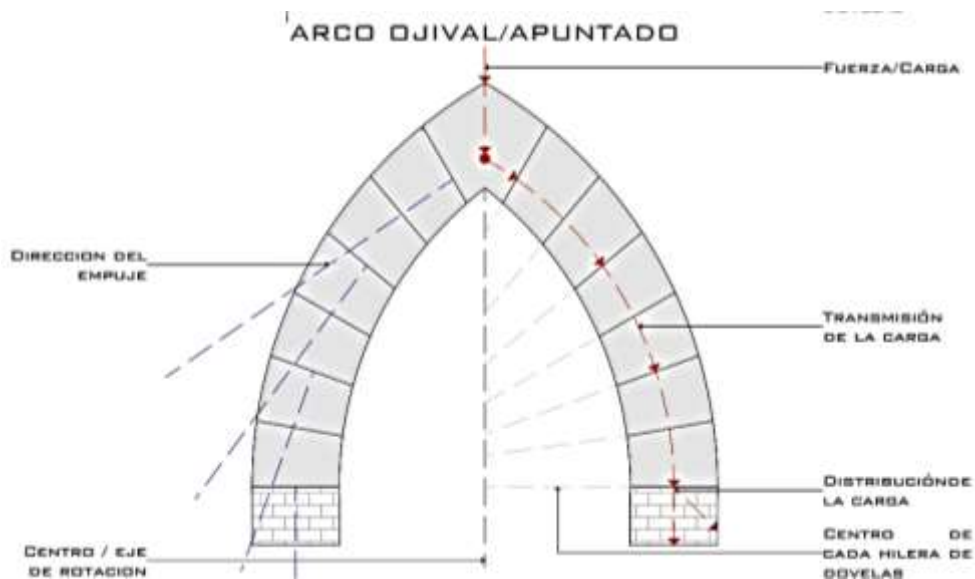


Figura 67. Arco de ojival o apuntado, distribución de fuerzas

Las fuerzas horizontales en los apoyos son proporcionales a la altura del arco, es decir, entre mayor sea la altura, menor es el empuje horizontal en el apoyo, permitiendo así, lograr consolidar grandes alturas con un mínimo de esfuerzo horizontal en sus cimientos, siendo los cimientos quienes soportan la mayor cantidad de carga y la cúspide del arco la que menos.

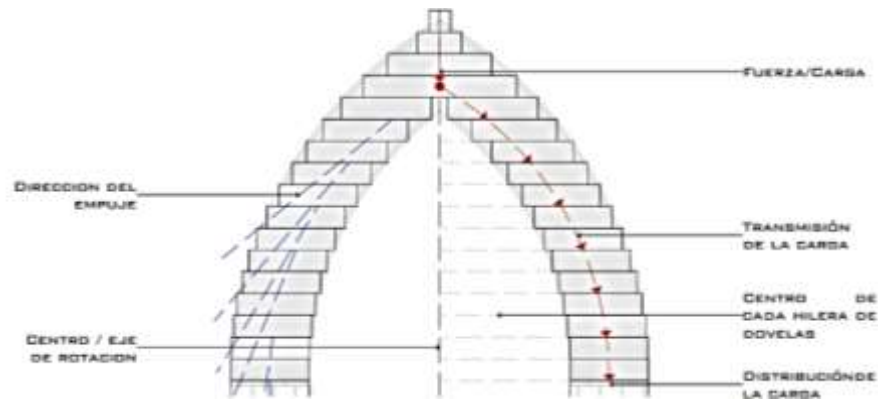


Figura 68. Arco de Acartelado, distribución de fuerzas

Para razón y efecto de la impresión 3D el arco se denomina ACARTELADO, ya que se conforma de hilas sucesivas de material superpuesto en capas que se extienden progresivamente hasta cerrar la curvatura del objeto.

Finalmente el arco puede ser en la prolongación de su forma, una bóveda y en la revolución, una cúpula.

2.3.3 La bóveda. Es el volumen resultante de la proyección continua de un arco den línea recta sobre el espacio.



Figura 69. La bóveda

La bóveda posee limitantes en el desarrollo técnico de la impresión 3D, ya que en el desarrollo de la curvatura solo posee un apoyo en el eje que lo sostiene, la fuerza de gravedad sumada al peso del material y la geometría del volumen, generan que el centro de masa se desequilibre y haga que el objeto caiga o se deforme sin lograr la conexión de las dovelas de la segunda parte de su cuerpo en la clave, Para lograrlo es necesario adosarse a una cúpula o a un elemento vertical que le genere un ángulo e integridad estructural.

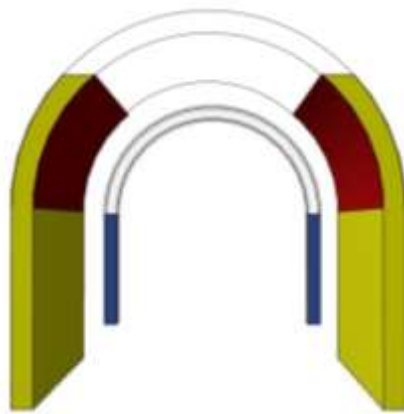


Figura 70. La bóveda y sus limitantes de impresión

2.3.4 La cúpula. Es la resultante de la rotación sobre un eje medio del arco en el espacio, siendo la resultante de una esfera o una fracción de esta, donde las fuerzas son ejercidas de forma constante en todas sus direcciones.

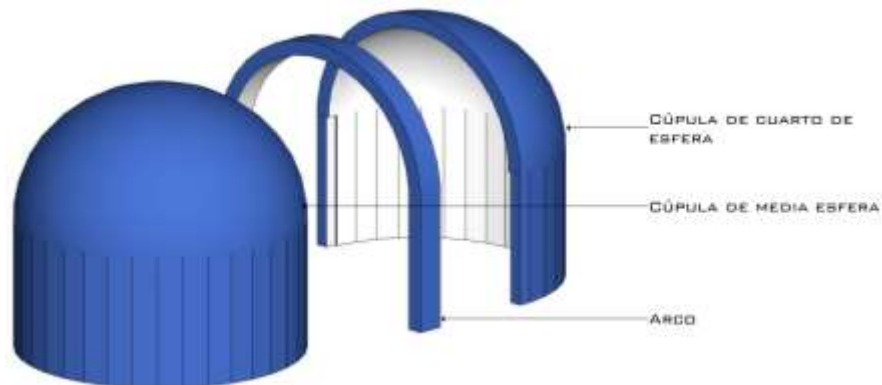


Figura 71. La Cúpula

La cúpula posee características favorables en el proceso técnico de la impresión 3D, ya que el desarrollo de la curvatura posee múltiples apoyos verticales y al centro en el eje de rotación en cada una de las hileras de las dovelas, equilibrando el centro de masa impidiendo el derrumbe del volumen y del material; la fuerza de gravedad se anula en el arco y la geometría del volumen guía las cargas desde la cúpula a los muros portantes y por medio de estos al suelo.

2.3.5 El huevo. La geometría extraída de la naturaleza, debido a sus propiedades físicas de carga correspondientes a los arcos, y al comportamiento del volumen frente a la impresión 3D lo hacen un elemento idóneo de composición y exploración para la conformación de un elemento arquitectónico desarrollado técnicamente en impresión 3D con la mayor autonomía técnica posible siendo determinante en el proceso de diseño y elaboración por superposición de material.

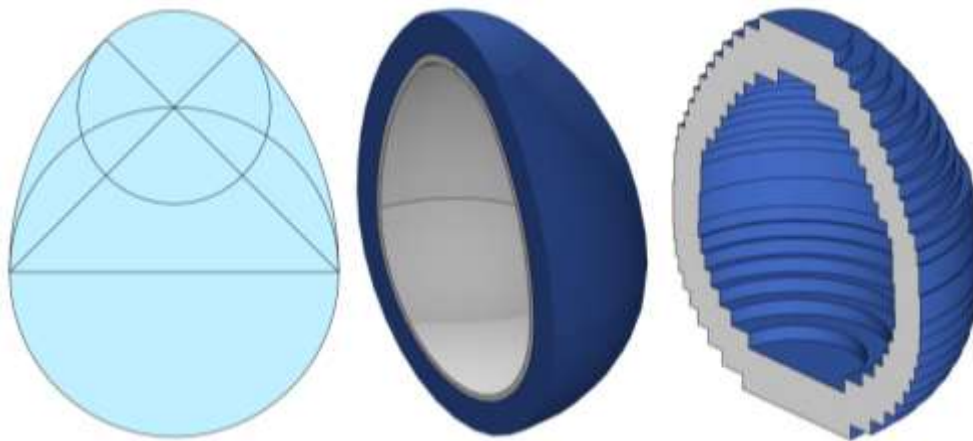


Figura 72. El huevo, geometría, volumen y elemento acantelado.

2.4 Referentes técnicos

2.4.1 Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial.

- Escuela Técnica Superior de Arquitectura – UAH.
- Proyecto final de carrera José Ángel Delgado.

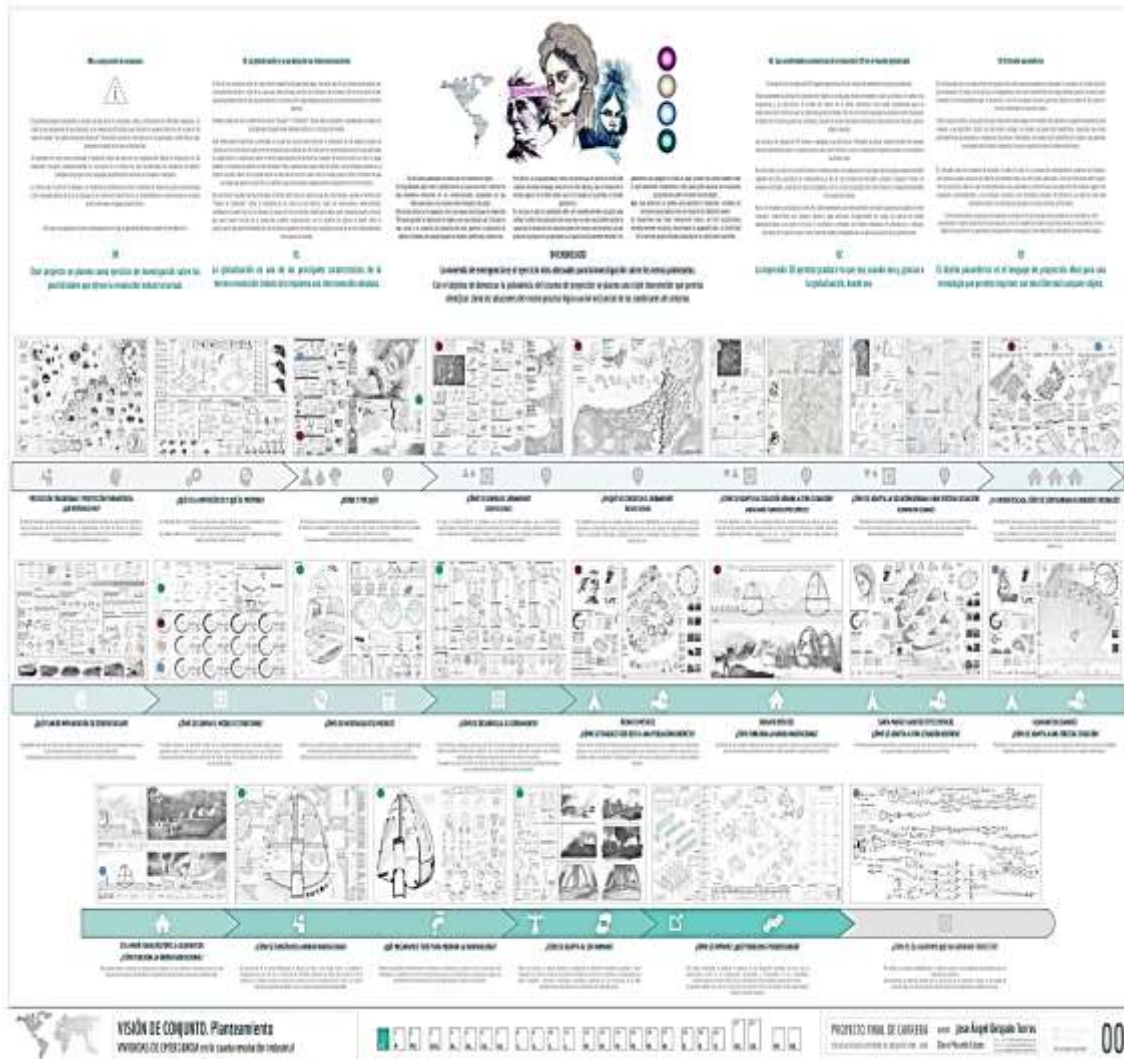


Figura 73. Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial plancha No.00
Adaptado: José Ángel Delgado, Archdaily

El autor, define el elemento desde un punto de vista global, partiendo de la premisa técnica de la industrialización de la vivienda y de la globalización de esta por medio de la impresión 3D.

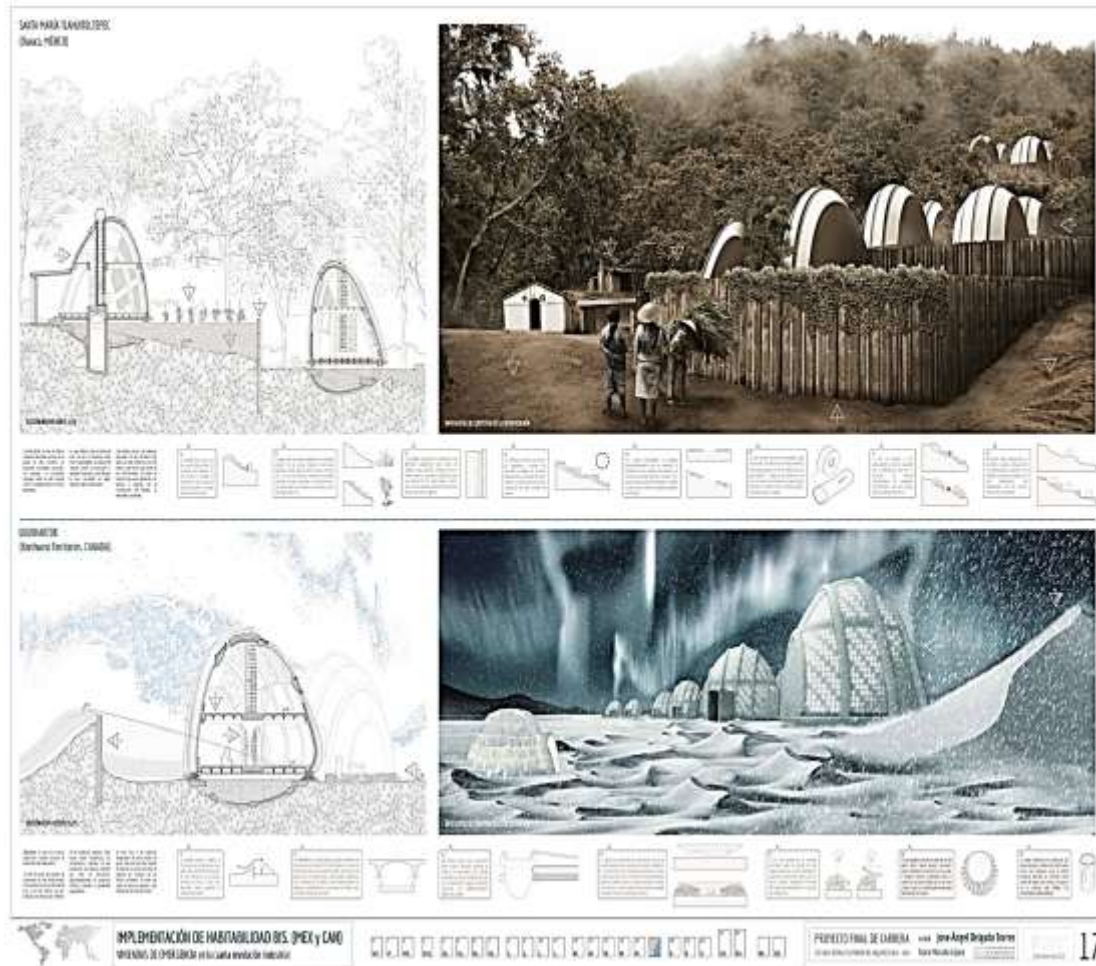


Figura 74. Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial plancha No.17
 Adaptado: Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial, José Ángel Delgado,
 Archdaily

La implantación se establece abierta con un ejercicio académico ejecutado en 3 locaciones de diferentes características ambientales, mostrando en cada una de estas, los parámetros para el desarrollo individual, colectivo y por etapas de acuerdo a las necesidades y capacidades del desarrollador en el lugar del mundo en que se encuentre.

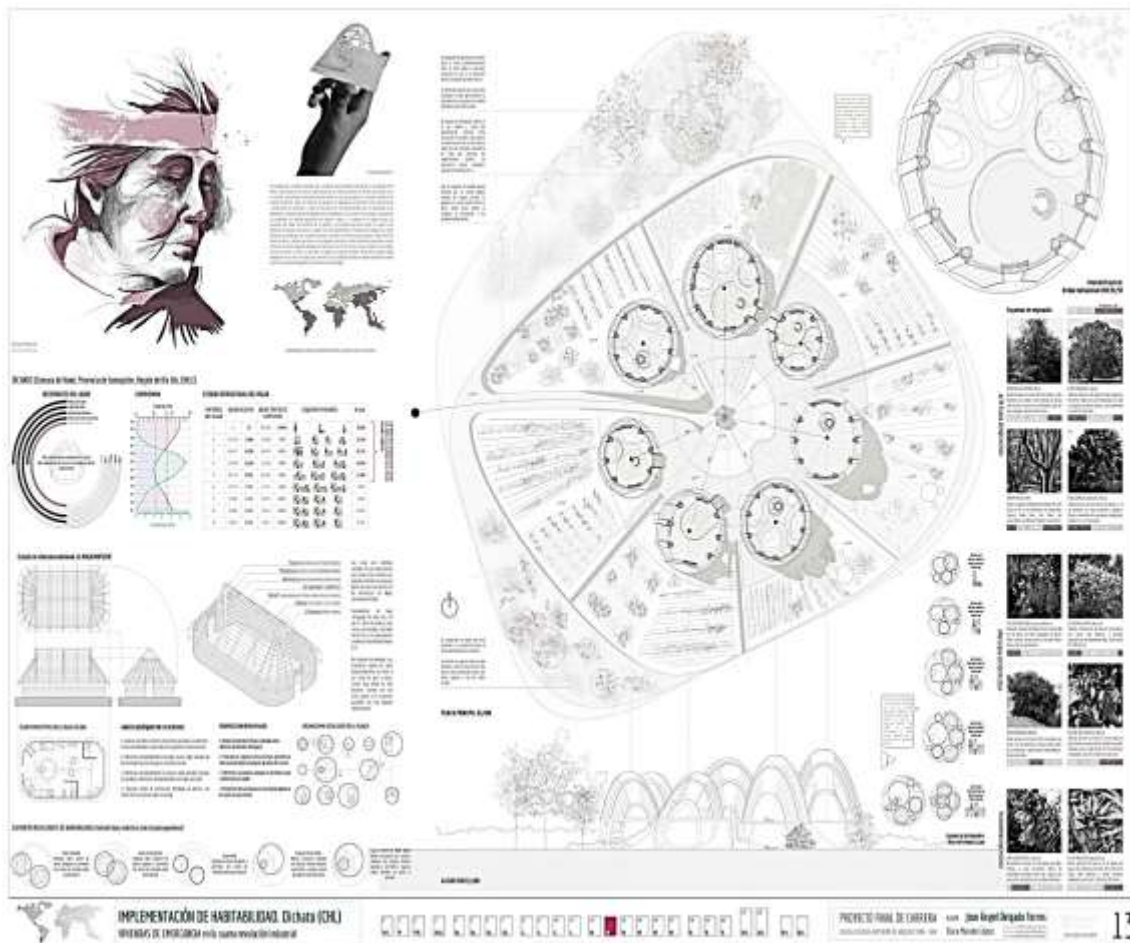


Figura 75. Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial plancha No.13
 Adaptado: Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial, José Ángel Delgado, Archdaily

La impresión 3D subsana la eficiencia de la maquinaria y la repetición seriada de un objeto sin que este se convierta en el factor clave. La sencillez y flexibilidad del sistema junto a las cualidades de la globalización generan un salto cualitativo al nivel de producir cualquier diseño, en cualquier momento por una fracción del precio (comparado con los costos de producción tradicional), en cualquier lugar independientemente del origen del diseño.

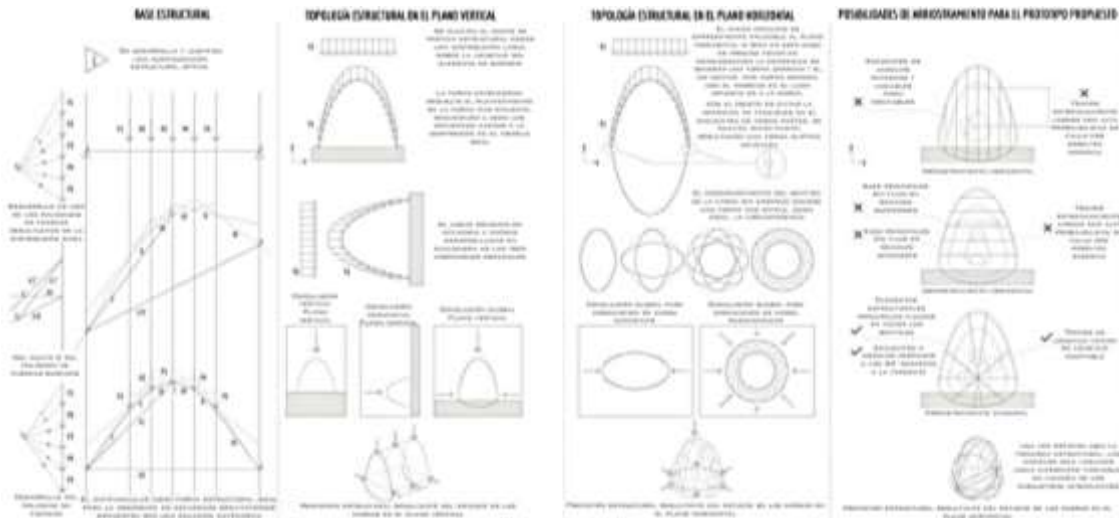


Figura 76. Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial, análisis estructural del elemento

Adaptado: Viviendas de emergencia en la cuarta revolución industrial, José Ángel Delgado, Archdaily

La volumetría corresponde a la capacidad y resistencia portante del elemento, establecida por el análisis de fuerzas y como estas se comportan ante la geometría y la distribución de la carga dándole estabilidad en diferentes circunstancias, factores ambientales, topográficos y geotécnicos.

El autor toma de referencia los arcos catenarios desde una distribución lineal sobre la base de soporte, siendo esta la geometría más eficiente al reducir a cero los esfuerzos ajenos a la compresión en el modelo, el mismo modelo geométrico es aplicable a los 3 planos espaciales la cual al tratarse de un plano circular tiene la capacidad de responder a cargas o fuerzas de compresión desconocidas en cada sentido del volumen como lo pueden ser sismos, maremotos entre otros estando preparados para nuevos eventos.

2.4.2 Casa APIS COR. La vivienda de 38 m², impresa en 24 horas y con un costo de producción de U\$10.000.



Figura 77. APIS COR 24H
Adaptado: All3DP

Para la elaboración de los vanos de puertas y ventanas, se tuvo en cuenta la incorporación de formaleta como soporte, permitiendo colocar sobre estas capas del material extruido sin que se vea comprometida su integridad formal, estructural, estética y funcional.

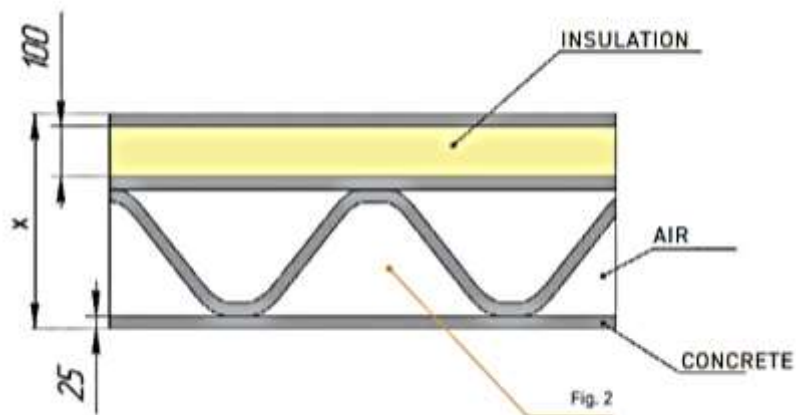


Figura 78. Detalle muro hueco con aislante térmico Apis Cor
Adaptado: APIS COR

Los muros huecos al interior son rellenos con material termo aislante, con el fin de soportar los diferentes y extremos climas asegurando el confort al interior de la vivienda. La impresión 3D y el correcto planteamiento estructural, permite ir imprimiendo muros perimetrales, internos y encofrados permanentes para la estructura, en los cuales se instalaran refuerzos en acero y posteriormente serán rellenos de concreto.

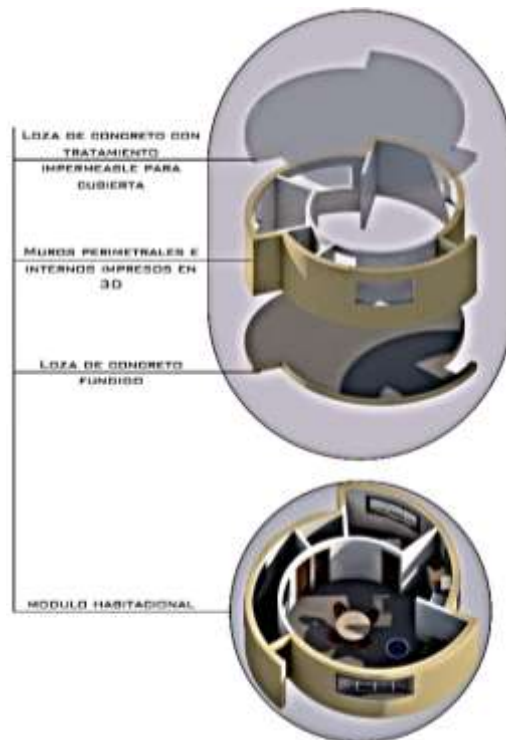


Figura 79. Despiece modulo habitacional Apis Cor

2.4.3 Casa Origami

- Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- Constructora Concreto, Colombia.

Una vivienda integrada por una habitación, baño, sala, comedor que suman 23,4 M²; compuesta por 32 módulos impresos en un tiempo record de 27 horas.



Figura 80. Casa Origami
Adaptado: Constructora Concreto, 2018

El módulo habitacional es impreso en un centro de fabricación, los módulos son transportados al lugar de instalación donde serán complementados por módulos de puertas y ventanas, ocupando los vanos creados por la separación planificada a partir de los módulos constructivos.

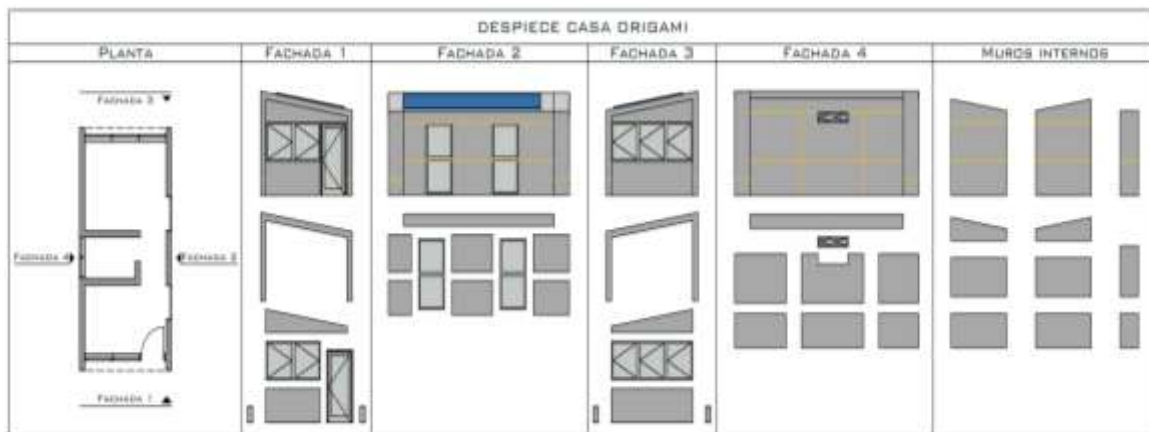


Figura 81. Despiece Casa Origami



Figura 82. Refuerzo en muro de modulo constructivo
Adaptado: Constructora Conconcreto

2.5 Normativa Urbana

El acuerdo no. 11 del 24 de mayo de 2014 por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de segunda generación del municipio de Bucaramanga 2014-2027, establece que los predios con tratamientos de conservación y clasificados como Bien de Interés Cultural (BIC) deben tener un Plan Especial de Manejo y Protección del patrimonio (PEMP) siendo la Resolución No. 0322 de 2016 por el cual se aprueba el PEMP para el Campus Central de la UIS y su zona de influencia, declarado BIC de Ámbito Municipal, normativa que regirá la normativa urbana de dicho predio.

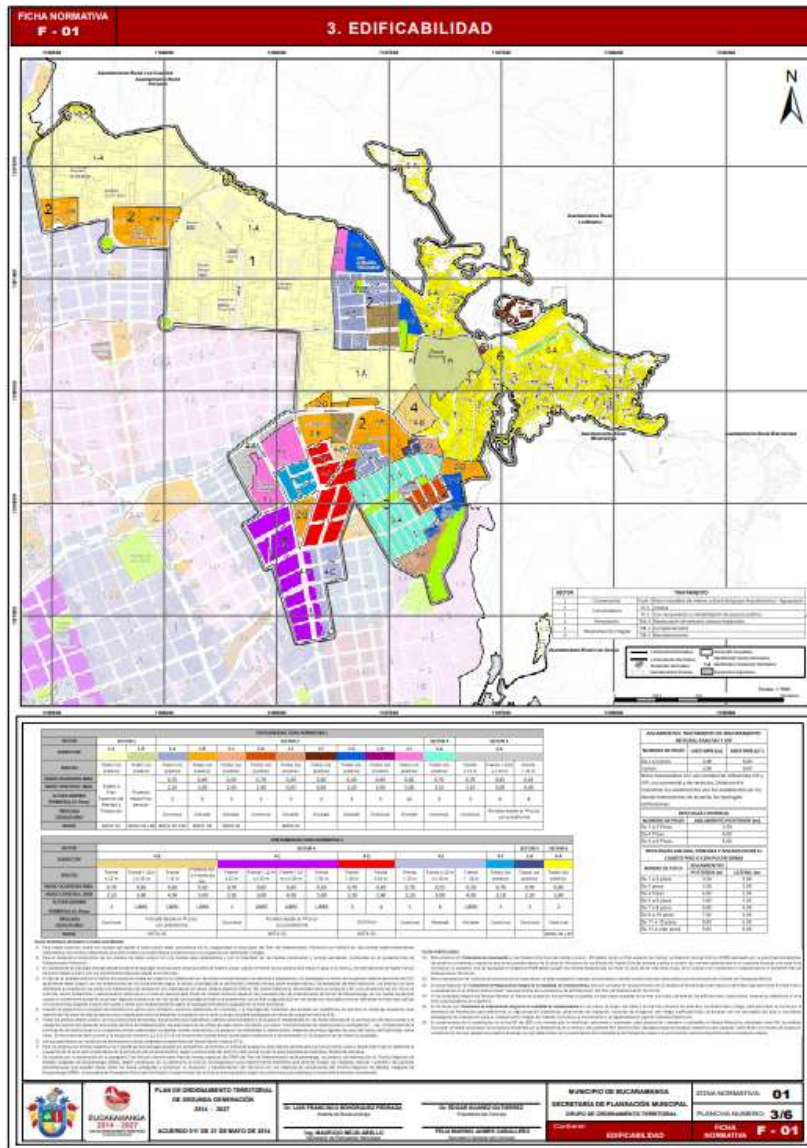


Figura 83. Ficha normativa F-01 Edificabilidad, POT Bucaramanga
 Adaptado: Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2014-2027

En la ficha normativa F-01 correspondiente a la normativa de edificabilidad de la zona normativa 01 según el POT de Bucaramanga, establece a la Universidad Industrial de Santander (UIS) Campus central como un BIC, teniendo una normativa independiente para su conservación y desarrollo urbano.

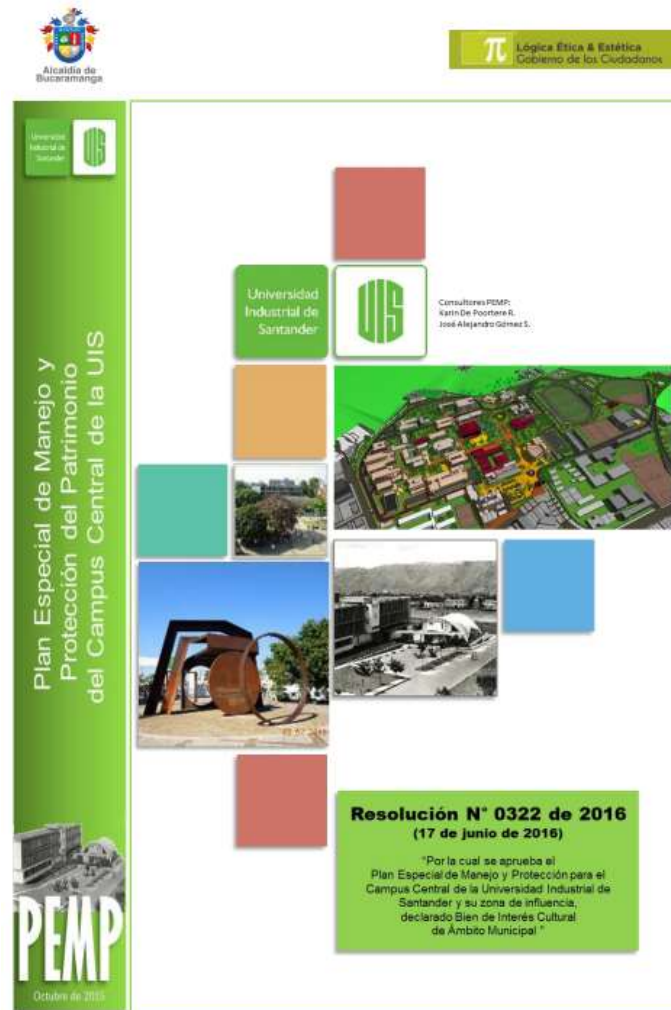


Figura 84. Plan Especial para el Manejo y Protección del patrimonio, campus central UIS
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

2.5.1 Delimitación del área afectada y área de influencia. La Universidad Industrial de Santander campus central, establecida al norte de la ciudad de Bucaramanga en la calle 8ª No 26-10, con una extensión de terreno de 20 hectáreas y 48 edificaciones en su interior, entre los que se destacan, edificios administrativos, laboratorios, aulas, talleres, edificios culturales y patrimoniales, zonas deportivas y servicios de bienestar como comedores, enfermería, residencias universitarias entre otros.

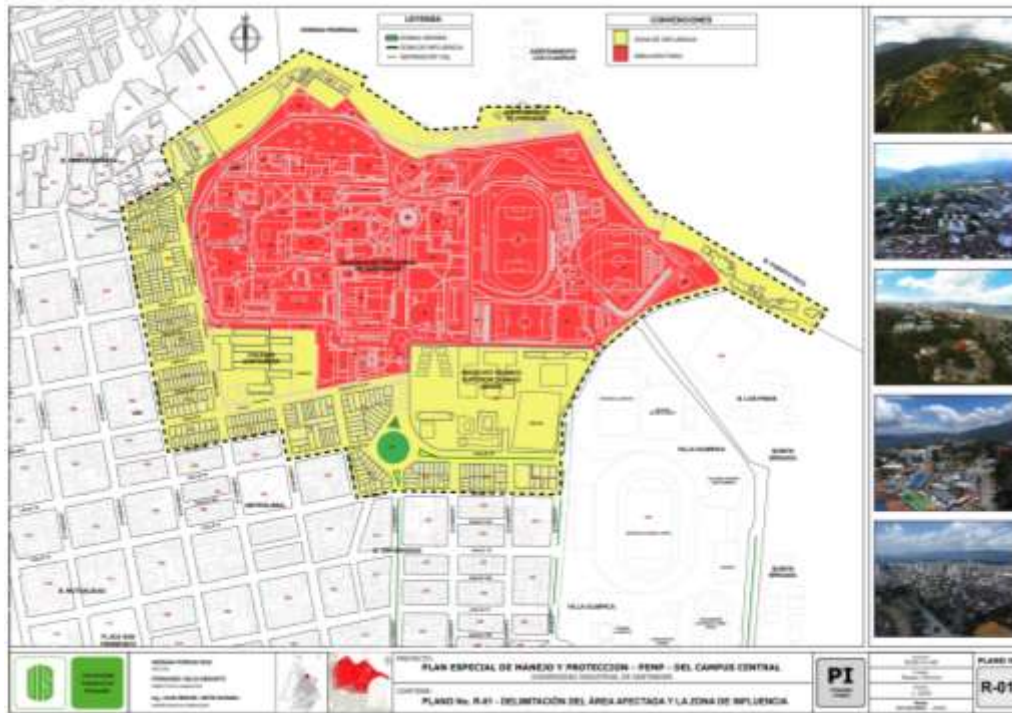


Figura 85. Plano No.R-01 Delimitación del área afectada y la zona de afluencia
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

2.5.2 Niveles permitidos de intervención. En la siguiente planimetría se ha analizado la relevancia de las edificaciones que componen el campus universitario teniendo en cuenta el periodo de tiempo de su diseño y realización, las intervenciones que han tenido, el tipo de uso, la capacidad para continuar ofreciendo el servicio o la posibilidad de cambiar de uso.

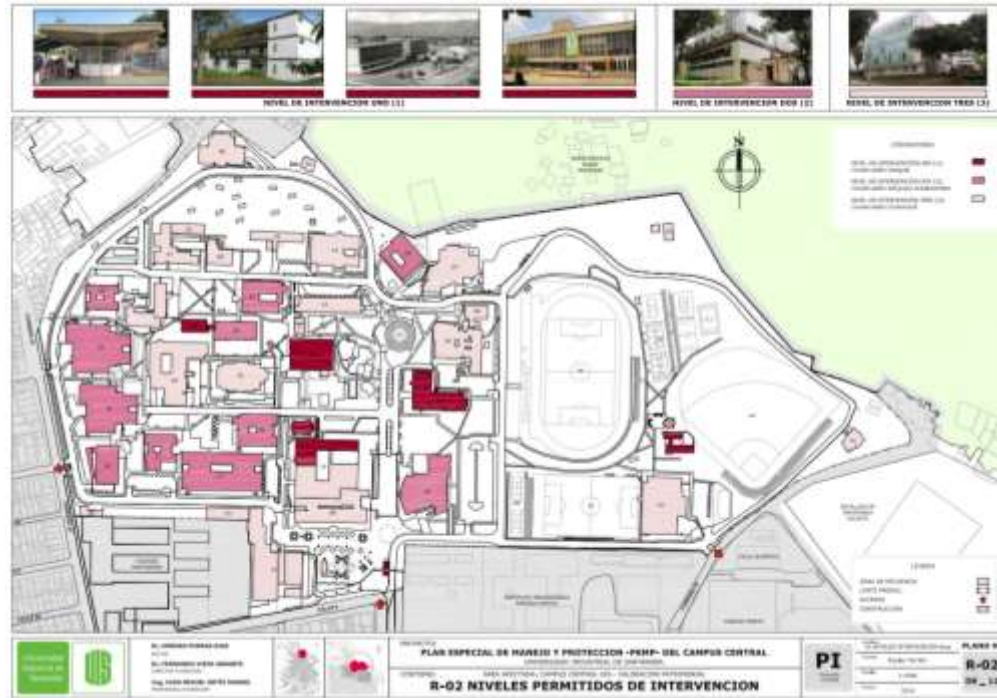


Figura 86. Plano No.R-01 Delimitación del área afectada y la zona de afluencia
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

Se considera el edificio de Residencias Universitarias (34) como un edificio de alto interés arquitectónico y de preservación integral, limitando su intervención a mantenimiento, reformas en plazoletas, mantenimiento de fachadas, refuerzos estructurales siendo un elemento determinante en el desarrollo comportamiento y composición urbana del campus.

2.5.3 Zonas homogéneas patrimoniales. Se establece una subdivisión del territorio, clasificado por uso y nivel de intervención, siendo el área 1, Cultural/Administrativo y de nivel 1 de intervención, el sector 2, académico con niveles de intervención 2 y 3 y una zona especial 1-A Zona De Residencias Universitarias. Junto con estas 3 divisiones del campus, se consideran 5 zonas de protección y preservación ambiental identificadas con el abecedario.

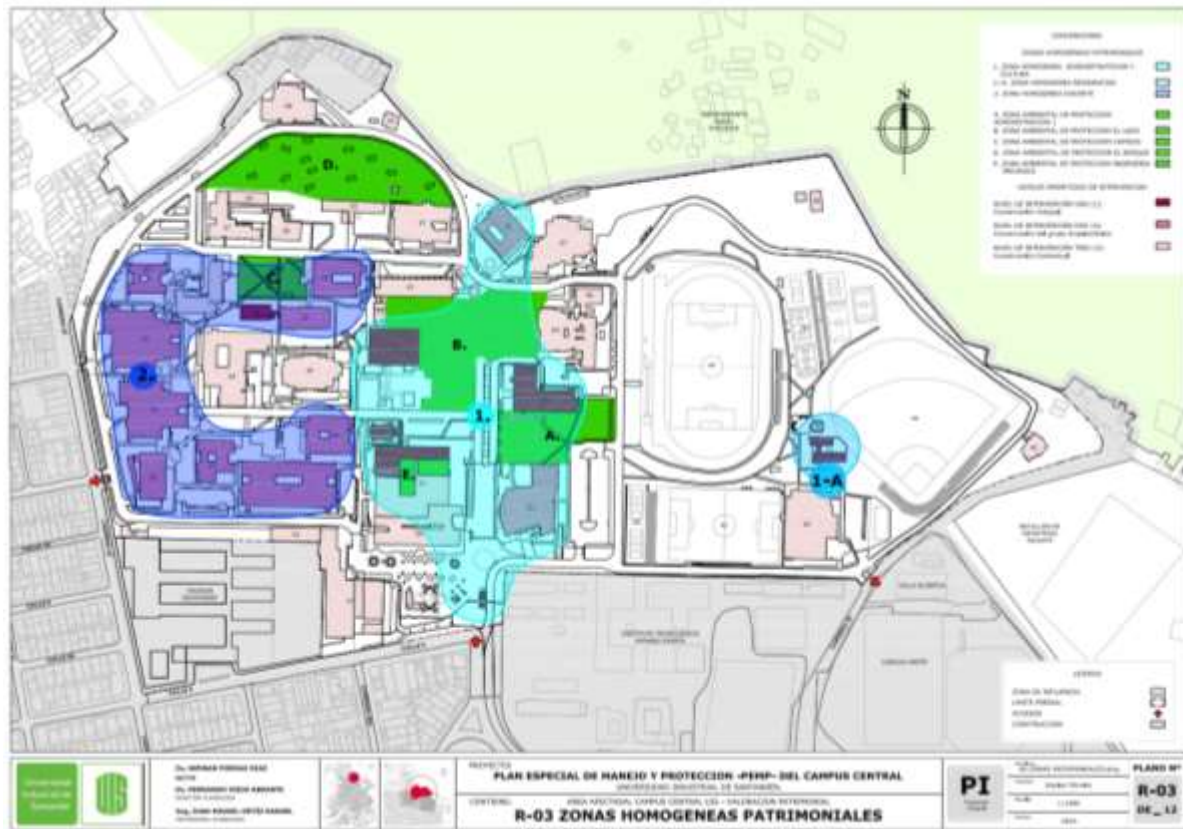


Figura 87. Plano no. R-03 Zonas homogéneas patrimoniales
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

Se genera una subdivisión especial para el uso de residencias universitarias, tanto por el uso como por la importancia arquitectónica de la edificación, generando un precedente de implantación para los futuros desarrollos de este tipo.

2.5.4 Subsectores normativos. Por las condiciones intrínsecas del Campus Central, establecidas a partir de los análisis de su conformación histórica, estructura urbana, tipología, morfología, relaciones con el entorno, y sistemas estructurantes, entre otros, consignados en este PEMP, se dividió el Campus en siete (7) subsectores normativos, cuyo manejo permite conservar

las condiciones que los han caracterizado a través de su historia y que son propias de su identidad.

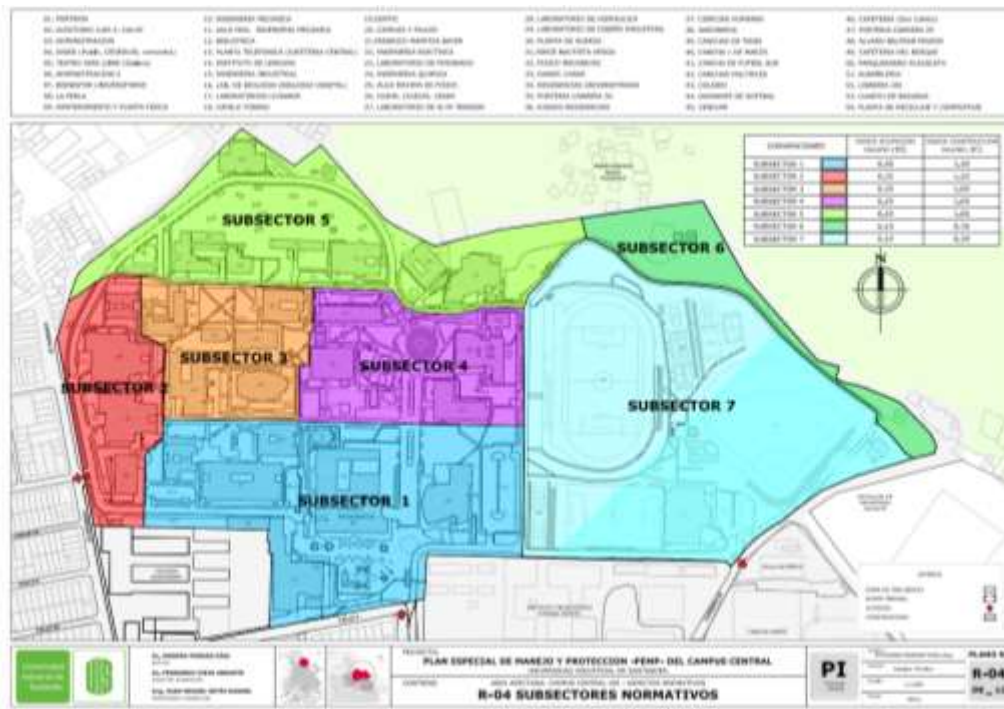


Figura 88. Plano No.R-04 Subsectores normativos
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

- **Subsector Normativo 6:** Borde oriental, con pocas edificaciones y limitaciones a nuevos desarrollos, es un área poco ocupada, que se caracteriza por la presencia de cultivos para investigación.

- **Subsector Normativo 7:** Zona deportiva y de bienestar, es la zona más extensa del Campus Central, la menos ocupada y con la menor edificabilidad; donde se ubica la totalidad de las áreas deportivas, y que presenta grandes posibilidades de reorganización y nuevos.

2.5.5 Aislamientos y áreas de oportunidad. El plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga POT, en la ficha normativa F-01 ZONIFICACION DE RESTRICCIONES A LA OCUPACION, establece 3 tipos de afectaciones de suelo sobre el terreno de la UIS, (zona 7, 12,

13) cada una de estas afectaciones con sus propios requerimientos, recomendaciones y normativas respecto a nuevos desarrollos, ocupación y límites de edificabilidad.



Figura 89. Ficha normativa F-01 Zonificación de restricciones a la ocupación del suelo
Adaptado: Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2014-2027

2.5.5.1 Zona 7.

Tabla 1. *Ficha normativa F-01 Ficha técnica Zona 7*

Zona 7	
FICHA TÉCNICA ZONA 7 - ÁREAS DE AMORTIGUACIÓN 1 DE LOS ESCARPES	
Características:	
1. Zona plana o inclinada de baja pendiente, entre el borde del escarpe y la meseta.	
2. Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas generalmente por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos: estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico.	
3. La zona presenta restricción por movimientos en masa.	
4. Dentro de esta zona se encuentran áreas ocupadas y no ocupadas, que para los efectos de planificación requieren un manejo diferenciado.	
ÁREAS OCUPADAS	
Categoría del suelo	Urbano
Ocupación	No se permiten edificaciones nuevas ni ampliación de las existentes en el área correspondiente a la zona de aislamiento de talud aplicando las normas geotécnicas vigentes expedidas por la autoridad ambiental correspondiente. Además, los estudios técnicos específicos que se elaboren, podrán definir restricciones de ocupación y construcciones adicionales o no previstas en las fichas normativas.
Estudios técnicos específicos	Estudios de estabilidad de taludes (alcance y metodología del capítulo H.5 de la NSR-10) que deben formar parte de los estudios de suelos que se presentan para solicitudes de licencias urbanísticas, estos estudios de suelo también deben ajustarse a las exigencias de la NSR-10 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya. No se permite construcciones mayores a dos (2) pisos por las condiciones de gnetas cosísmicas que se han evidenciado en la zona.
Acciones de prevención, mitigación y control.	Obras de estabilización local y de taludes que se ejecutarán por parte de los propietarios o poseedores cuando se localice en predios de propiedad privada, o por el municipio y la autoridad ambiental cuando se trate de zonas públicas si es del caso. En ninguno de los dos casos se permite que los estudios o acciones propuestas conlleven la desestabilización o afectación de otros predios u otras zonas públicas. Obras de mejoramiento integral sobre zonas públicas y privadas de acuerdo con lo establecido en el parágrafo 2 del artículo denominado "definición de tratamiento de mejoramiento integral y modalidades" del presente Plan. Acciones de educación y participación social para la gestión del riesgo de desastres según lo establecido en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo y los Planes de Acción de la autoridad ambiental. Por tener colindancia con zonas del Distrito Regional de Manejo Integrado de Bucaramanga (DRMI), se deben observar las acciones establecidas en éste o la categoría de área protegida que le sea asignada, así como las determinadas por el presente Plan de Ordenamiento Territorial.
Directrices específicas.	Se deben aplicar las Normas Geotécnicas para aislamientos mínimos en taludes y cauces, entre otros de acuerdo con la Resolución 1294 de 2009 de la CDMB o la norma que la modifique, adicione o sustituya, y lo contemplado en la NSR-10 o la norma que la modifique, adicione o sustituya. Para estos aislamientos se debe aplicar la norma más restrictiva de las antes mencionadas.
ÁREAS NO OCUPADAS	
Categoría del suelo	Protección, espacio público para la conformación del parque lineal de la escarpa.
Ocupación	No se permite.
Acciones de mitigación	Obras de estabilización de taludes que se ejecutarán por parte de los propietarios o poseedores cuando se localice en predios de propiedad privada, o por el municipio y la autoridad ambiental cuando se trate de zonas públicas si es del caso. En ninguno de los dos casos se permite que los estudios o acciones propuestas conlleven la desestabilización o afectación de otros predios u otras zonas públicas.
Directrices específicas.	Se deben aplicar las Normas Geotécnicas para aislamientos mínimos en taludes y en cauces, entre otros de acuerdo con la Resolución 1294 de 2009 de la CDMB o la norma que la modifique, adicione o sustituya, y lo contemplado en la NSR-10 o la norma que la adicione, modifique o sustituya. Para estos aislamientos se debe aplicar la norma más restrictiva de las antes mencionadas.

Nota: Ficha técnica de la zona 7.

Adaptado: Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2014-2027.

La zona 7 presenta restricciones a la ocupación, no se permiten nuevas áreas construidas o ampliación de las existentes ni la ocupación de las áreas no ocupadas y una altura máxima de 2 pisos en esta área.

2.5.5.2 Zona 12. Se caracteriza por ser una zona urbanizada sin restricciones de ocupación correspondientes a riesgo por tipo de suelo o cercanía a laderas o fuentes hídricas, se requieren estudios sísmicos especializados para edificaciones superiores a los 8 pisos.

Tabla 2. Ficha normativa F-01 Ficha técnica Zona 12

Zona 12	
FICHA TÉCNICA ZONA 12 - MESETA DE BUCARAMANGA	
Características: 1. Zonas urbanizadas. 2. La zona presenta sismicidad local y regional	
ÁREAS OCUPADAS y NO OCUPADAS.	
Categoría del suelo	Urbano y Protección
Ocupación	Según lo definido por las fichas normativas. En los estudios técnicos específicos que se elaboren, se podrán definir restricciones de ocupación no previstas en las fichas normativas.
Estudios técnicos específicos	Para edificaciones mayores de 8 pisos deben efectuarse estudios sísmicos particulares de sitio (alcance y metodología según título A.2.10 de la NSR-10) que deben formar parte de los estudios de suelos que se presentan para solicitudes de licencias de construcción, estos estudios de suelo también deben ajustarse a las exigencias de la NSR-10 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya.
Acciones de prevención, mitigación y control.	Obras de estabilización de taludes y manejo adecuados de aguas lluvias que se ejecutarán por parte de los propietarios o poseedores cuando se localice en predios de propiedad privada, o por el municipio, la autoridad ambiental y/o las empresas prestadoras de servicio público de alcantarillado cuando se trate de zonas públicas si es del caso. En ninguno de los dos casos se permite que los estudios o acciones propuestas conlleven la desestabilización o afectación de otros predios u otras zonas públicas
Directrices específicas.	Se deben aplicar las Normas Geotécnicas para aislamientos mínimos en taludes y en cauces, entre otros, de acuerdo con la Resolución 1294 de 2009 de la CDMB o la norma que la modifique, adicione o sustituya, y lo contemplado en la NSR-10. Para estos aislamientos se aplica la norma más restrictiva de las antes mencionadas.

Nota: Ficha técnica zona 12.

Adaptado: Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2014-2027.

2.5.5.3 Zona 13. Las edificaciones que se vayan a construir dentro de la zona 13 con restricciones de ocupación, no podrán tener más de tres pisos.

Tabla 3. Ficha normativa F-01 Ficha técnica Zona 13

Zona 13	
FICHA TÉCNICA ZONA 13 - ÁREA DE AMORTIGUACIÓN 2 DE LOS ESCARPES	
Características: 1. Zona plana de suelos subsuperficiales que corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas generalmente por óxidos de hierro sobre mantos arenosos y alto condomeráticos: estos suelos presentan susceptibilidad a amortiguación sísmica. 2. La zona presenta restricción por movimientos en masa.	
ÁREAS OCUPADAS y NO OCUPADAS.	
Categoría del suelo	Urbano
Ocupación	Según lo definido por las fichas normativas. En los estudios técnicos específicos que se estén elaborando o se elaboren, se podrán definir restricciones de ocupación no previstas en las fichas normativas*.
Estudios técnicos específicos	Estudios de estabilidad de taludes (alcance y metodología del capítulo H.5 de la NSR-10) que deben formar parte de los estudios de suelos que se presentan para solicitudes de licencias urbanísticas, estos estudios de suelo también deben ajustarse a las exigencias de la NSR-10 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya. No se permite construcciones mayores a tres (3) pisos por las condiciones de grietas cosísmicas que se han evidenciado en la zona.
Acciones de prevención, mitigación y control.	Obras de estabilización local para prevenir aumento en la criticidad, que se ejecutarán por parte de los propietarios o poseedores cuando se localice en predios de propiedad privada, o por el municipio, la autoridad ambiental y/o las empresas prestadoras de servicio público de alcantarillado cuando se trate de zonas públicas si es del caso. En ninguno de los dos casos se permite que los estudios o acciones propuestas conlleven la desestabilización o afectación de otros predios u otras zonas públicas. Acciones de educación y participación social para la gestión del riesgo de desastres según lo establecido en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo y los Planes de Acción de la autoridad ambiental.
Directrices específicas.	Se deben aplicar las Normas Geotécnicas para aislamientos mínimos en taludes y cauces, entre otros de acuerdo con la Resolución 1294 de 2009 de la CDMB o la norma que la modifique, adicione o sustituya, y lo contemplado en la NSR-10 o la norma que la modifique, adicione o sustituya. Para estos aislamientos se debe aplicar la norma más restrictiva de las antes mencionadas.
*Según los estudios adelantados por la Administración Municipal en conjunto con la CDMB y UIS sobre vulnerabilidad y riesgo en el barrio Porvenir que incluye un sector de esta zona o los demás estudios que se realicen.	

Nota: Ficha técnica zona 13.

Adaptado: Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2014-2027.

2.5.5.4 Aislamiento PEMP UIS. Los aislamientos mínimos entre edificaciones, tanto para la ampliación de las edificaciones presentes en el Campus Central, como para el reemplazo de las de nivel 3, o la ocupación de las áreas de oportunidad determinadas en el PEMP, debe conservarse como mínimo una relación 1:1 según la altura.

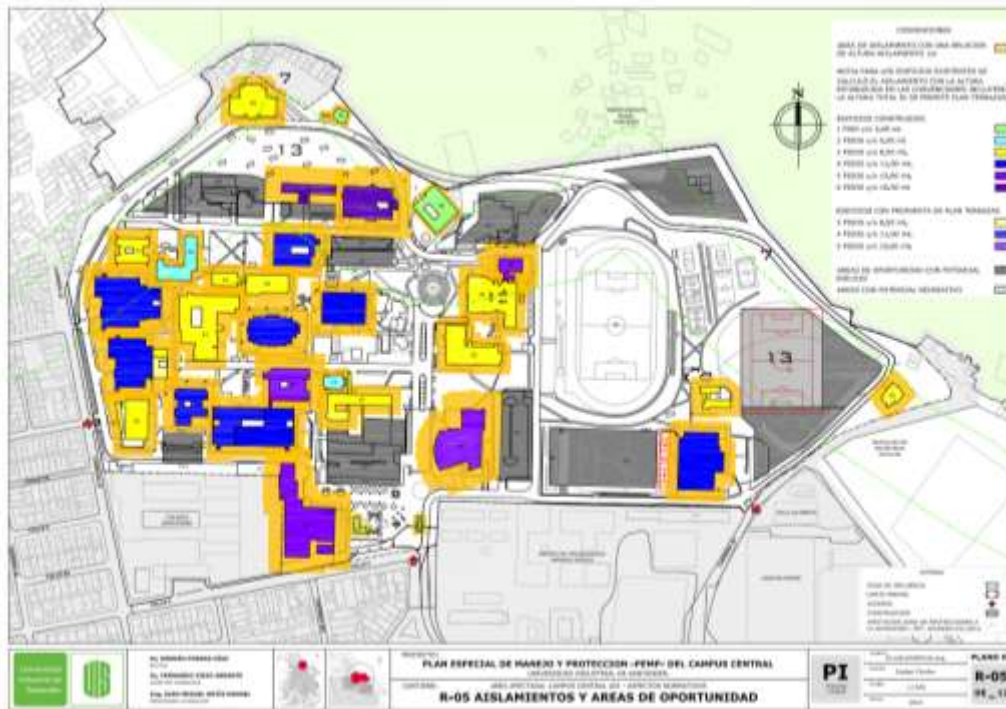


Figura 90. Plano No.R-05 Aislamientos y áreas de oportunidad
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

Se descartan las áreas contenidas entre el sector normativo POT no. 7 por condiciones de suelo y su ocupación, se consideran las áreas contenidas en los sectores no. 7 y 13, al igual que la proximidad con las Residencias Universitarias existentes (34) que requieren un aislamiento de 8.5m para implantaciones próximas a este edificio. El quiosco (36) una edificación poco relevante categorizada como de nivel 3, puede ser demolida para el aprovechamiento de su espacio en un nuevo desarrollo e implantación de Residencias Universitarias generando una agrupación por uso y relación de actividades.

2.5.6 Sistemas de ocupación del suelo. Para un mejor aprovechamiento de las áreas ocupadas del Campus, la rehabilitación de las edificaciones de interés cultural de niveles 1 o 2, la reconfiguración de sus áreas circundantes, y la generación de nuevas áreas de desarrollo, se deben realizar las siguientes acciones tanto en las áreas libres como en las ocupadas.

Tabla 4. *Sistemas de ocupación de suelo UIS*

AREAS LIBRES	
EJES	<ul style="list-style-type: none"> • Reforzamiento de los ejes peatonales estructurantes • Reconfiguración de otros ejes de especial relevancia • Generación de nuevos ejes articuladores
NODOS	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento de plazas y plazoletas • Configuración de nuevos espacios abiertos de encuentro
AREAS OCUPADAS	
REHABILITACIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES Y RECONFIGURACIÓN DE SUS ENTORNOS	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos emblemáticos detonantes • Edificaciones de niveles 1 y 2
CONSERVACIÓN DE ÁREAS DE ESPECIAL IMPORTANCIA AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Lago • Zonas arborizadas • Zonas de borde
RECONFIGURACIÓN Y ADAPTACIÓN DE EDIFICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de accesibilidad universal • Mejoramiento de espacios
APROVECHAMIENTO RACIONAL DE TERRAZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas áreas • Reconfiguración de zonas existentes • Reforzamiento estructural
REDESARROLLO DE ÁREAS	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos complementarios • Ampliación de áreas
NUEVOS DESARROLLOS	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización de espacios abiertos • Cambio de uso de espacios abiertos

Nota: Ocupación de suelo UIS.

Adaptado: Anexo N°02, Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS.

- El área común es de gran importancia en la armonía del complejo universitario, por eso debe de reforzarse y actualizarse los recorridos peatonales, plazas, nodos, antiguos y nuevos puntos de encuentro junto con el mantenimiento de las zonas verdes de protección.

- Las edificaciones de nivel 1 y 2 deben de ser rehabilitadas, actualizadas en condiciones de accesibilidad y comportamiento estructural, al igual que le mejoramiento interno de sus espacios.

- Aprovechar las terrazas de las edificaciones ya existentes y nuevas con el fin de aumentar el espacio público, convirtiéndolas en zonas de interacción social, cubiertas verdes transitables o para la incorporación de energías renovables.

- Las áreas ocupadas pueden ser usadas para nuevos desarrollos, cambio de usos de espacios abiertos o reutilización de estos, (esto en zonas libres o edificaciones de nivel 3).



Figura 91. Plano No.R-06 Sistema de ocupación del suelo
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

En el plano R-06 se establecen ejes estructurantes y articuladores del espacio, la distinción de áreas de potencial edilicio, áreas públicas y el cambio de uso en terrenos y espacios deportivos.

El cambio de usos de suelo en el sector 7 corresponde al correcto aprovechamiento del uso del espacio con respecto a la normativa urbana, aislamientos y riesgos. Se genera una redistribución del espacio diamante de softball (44) convirtiéndolo en un área multidisciplinaria, con una fuerte conexión mediante un eje articulador a la plaza del coliseo (43), y el futuro edificio administrativo junto a la intervención del acceso de la Cra 30 (35). La cancha de fútbol sur (41) y las canchas de tenis (39) están sujetas a cambio de uso o desarrollo de un nuevo edificio y el quiosco (36) carece de clasificación y anteriormente ha sido clasificado como área de cambio de uso o nuevos desarrollos.

2.5.7 Sistemas de usos del suelo. Para las áreas y edificaciones clasificadas como de niveles 1 o 2 de intervención, se debe conservar su uso actual y en lo posible incentivar el desarrollo de usos relacionados con bienestar universitario, servicios a usuarios del campus y especialmente acondicionar áreas de estudio, salas de lectura, entre otros. En las áreas a redesarrollar, se recomienda mantener los usos actuales, sin embargo éstos se podrán complementar con usos afines a la actividad principal. Para las zonas de nuevos desarrollos, especialmente en la zona deportiva, se debe complementar preferiblemente con usos destinados a bienestar, cultura y administrativos. Hacia el borde norte y nororiental, se debe destinar una franja de terreno como zona de aislamiento, en donde se pueden ubicar zonas de uso público o comunitario, complementadas con áreas dedicadas a investigación, en edificaciones desmontables de bajo impacto.

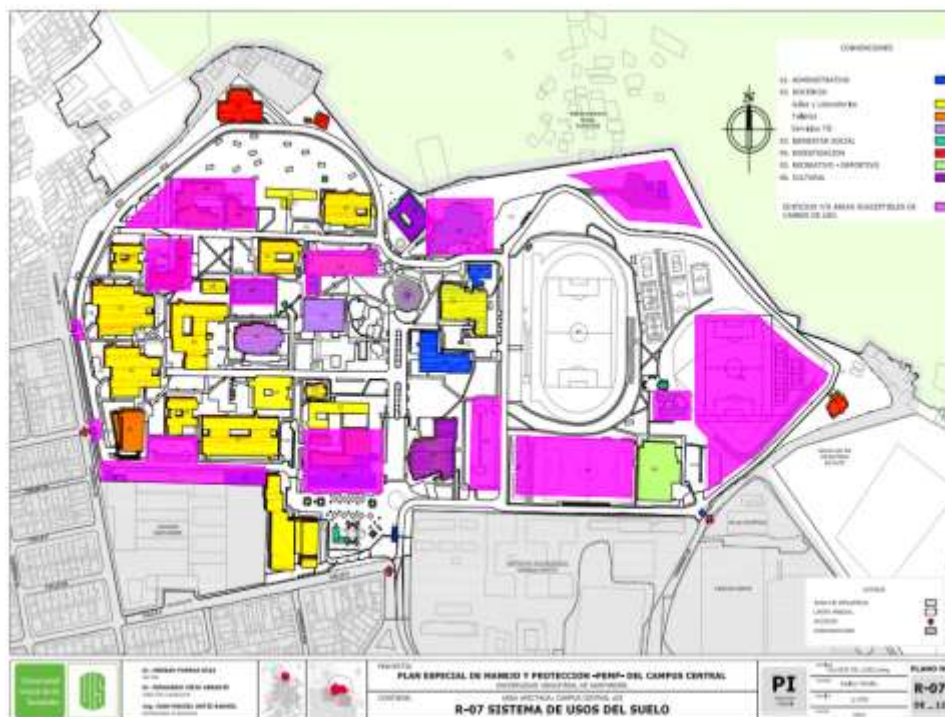


Figura 92. Plano No.R-07 Sistema de usos del suelo
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

El quiosco (36) es una edificación nivel 3 (puede ser reformada, demolida, re estructurada o convertida en un nuevo desarrollo), su uso corresponde a bienestar, al igual que las residencias universitarias, lo cual lo hace propicio para un nuevo desarrollo de residencias universitarias.

2.5.8 Sistemas de movilidad. La UIS prioriza en su campus el espacio público y al peaton, limpiando el núcleo de su composición de toda vía o interacción de vehículos motorizados, generando una ruta perimetral al campus para la movilidad motorizada junto a grandes bosas de parqueo para el resguardo de dichos elementos.

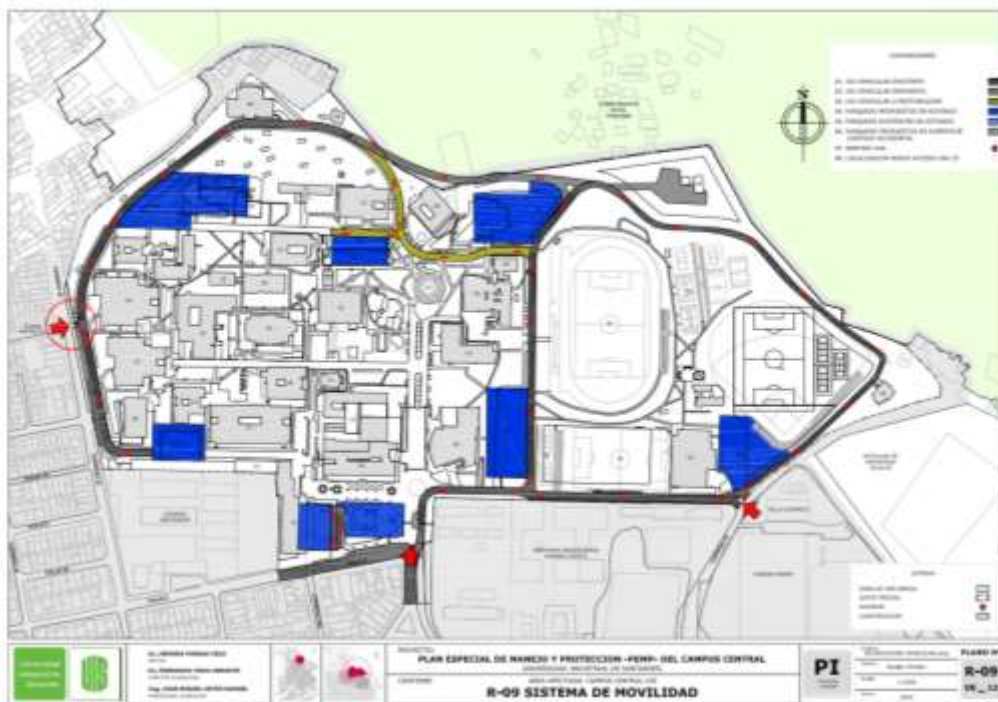


Figura 93. Plano No.R-09 Sistema de movilidad
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

Para la movilidad en el núcleo interno del campus se establece una red de ciclorutas con diversos puntos de estacionamiento de bicicletas junto a un amplio circuito peatonal dotado de grandes plazoletas, mobiliario urbano, zonas de estudio, cafeterías, zonas culturales, estancias

deportivas, estancias pasivas, zonas de descanso y zonas verdes de acuerdo al plan urbano de la universidad y los perfiles viales planteados para estos.

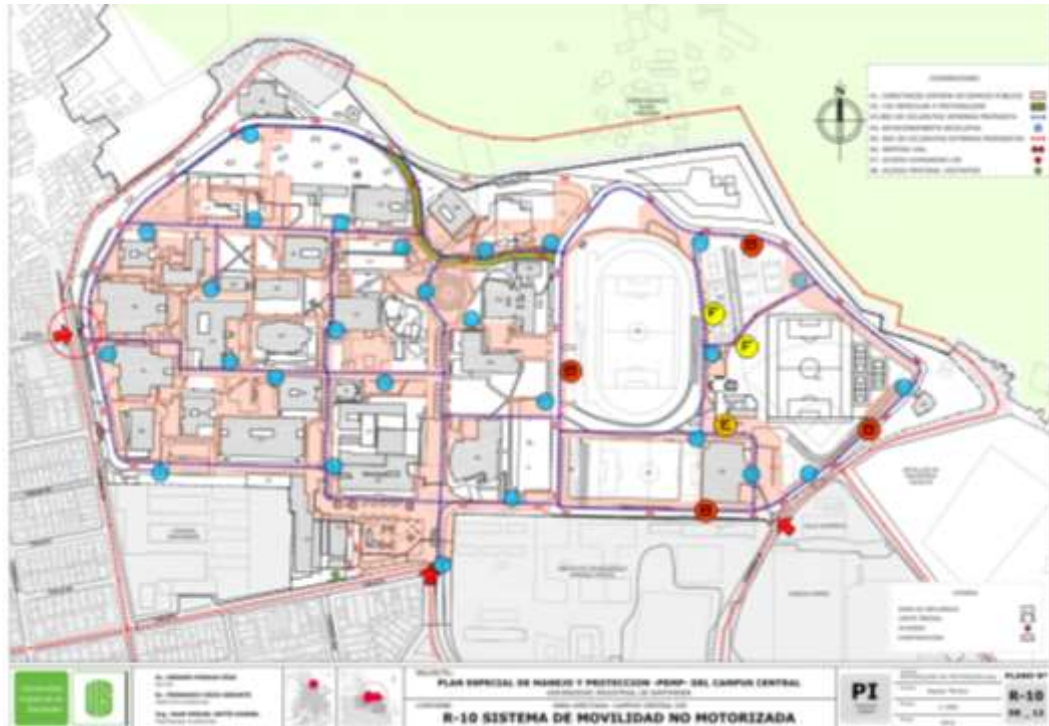


Figura 94. Plano No. R-10 Sistema de movilidad no motorizada
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS



Figura 95. Perfil vial tipo B
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

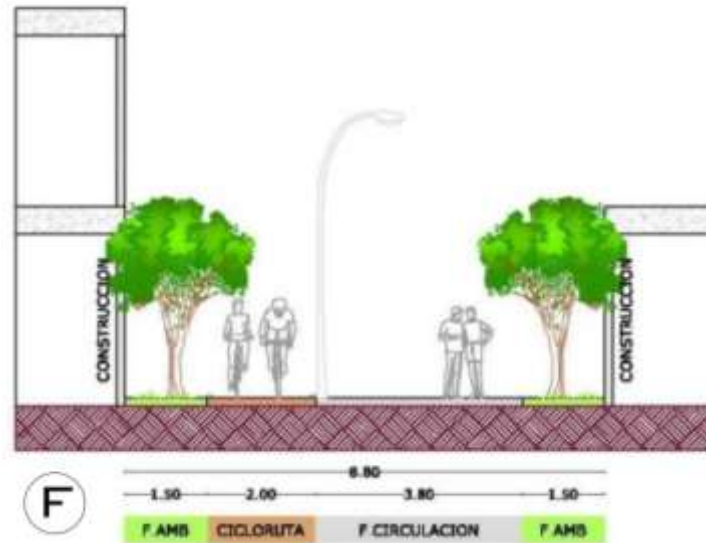


Figura 96. Perfil vial tipo F
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

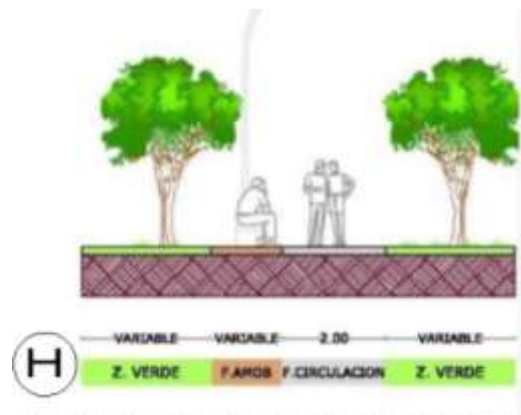


Figura 97. Perfil vial tipo H
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

2.5.9 Sistemas urbanos ambientales. Se evidencian tres sectores dominantes sobre el predio, el área de protección ambiental, áreas de importancia ambiental y directrices de espacio público, áreas dominantes sobre el área construida que destacan la importancia del espacio público, las zonas verdes y el espacio común, sobre la construcción, al igual que un eje vial que divide en dos partes el terreno, dejando al costado occidental el sector más denso, dedicado a la academia y la

administración, al costado oriental se desarrolla el complejo deportivo y residencial, donde dominan las zonas verdes y espacios deportivos.



Figura 98. Plano No.R-11 Sistema ambiental
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

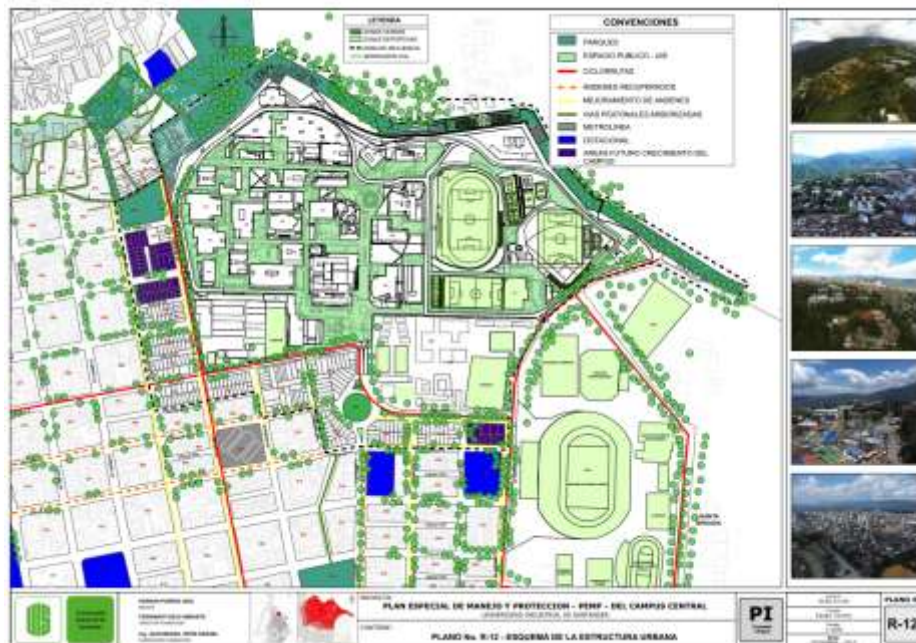


Figura 99. Plano no. R-12 Esquema de la estructura urbana
Adaptado: Resolución N° 0322 de 2016 PEMP UIS

2.6 Determinantes de selección del Lugar de implantación

Se aborda la selección del lote y lugar de implantación desde un análisis general (totalidad de la UIS) al particular (sub sectores) teniendo como parámetros los planos normativos del PEMP UIS PLANO.

2.6.1 Plano R-02 y R-05.

- Se descartan edificaciones de nivel 1 y 2 de intervención junto con los aislamientos reglamentarios estipulados por la norma en relación altura 1/aislamiento 1.
- Desechar según el POT la zona #7 de usos y clasificación del suelo, por su nula edificabilidad debido a la proximidad con la escarpa norte y el nivel freático del suelo.
- Resaltar la zona #13 de usos y clasificación de suelos del POT ya que permite la edificabilidad, limitándola a un máximo de 3 niveles.

2.6.2 Plano R03.

- Descartar zonas de protección ambiental.
- Delimitar las diferentes zonas de actividad la UIS, siendo docente/académica, administrativa y deportiva/residencial.

2.6.3 Plano R07.

- Marcar las zonas susceptibles a cambio de uso y futuros desarrollos.

2.6.4 Plano R04. Al identificar las áreas anteriores, las áreas residuales se contemplan como áreas potenciales de implantación, para seleccionar la más propicia.

- Se observan las proximidades a accesos y edificaciones de uso deportivo, bienestar universitario y uso cultural.
- Posteriormente obtener los índices constructivos y de ocupación por zona normativa.

- Al tener el área ideal, aplicar perfiles viales y caracterización ambiental, conexiones urbanas, topográficas, paisajísticas.



Figura 100. Plano resumen PEMP UIS
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

2.7 Análisis del lugar

- La implantación dentro del campus universitario es de vital importancia, debido a la serie de servicios complementarios, deportivos y académicos que ofrece el complejo UIS.
- La implantación en relación con las ya existentes residencias universitarias UIS, la zona deportiva y el edificio de Bienestar Universitario ayudan con la cohesión y la conformación del conjunto, aun si es disperso en el espacio.
- El acceso por la Cra 30 permite que la residencia sea parte y al mismo tiempo independiente del conjunto de edificaciones académicas, permitiendo el cierre parcial del campus universitario en horarios o jornadas no académicas brindando seguridad a las partes.

- El eje articulador del acceso de la Cra 27 logra dividir el campus en 2 partes, un elemento académico y uno residencial, siendo el área cultural un elemento de transición, que logra dar independencia a las partes, seguridad y cohesión en las actividades que también promueven la integración del residente con la comunidad.
- Logrando juntar el antiguo desarrollo de las residencias universitarias y uno nuevo, aparte de aumentar la oferta del servicio, también genera el sentido de unidad y comunidad.



Figura 101. Plano subsectores normativos y relaciones espaciales
Adaptado: Resolución N°0322 de 2016 PEMP UIS

2.7.1 Indicadores urbanos. La UIS junto a su PEMP establecen subsectores normativos, en el caso del subsector normativo se generan índices de ocupación (I.O.) e índices de construcción (I.C.) bajos respecto al resto de áreas normativas, esto por el uso que se le ha dado, un uso residencial, recreativo y de importancia ambiental. Dicho esto es importante tener en cuenta el

área del subsector, el área ocupada y construida para reconocer el espacio máximo para el desarrollo de este y futuros proyectos.

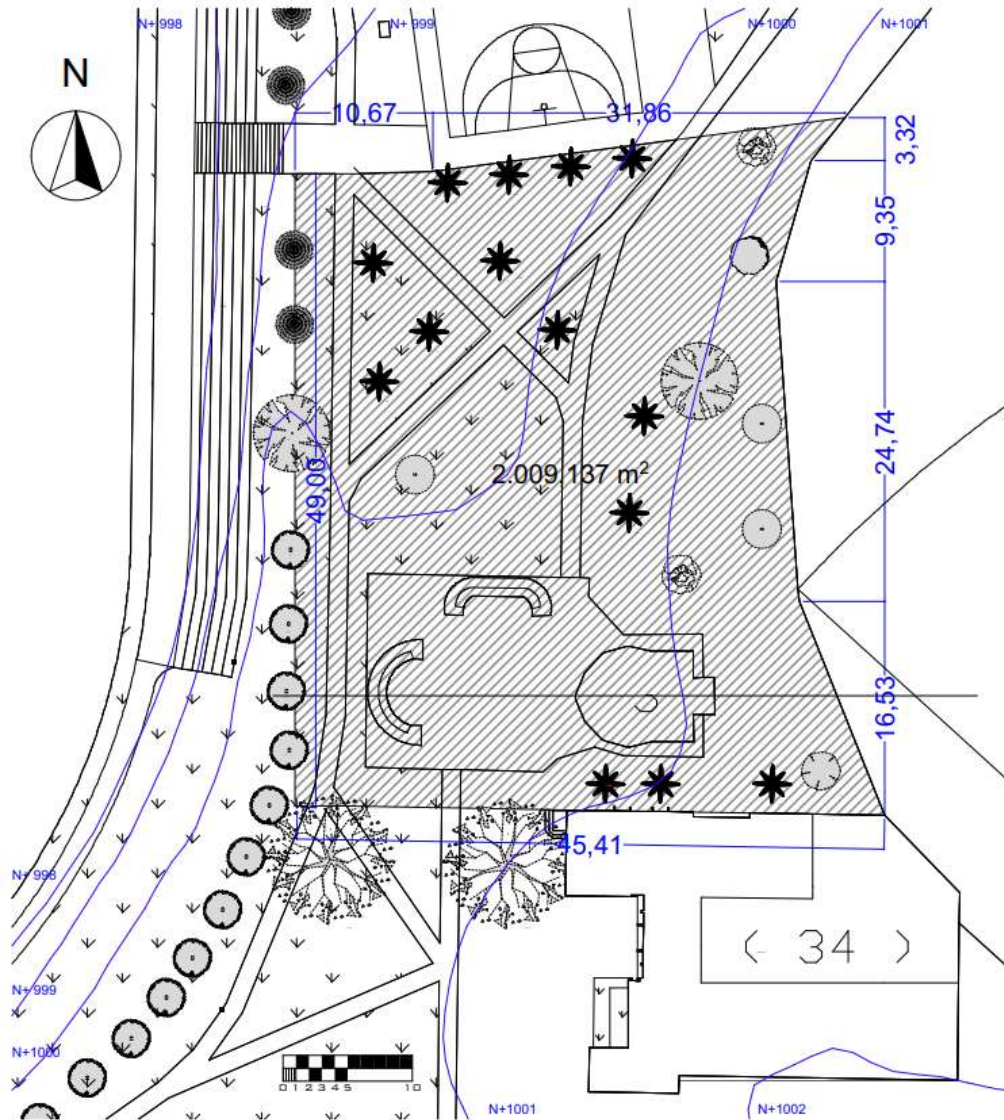


Figura 102. Planimetría del lugar

Tabla 5. Indicadores urbanos subsector normativo n° 7

INDICADORES URBANOS								
AREA SECTOR 7	I.C.	A.C	A.CONSTRUIDA	A.L.C	I.O.	A.O.	A.OCUPADA	A.L.O.
81.500 M2	30%	24.450 M2	16.572 M2	7978 M2	10%	8.150 M2	4237 M2	3.913 M2
AREA ZONA DE IMPLANTACIÓN			2.009 M2					

Nota: Indicadores urbanos zona de implantación.

2.7.2 Entorno urbano y área de implantación.

2.7.2.1 El aire. Es importante considerar las corrientes de aire del lugar con el fin de aprovechar las fuerzas naturales para aumentar el confort térmico y la experiencia del usuario en su hogar temporal.

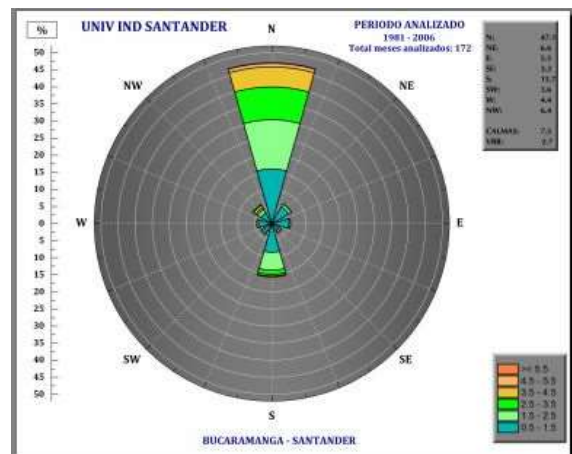


Figura 103. Rosa de los vientos de Bucaramanga
Adaptado: IDEAM, 2020

Los resultados establecen 3 corrientes de aire dominantes, la más importante la proveniente del norte (47.5%), la corriente proveniente del sur (17%) y la corriente Noroccidental (11%), lo que establece los puntos de mayor impacto de aire para aprovecharlo en el desarrollo de volumen, ya sea con sus caras más largas o con estrategias para aprovechamiento de la corriente continua de aire fresco.

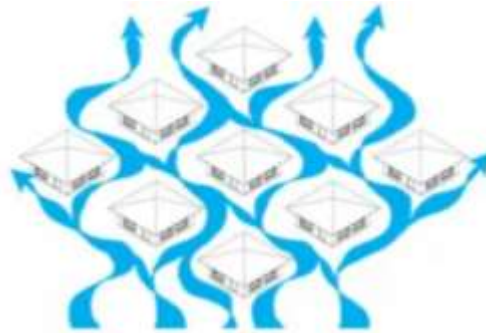


Figura 104. Aprovechamiento de aire en agrupación angular
Adaptado: Forma de la arquitectura ante el sol y el efecto del viento, ovacen.com

La organización de edificaciones alineadas en ángulo con la dirección del viento proporciona un buen flujo de aire, logrando impacto sobre cada una de ellas favoreciendo la ventilación y el confort independiente y en conjunto.

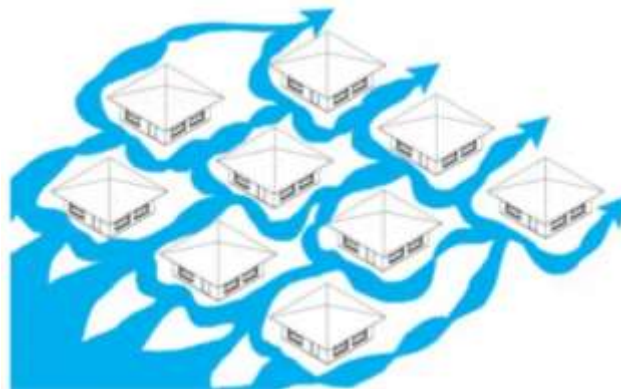


Figura 105. Aprovechamiento de aire en agrupación escalonada
Adaptado: Forma de la arquitectura ante el sol y el efecto del viento, ovacen.com

La disposición escalonada de viviendas crea un buen flujo de aire independientemente de la dirección del viento.

Alternativamente a la orientación y a la forma de agrupación del volumen, se recomiendan ventanas con flujo constante, continuidad en las rutas de ventilación, ductos, ventilación termo dirigida, y el aprovechamiento de la forma como un elemento aerodinámico.

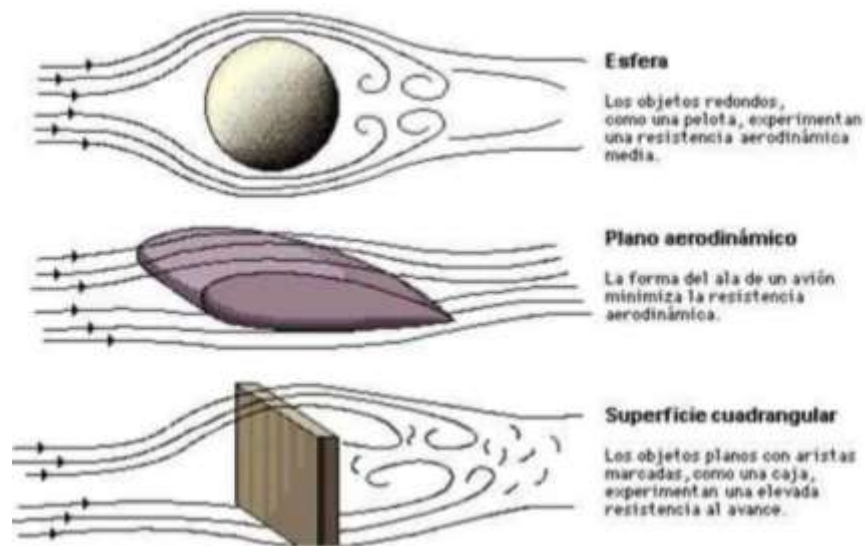


Figura 106. Resistencia al aire según la geometría
Adaptado: <https://sites.google.com/site/haciaelfuturotecnologico/pag-web3/aerodinamica>

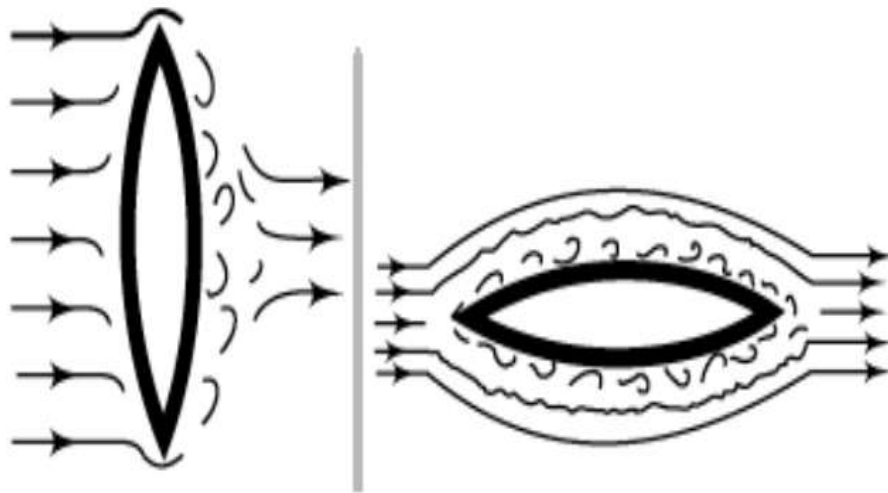


Figura 107. Flujo de aire en formas ovaladas
Adaptado: <https://es.slideshare.net/RUBENMEDPILOT/aerodinamica20-general2011>

2.7.2.2 El sol. Se aborda el análisis de asoleamiento del lugar de acuerdo al texto “Luz / Materia, Estrategias proyectuales para la iluminación de espacios arquitectónicos” de Pinzón,

Rodríguez, Sánchez, Villazón, 2018, y el software Sunpath3d obteniendo un modelo tridimensional y la carta solar georeferenciada, teniendo en cuenta 3 estaciones del año (verano, equinoccio e invierno) y 3 momentos del día (9:00am, 1:00pm, 5:00pm) logrando así sin el ánimo de profundizar en bioclimática, 9 imágenes sobre el comportamiento del sol, las áreas de mayor impacto de luz, las proyecciones de sombras y un estimado sobre las áreas y su orden de implantación en relación con el mayor tiempo de incidencia en verano así:

• **20 de Junio 9:00 am**

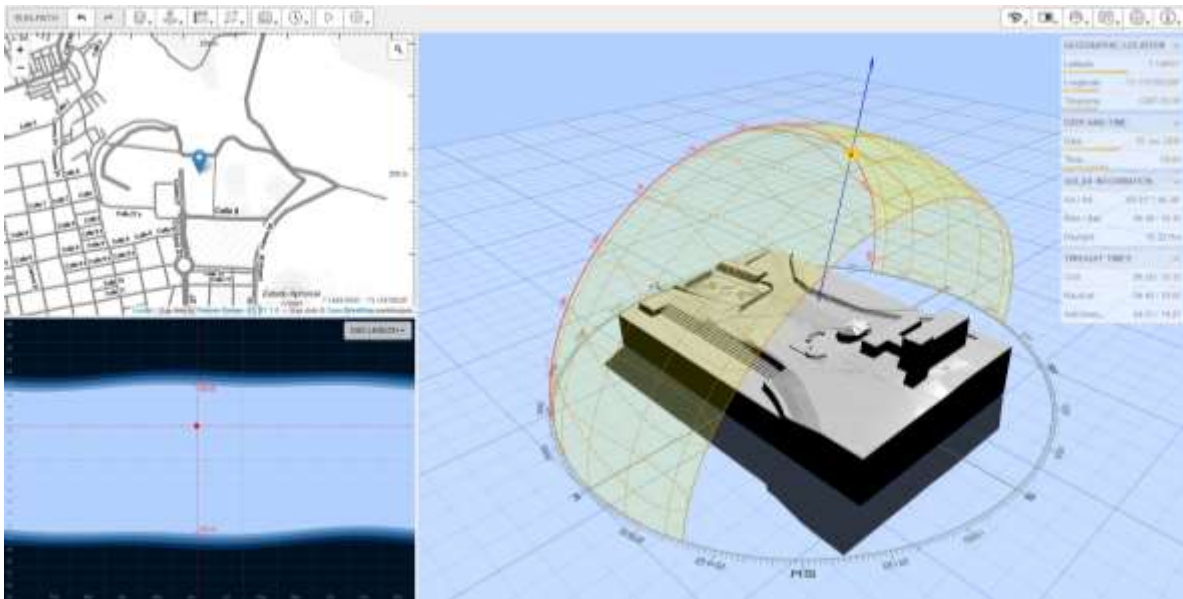


Figura 108. Carta solar 20 de junio 9:00 am
Adaptado: Sunpath3d

• 20 de Junio 1:00 pm

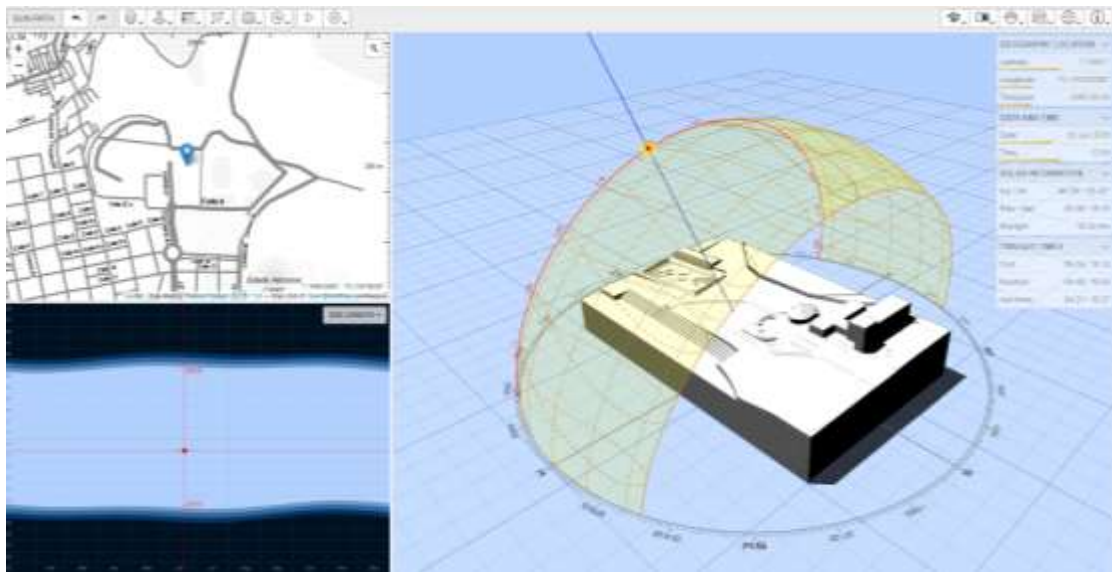


Figura 109. Carta solar 20 de junio 1:00 pm
Adaptado: Sunpath3d

• 20 de Junio 5:00 pm

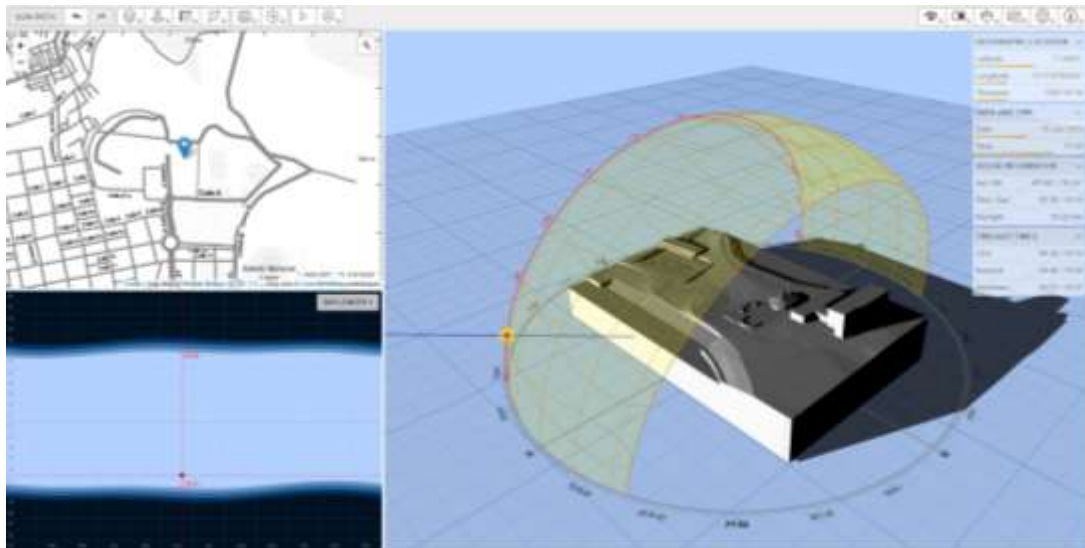


Figura 110. Carta solar 20 de junio 5:00 pm
Adaptado: Sunpath3d

Según el equinoccio:

• **22 de Septiembre 9:00 am**

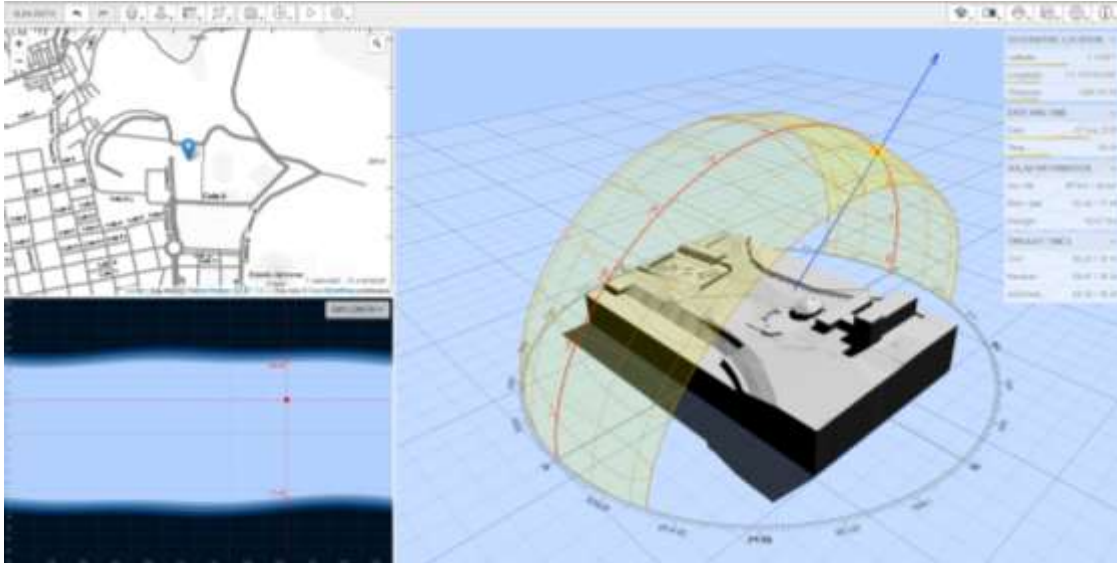


Figura 111. Carta solar 22 de septiembre 9:00 am
Adaptado: Sunpath3d

• **22 de Septiembre 1:00 pm**

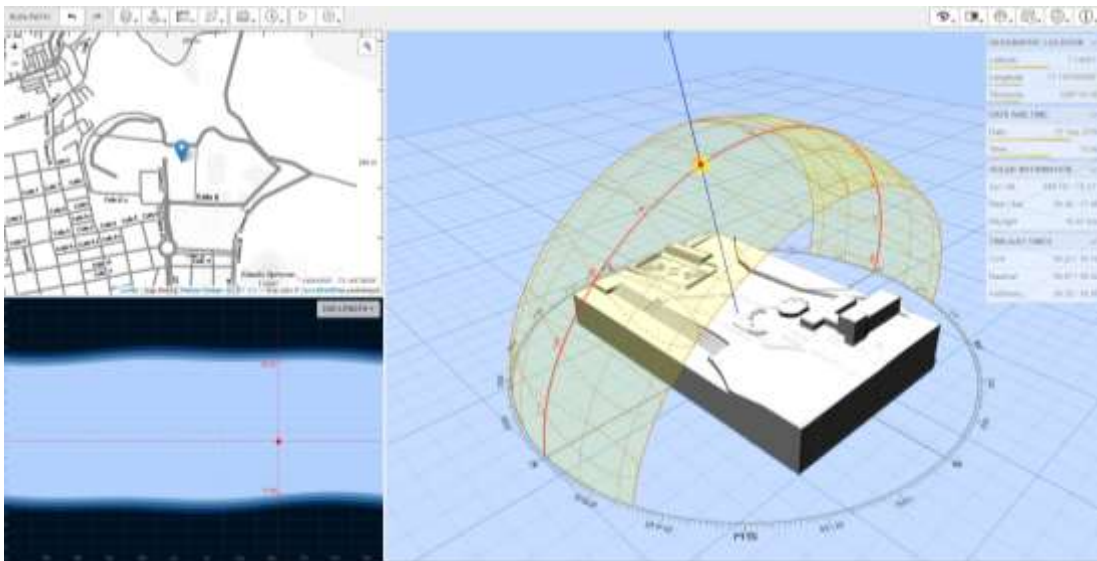


Figura 112. Carta solar 22 de septiembre 1:00 pm
Adaptado: Sunpath3d

- **22 de Septiembre 5:00 pm**

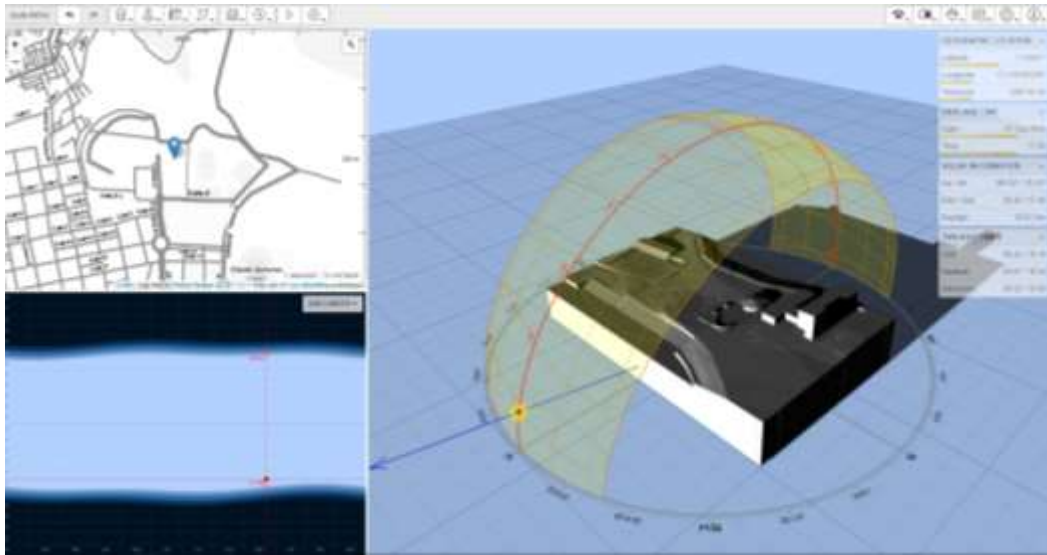


Figura 113. Carta solar 22 de septiembre 5:00 pm
Adaptado Sunpath3d

En el invierno:

- **21 de diciembre 9:00 am**

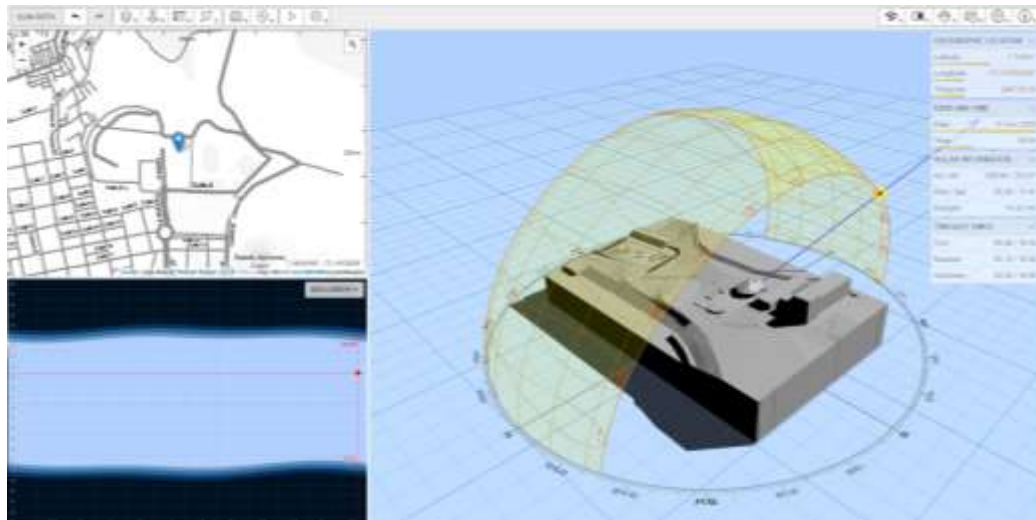


Figura 114. Carta solar 21 de diciembre 9:00 am
Adaptado: Sunpath3d

- 21 de diciembre 1:00 pm

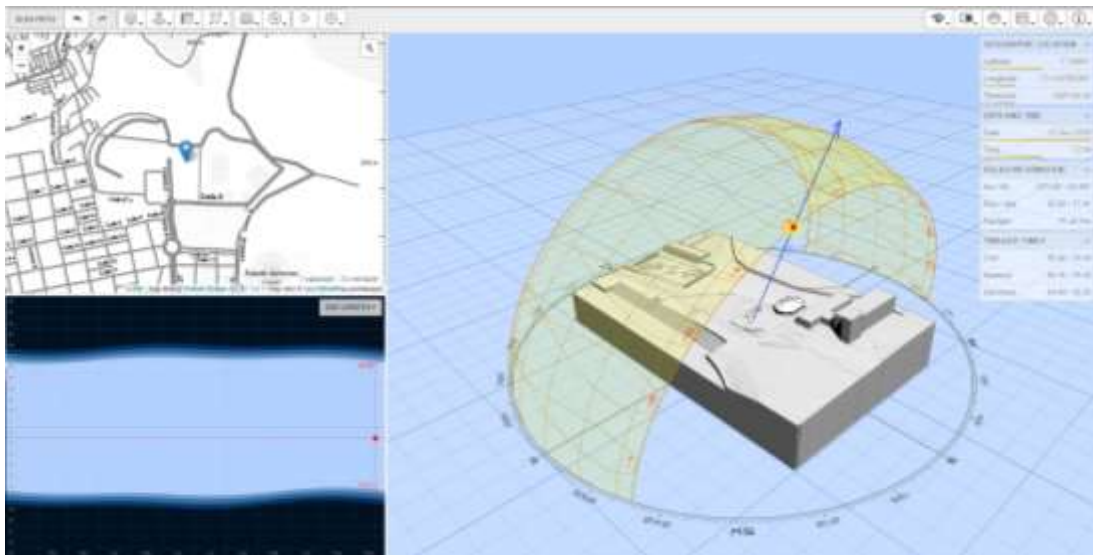


Figura 115. Carta solar 21 de diciembre 1:00 pm
Adaptado: Sunpath3d

- 21 de diciembre 5:00 pm

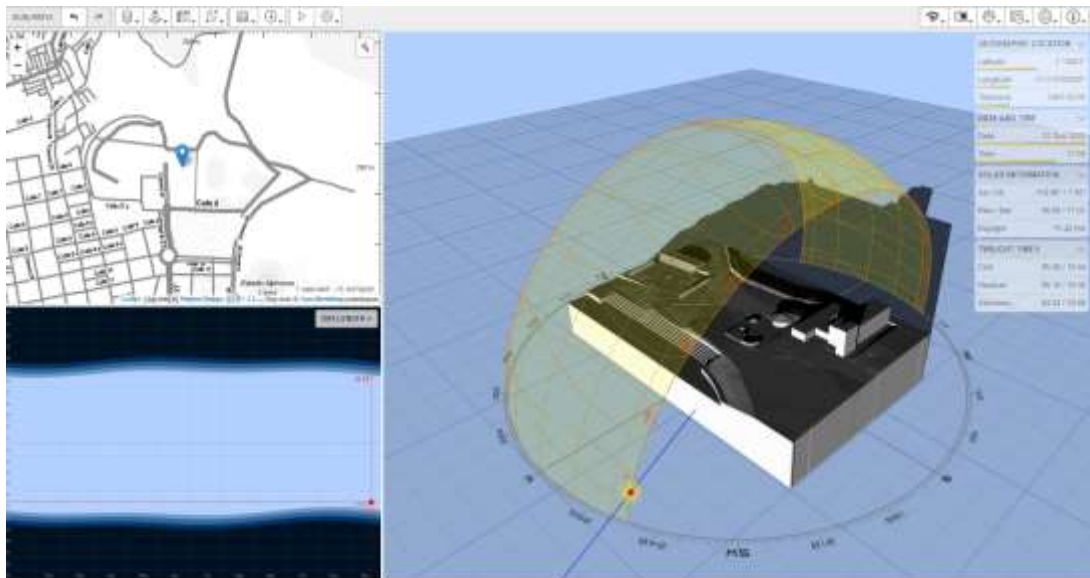




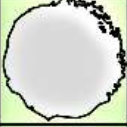
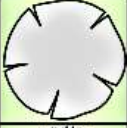

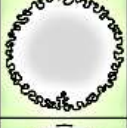
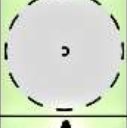

Figura 116. Carta solar 21 de diciembre 5:00 pm
Adaptado: Sunpath3d

Con este análisis se logra identificar, según la carta solar, que la trayectoria del sol esta inclinada hacia el sur dando un mayor tiempo de incidencia en este punto cardinal donde al estar ubicado en una ciudad de clima cálido es importante resguardarse del sol de la tarde (occidente) por lo tanto las áreas de dormitorio y estudio deben aprovechar el sol de día, de mañana, y estar bien ventiladas.

Se recomienda el uso de parasoles para generar sombras y el ingreso de luz indirecta a lo largo del día, ventanas ciegas que permitan el paso de aire pero el control de la luz, fachadas permeables al viento en las que el vidrio sin tratamiento térmico no sea el elemento dominante, orientación de fachadas de menor incidencia y/o permanencia solar hacia los puntos cardinales sur, occidente y sus intermediciones.

2.7.2.3 Vegetación. La vegetación del lugar es de vital importancia paisajística y ambiental. Se trata de árboles mayores, frutales, maderables y ornamentales ubicados en la periferia del sector de implantación, la vegetación plantadas dentro del área, se consideran arboles jóvenes y de fácil reubicación.

Tabla 6. Carta Vegetal

CARTA VEGETAL				
NOMBRE	PLANTA	RADIO COPA	ALTURA	RAIZ
MANGO		ENTRE 3,5 Y 4,5 MTS	ENTRE 10 Y 20 MTS	MIXTA
OREJO		ENTRE 5 Y 7 MTS	ENTRE 10 Y 30 MTS	MIXTA
ZAPOTE		ENTRE 3,5 Y 4,5 MTS	ENTRE 10 Y 20 MTS	MIXTA
LIMON		ENTRE 1 Y 3 MTS	ENTRE 3,5 Y 4,5 MTS	SUPERFICIAL
POMAROSO		ENTRE 5 Y 7 MTS	ENTRE 10 Y 20 MTS	SUPERFICIAL
FICUS		ENTRE 3,5 Y 4,5 MTS	ENTRE 8 Y 15 MTS	SUPERFICIAL
PINO		ENTRE 1 Y 3 MTS	ENTRE 10 Y 20 MTS	PROFUNDA
PALMA		ENTRE 3,5 Y 4,5 MTS	ENTRE 8 Y 15 MTS	SUPERFICIAL

Nota: Carta vegetal de especies posibles para la zona.

2.7.2.4 Estado actual.

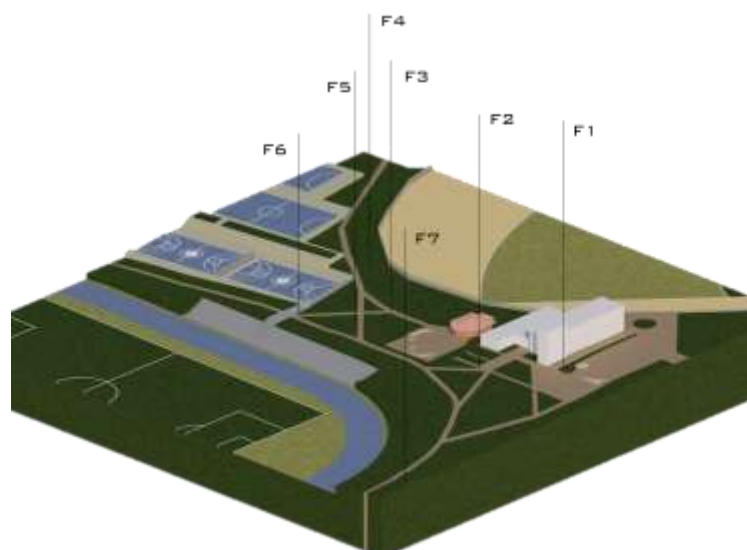


Figura 117. Modelado 3D área de implantación



Figura 118. F1 estado actual



Figura 119. F2 estado actual



Figura 120. F3 estado actual



Figura 121. F4 estado actual



Figura 122. F5 estado actual



Figura 123. F6 estado actual



Figura 124. F7 estado actual

2.7.2.5 Planimetría.

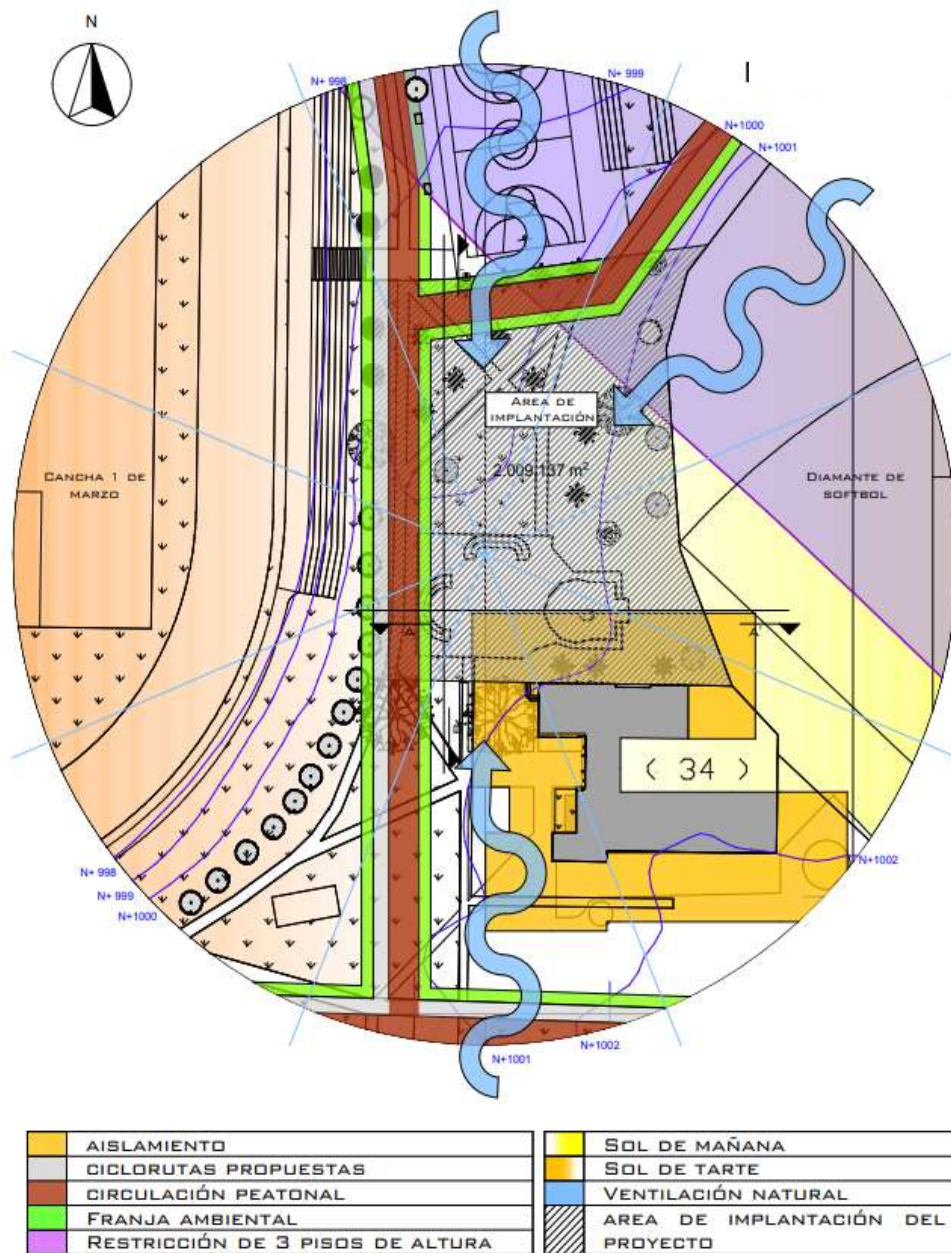


Figura 125. Entorno urbano y área de implantación

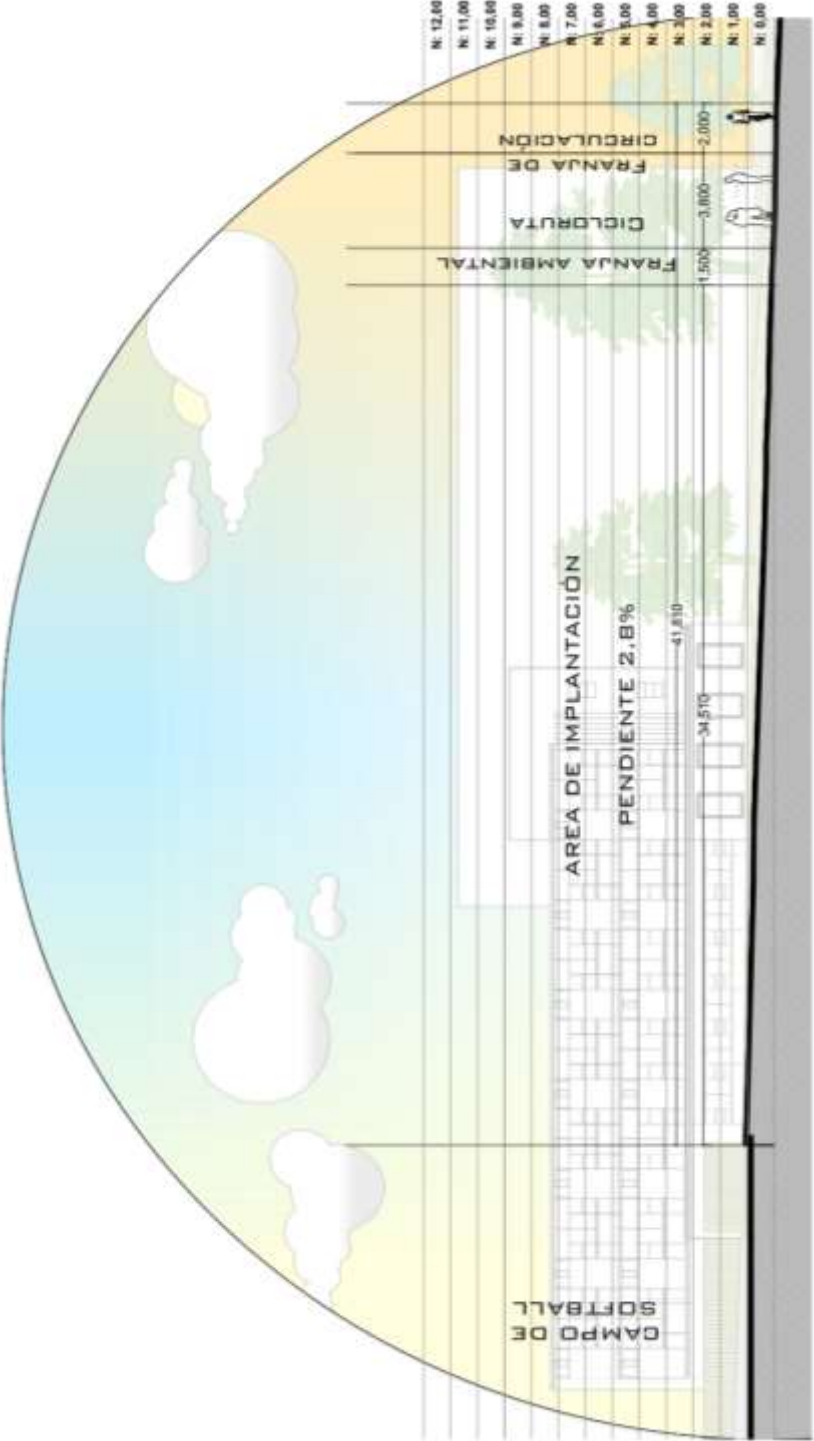


Figura 126. Corte A-A'

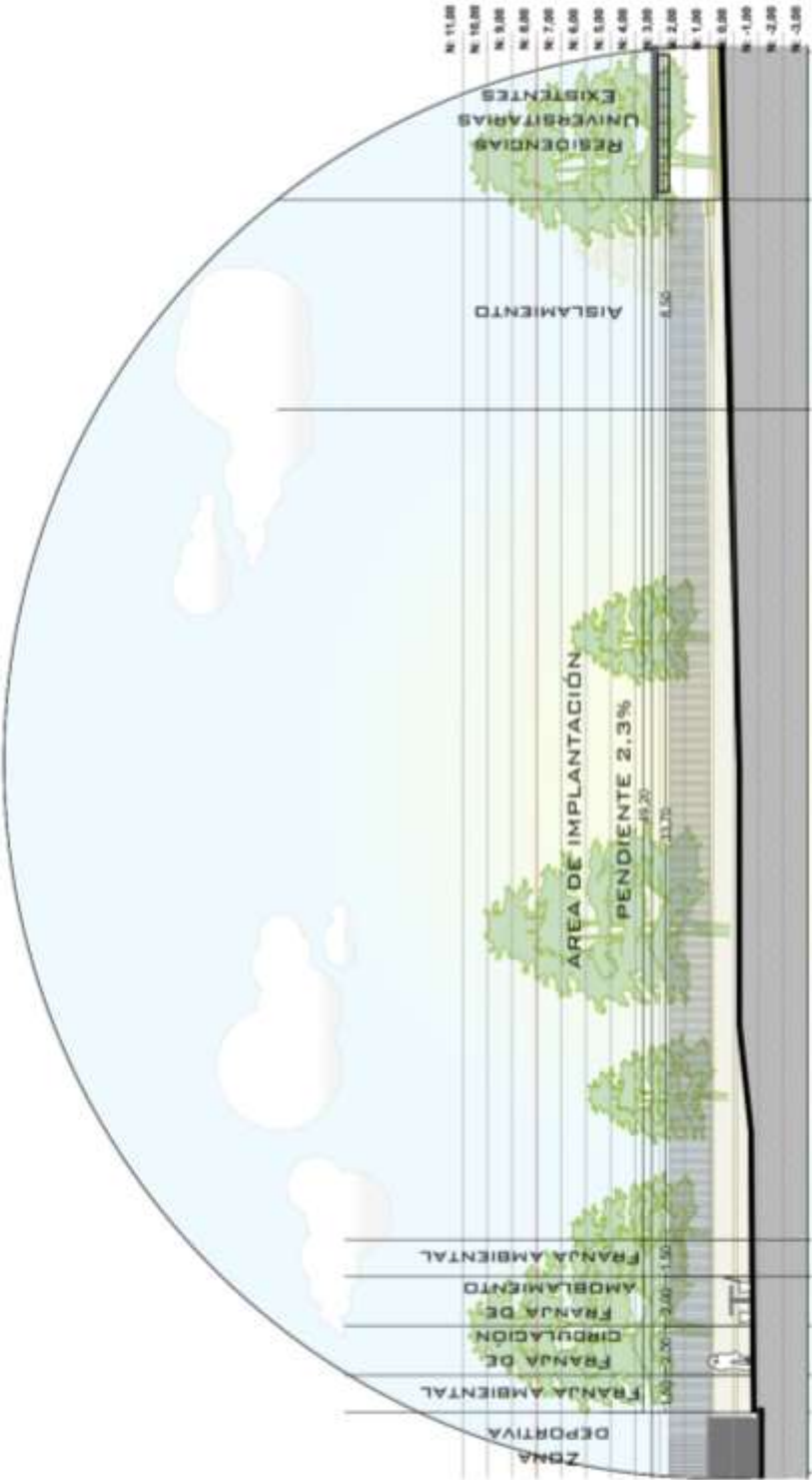


Figura 127. Corte B-B'

2.8 El usuario y la residencia universitaria

2.8.1 Contexto Histórico. A finales del año 1945 se desarrollan las primeras propuestas de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, una propuesta que fue punto de partida para la distribución de funciones, tareas y características del campus universitario actual.

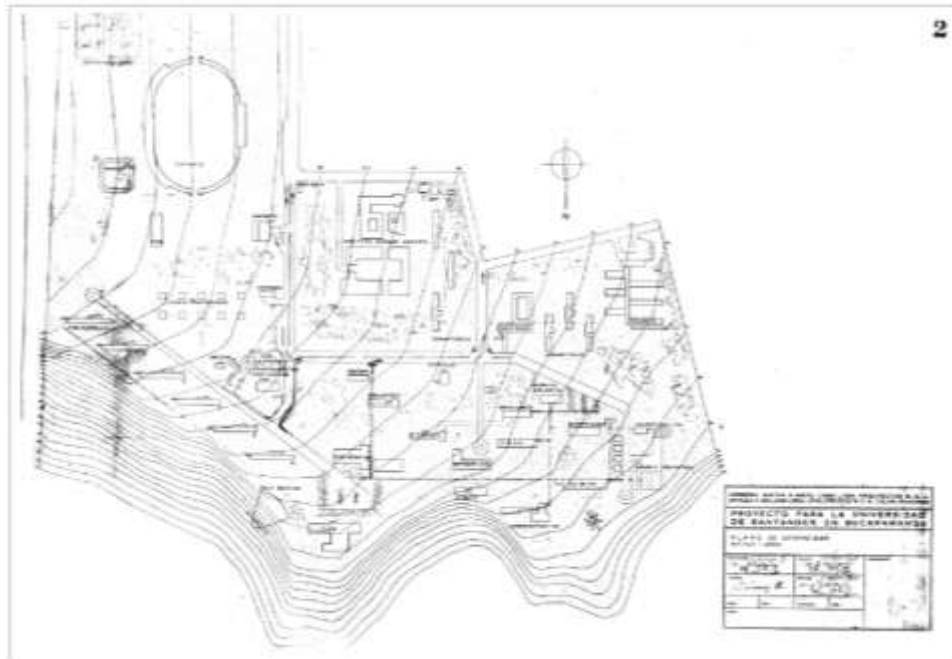


Figura 128. Proyecto Universidad Industrial de Santander 1946
Adaptado: Archivo cartográfico, Laboratorio de Investigaciones Urbanas (LIU) Universidad Santo Tomas, Bucaramanga.
Republicado: Jorge Gaitán Cortés y la introducción del urbanismo moderno en Colombia, Maarten Goossens, Revista De-Arq N°14, 2014.

En 1945 los señores, HERRERA, GAITAN & NIETO CANO LTDA junto a ORTEGA Y SOLANO LTDA. Plantean un desarrollo urbano, que incorpora la universidad con la ciudad, la creación de un nuevo colegio (Colegio Santander), la ampliación del ya existente, Colegio Dámaso Zapata, las edificaciones academias, administrativas y complementarias de la universidad y un conjunto de residencias, unas en los colegios, otra para docentes y otras para los estudiantes universitarios.

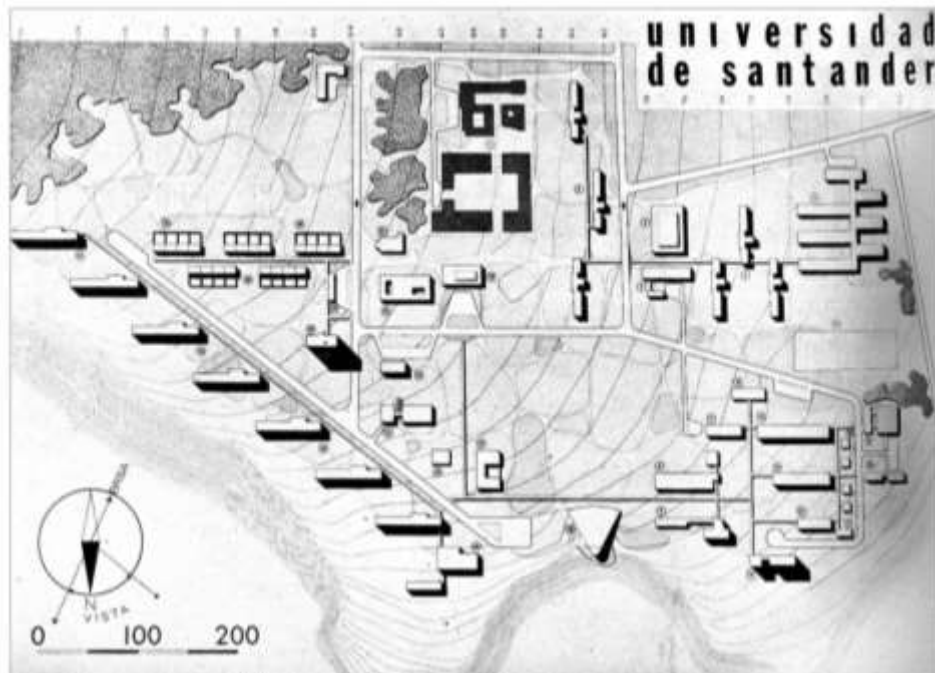


Figura 129. Proyecto Universidad Industrial de Santander 1949

Adaptado: Revista Proa N°19, 1949.

Republicado: Jorge Gaitán Cortés y la introducción del urbanismo moderno en Colombia, Maarten Goossens, Revista De-Arq N°14, 2014.

En 1961 teniendo 961 estudiantes, la propuesta de vivienda era para 400 de estos miembros de la universal, 400 cupos de los cuales hasta la fecha solo existen 30

Las 30 residencias existentes, actualmente son habitadas por personal masculino. Las residencias universitarias están próximas a convertirse en un nuevo desarrollo, un proyecto que ha sido conversado desde inicios de 2018 en asamblea pública con los miembros de la comunidad estudiantil, con el fin de dar albergue a la población femenina, que al igual que los hombres cumplan con los requisitos para ser beneficiarias de este servicio prestado por bienestar universitario

2.8.2 Normativa de Selección de beneficiarios. Requisitos para acceder al servicio de residencia universitaria, (Acuerdo Superior N° 086 de 2007):

- Realizar la inscripción en las fechas establecidas y por medio Web.
- Ser estudiante de pregrado de tiempo completo de la Universidad (tener una actividad académica igual o superior a once (11), o haber cursado y aprobado todas las asignaturas de su plan de estudios y tener matriculado Trabajo de Grado II, según disposiciones del Acuerdo del Consejo Superior N° 024 de 2007).
 - Haber aprobado un mínimo de veintidós (22) créditos, esto equivale a haber cursado y aprobado segundo nivel de carrera.
 - Tener un promedio acumulado igual o superior a Tres, cuatro cero (3.40)
 - Que el lugar de procedencia y el de la residencia del núcleo familiar sea fuera del Área Metropolitana de Bucaramanga.
 - No tener otro beneficio ofrecido por la universidad, con excepción de comedores.
 - No tener sanción disciplinaria vigente ni anotaciones en la hoja de vida.
 - Tener liquidación de matrícula menor o igual a tres veces la matrícula mínima. Encontrarse a paz y salvo por todo concepto con la Universidad.

2.8.3 El Usuario. La comunidad universitaria está solicitando el aumento de oferta del servicio de residencias, se evidencia en el perfil de Facebook de las residencias universitarias RESIDUIS, donde manifiestan el interés de la organización y de los estudiantes por la formulación de nuevas unidades de vivienda donde se beneficiara la comunidad femenina.



Figura 130. Comunicado a la comunidad UIS para la creación de residencias universitarias femeninas

Adaptado: Perfil Residencias Universitarias UIS en Facebook, 2018

La UIS emite un documento estadístico año a año denominado “La UIS en cifras”, donde se permite profundizar en el análisis poblacional, logrando discriminar por diferentes ítems llegando a un número y población específica, logrando así identificar el usuario objetivo de este proyecto.

La población universitaria de pregrado de la Universidad Industrial de Santander sede Bucaramanga en el año 2019 es de 14.952 estudiantes de la cual el 43.45% son mujeres.

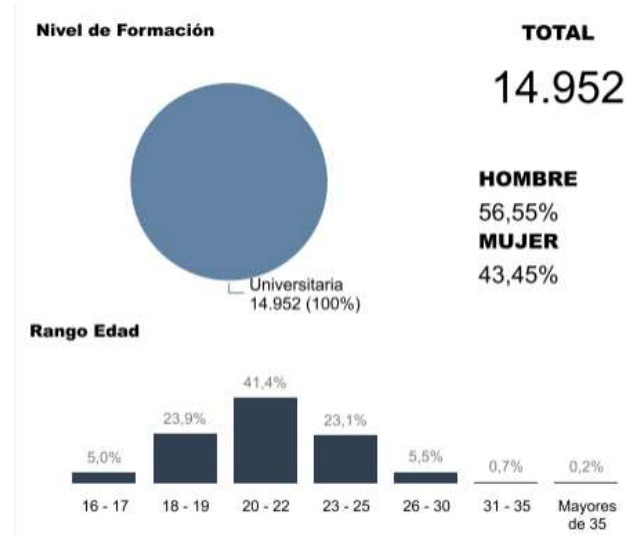


Figura 131. Población UIS Bucaramanga
Adaptado: UIS en cifra 2019

De esta población se sustrae el 10.64% (1.591 usuarios/14.952) correspondientes a la población usuaria de la Facultad de Salud debido a que son usuarios que radican en una serie independiente estando desvinculados al campus central.

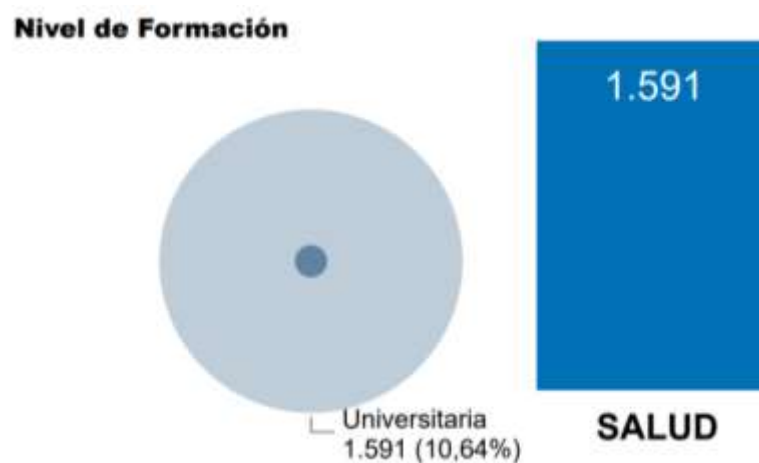


Figura 132. Población UIS Facultad de Salud
Adaptado: UIS en cifra 2019

- La UIS reporta un factor de deserción de 3.5%.
- De acuerdo con el Acuerdo Superior N° 086 de 2007 los beneficiarios de residencias universitarias deben tener un nivel de estudios superior a segundo semestre, para hallar esta población se realiza un promedio de nuevos admitidos en el periodo 1987-2016 teniendo un número de nuevos estudiantes cada semestre de 2.214 y una vez aplicado a este monto el factor de deserción (3.5%) los usuarios de segundo semestre serian 2.136; al conjunto (4350) se le resta el porcentaje correspondiente a la facultad de salud (10.64%) dejando un monto final de 3.888 usuarios a descartar por el nivel de estudios alcanzados.

Tabla 7. *Evolución del número estudiantes inscritos y admitidos programas presenciales de pregrado UIS Bucaramanga.*

Periodo	Número Inscritos	Número Admitidos	Absorción (%)
1987	9.319	1.302	13,97
1988	8.172	912	11,16
1989	10.718	1.490	13,90
1990	11.389	1.593	13,99
1991	8.962	1.607	17,93
1992	7.154	1.560	21,81
1993	7.898	1.585	20,07
1994	7.720	1.775	22,99
1995	6.926	1.761	25,43
1996	5.270	971	18,43
1997	7.869	1.866	23,71
1998	7.759	2.061	26,56
1999	8.483	2.370	27,94
2000(1)	12.356	2.273	18,40
2001	9.484	2.277	24,01
2002	10.572	2.645	25,02
2003	9.061	2.742	30,26
2004	10.270	2.752	26,80
2005	10.262	2.710	26,41
2006	11.100	2.747	24,75
2007	9.511	2.754	28,96
2008	9.811	2.743	27,96
2009	11.063	2.718	24,57
2010	16.573	2.819	17,01
2011	13.399	2.833	21,14
2012	13.823	2.767	20,02
2013	13.423	2.743	20,44
2014	16.468	2.703	16,41
2015	12.193	2.700	22,14
2016	10.874	2.650	24,37

Nota: UIS en cifras 2016

A la población usuaria del campus central de la UIS se debe restar la población proveniente o residente en Bucaramanga y el área metropolitana, esto cumpliendo con el Acuerdo Superior N° 086 de 2007 donde los usuarios de las Residencias Universitarias no deben ser parte de esta población. Siendo 8.552 los residentes en Bucaramanga, 1.223 los de Floridablanca, 174 los de Girón y finalmente 339 residentes en Piedecuesta para un total de 10288 de los que se restan 26% correspondientes a la población de 1° y 2° semestre el 3.5% del factor de deserción para un total de 6569 residentes del área metropolitana a restar de la población general.



Figura 133. Matriculados 2019 residentes en Bucaramanga
Adaptado: UIS en cifras 2019



Figura 134. Matriculados 2019 residentes en Floridablanca
Adaptado: UIS en cifras 2019



Figura 135. Matriculados 2019 residentes en Girón
Adaptado: UIS en cifras 2019



Figura 136. Matriculados 2019 residentes en Piedecuesta
Adaptado: UIS en cifras 2019

El Acuerdo Superior N° 086 de 2007 establece que solo podrán ser beneficiarios aquellos que su matrícula no supere el medio Salario Mínimo Mensual Vigente lo que corresponde al 45% de la población.

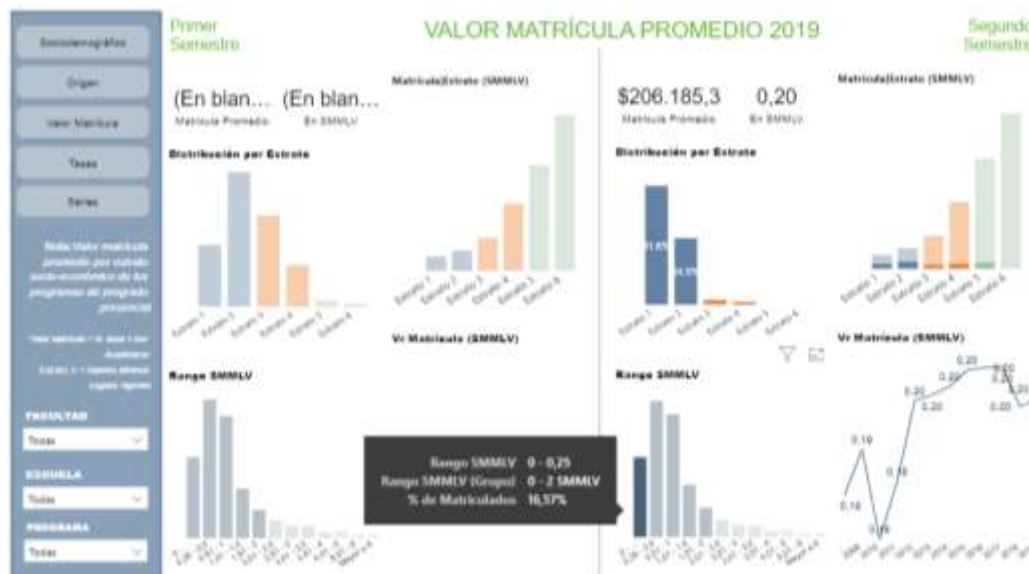


Figura 137. Población matrícula 0-0,25 SMMLV 2019
Adaptado: UIS en cifras 2019

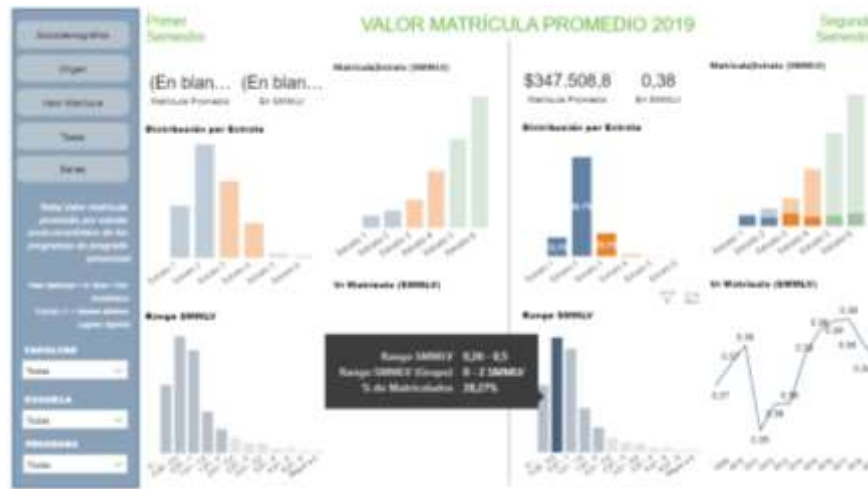


Figura 138. Población matrícula 0,26-0,5 SMMLV 2019
Adaptado: UIS en cifras 2019

- Para acceder al beneficio de Residencias Universitarias, se requiere haber aprobado 22 créditos, y tener un promedio acumulado de Tres punto Cuatro (3,4) por lo tanto se aplica la tasa de eficiencia de 21.3%.
- Se opta por suplir la necesidad al 25% de la población resultante, dando capacidad para 29 camas con el fin de estar en igualdad de condiciones de oferta con respecto a las residencias masculinas.

Tabla 8. El usuario según UIS en cifras 2019

UIS EN CIFRAS 2019			
POBLACIÓN	%	CANTIDAD	
UIS PREGRADO BUCARAMANGA		14952	+
SEDE SALUD	10,64	1591	-
ESTUDIANTES 1 Y 2 SEMESTRE		3888	-
RESIDENTES AREA METROPOLITANA		6569	-
		2904	=
POBLACION FEMENINA	43,45	1262	=
MATRICULA <1/2 SMMLV	45	568	=
TAZA DE EFICIENCIA	21,3	121	=
POBLACION A ATENDER	25	29	=
POBLACION TOTAL		29	

Nota: Población UIS 2019.

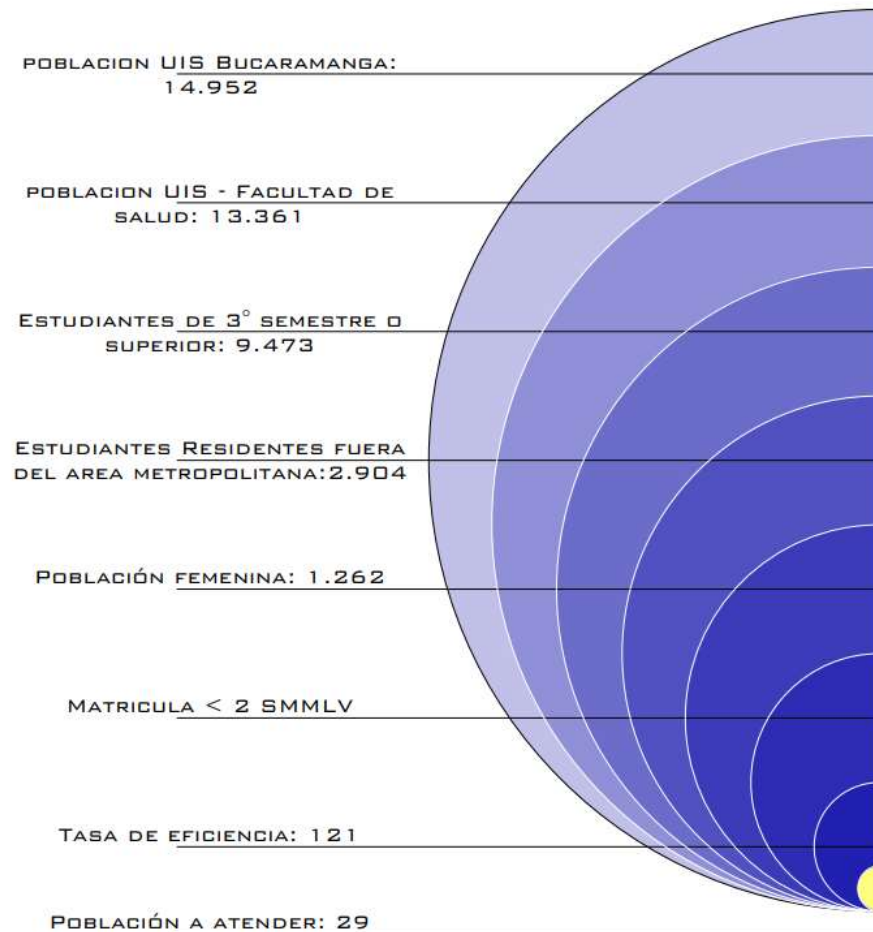


Figura 139. Análisis de población a atender
Adaptado: UIS en cifras 2019

2.9 Análisis tipológico

2.9.1 NTSH 006. El objeto arquitectónico denominado Residencia Universitaria no posee una norma técnica que regule y guíe su elaboración, por lo tanto se remite a la NTSH 006 en la categoría, Hostal – 1 estrella, debido a su similitud en servicios y capacidades es una buena base y guía para el proyecto en desarrollo.

2.9.1.1. Requisitos para Hostal – 1 Estrella.

2.9.1.1.1 Condiciones mínimas.

- Contar con infraestructura, mobiliario, insumos y equipamiento del establecimiento en perfectas condiciones de funcionamiento.

- Contar con condiciones básicas de limpieza e higiene.

2.9.1.1.2 Requisitos generales.

- Contar con sistema de iluminación de emergencia.
- Contar con zonas de evacuación, puntos de encuentro, salidas de emergencia, extintores y mangueras, identificadas y señalizadas según las disposiciones de la autoridad competente (NSR10).

- Contar con áreas con facilidades para personas con discapacidad debidamente identificadas.

2.9.1.1.3 Infraestructura.

- Contar con accesos y demás dependencias con facilidades para el uso de personas con discapacidad,...los nuevos establecimientos se sujetaran a la normativa de accesibilidad universal vigente (NTC 6047).

- Contar con iluminación natural y/o artificial en todas las áreas del establecimiento.
- Contar con ventilación natural y/o mecánica que permita el flujo de aire y la no acumulación de olores, con especial énfasis en los cuartos de baño y aseo, bodegas, y áreas de preparación de alimentos.

- Contar con fuentes de suministro de agua permanente, con capacidad de abastecimiento para todas las áreas del establecimiento.

- Contar con materiales de construcción y/o revestimiento para evitar la acumulación de microorganismos en cuartos de baño y aseo, bodegas, áreas con uso de vapor/agua y áreas de preparación de alimentos.
- Contar con áreas para uso común y/o múltiple para los huéspedes.
- Contar con un área o espacio específico para la separación y almacenamiento de desechos sólidos.
- Contar con un área de almacenamiento de lencería en el establecimiento (ropa de cama, toallas, entre otros).
- Contar con bodegas y/o compartimientos específicos para el almacenamiento de utilería, productos de limpieza y de servicio a dependencias del establecimiento, entre otros.
- Contar con bodegas y/o compartimientos para el almacenamiento de herramientas e implementos para el mantenimiento, separadas sin contacto directo con materiales inflamables o alimentos.

2.9.1.1.4 Servicios.

- Contar con servicio de agua las veinticuatro horas.
- Contar con servicio de internet en áreas de uso común.
- Contar con botiquín con contenido básico.
- Contar con servicio de recepción, conserjería o guardia las 24 horas.
- Contar con servicio diario de limpieza.

2.9.1.1.5 Cuartos de baño y aseo en áreas comunes.

- Contar con cuartos de baño y aseo en áreas comunes debidamente identificados y señalizados por género.

- Contar con cuartos de baño y aseo dimensionados de acuerdo a la capacidad a prestar.
- Contar con cuartos de baño y aseo equipados con: inodoro con asiento y tapa, lavamanos, espejo sobre el lavamanos, tomacorriente, basurero con funda y tapa, dispensador de jabón de pared o desechable, jabón líquido, secador automático de manos o dispensador de toallas con toallas desechables, porta papel o dispensador de papel higiénico dentro o cerca al área de cuarto de baño y aseo, papel higiénico, dispensador de desinfectante de manos dentro o fuera del servicio higiénico, gel desinfectante de manos, iluminación eléctrica central o similar, controlada junto a la puerta de acceso, cartilla de control de limpieza.

2.9.1.1.6 *Habitaciones.*

- Contar con iluminación eléctrica central o similar, controlada junto a la puerta de acceso.
- Contar con camas de acuerdo a las dimensiones determinadas en el presente Reglamento. En caso de sofá cama se aplicará la medida mínima para cama de una plaza.
- Las habitaciones deben contar con el siguiente equipamiento: colchón, protector de colchón, sábanas, cobija(s), cubrecama, edredón o plumón duvet, almohada(s) por plaza, protector de almohada, al menos un velador o mesa de noche, basurero.
- Contar con al menos dos tomacorrientes para uso de huéspedes.
- Contar con teléfono en todas las habitaciones o sistema de comunicación interna entre áreas de uso de huéspedes y áreas de servicio.
- Contar con agua para consumo en la habitación.

2.9.1.1.7 *Cuarto de baño y aseo privado y/o compartido.*

- Contar en cuartos de baño y aseo privados y/o compartidos equipados con: iluminación eléctrica central o similar, controlada junto a la puerta de acceso, tina y/o ducha con división

de espacios entre esta y el área restante del baño, lavamanos, espejo sobre el lavamanos, barra de seguridad en tina y/o ducha y/o elemento antideslizante para el piso. tomacorriente (excepción para establecimientos según sus políticas), inodoro con asiento y tapa, basurero con tapa, toallero y/o gancho, jabón en lavamanos, secador automático de manos o dispensador de toallas con toallas desechables (aplica para el caso de cuartos de baño y aseo compartidos), porta papel dentro del área de cuarto de baño y aseo privado, porta papel o dispensador de papel higiénico dentro o cerca al área de cuarto de baño y aseo compartido, papel higiénico.

2.9.2 Residencias Universitarias UIS. Se aborda el análisis de las residencias universitarias existentes como contextualización del elemento, el uso, la caracterización del usuario y la profundización en el programa arquitectónico, Las residencias universitarias se plantean en los años 50 con un macro proyecto de 400 viviendas, residencias, estudiantiles y docentes, proyecto el cual se replantea y solo se lleva a cabo la construcción del edificio el cual albergaría a 45 estudiantes hombres.



Figura 140. Residencias universitarias UIS ayer y hoy
Adaptado: Captura de video, UIS70 años, perfil de Facebook Universidad Industrial de Santander 2018

Durante el año 2015 se realizan obras de mantenimiento, reforzamiento estructural y remodelación, disminuyendo la capacidad de alojamiento a 30 cupos, 15 habitaciones distribuidas en 3 niveles y con 2 camas por cada una, las habitaciones se ven reformadas y dotadas por baño privado en cada una de estas.



Figura 141. Residencias universitarias UIS estado actual

El primer nivel consta de dos alas, la sur donde se encuentran las habitaciones y la norte, el ala de servicios, con una sala de estudios para los 30 usuarios que les permita el estudio individual o grupal, la enseñanza y tutorías; la cocina con barra, comedor de 4 puestos y una zona complementaria con otro comedor y sala de estar; finalmente la zona de lavandería con 2 lavadoras, locker personal, zona de doblado y planchado.



Figura 142. Zona de estudio en grupo Residencias universitarias UIS
Adaptado: uis.edu.co, 2018

El edificio se desarrolla como un claustro, donde en medio de los volúmenes se genera un patio, zona verde privada y zona BBQ o de interacción social de los residentes, la zona de servicios promueve la interacción de los residentes, sus diferentes áreas académicas y las interacciones sociales, que brinda el edificio como la sala de tv o las zonas deportivas que le rodean.



Figura 143. Habitación 1 Residencias universitarias UIS
Adaptado: Arketipo, 2018



Figura 144. Habitación 2 Residencias universitarias UIS
Adaptado: Uis.edu.co, 2018



Figura 145. Primera planta Residencias universitarias UIS

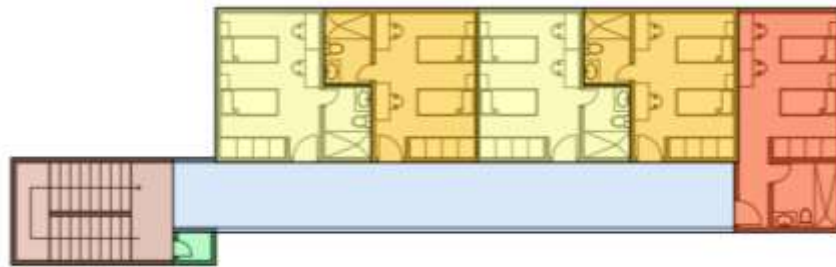


Figura 146. Planta habitacional Residencias universitarias UIS

Tabla 9. Cuadro de áreas Residencias Universitarias UIS

PROGRAMA ARQUITECTONICO			
ESPACIO	A	U	A / U
ZONA DE ESTUDIO	65,2 M2	30	2,17 M2
LAVANDERIA	15,8 M2	30	0,52M2
COCINA	10,5 M2	30	0,35 M2
COMEDOR / ESTAR	17,2 M2	30	0,57 M2
HALL DE TV	17 M2	30	0,56 M2
DORMITORIOS	369,7 M2	30	12,32 M2
CIRCULACIÓN	179,8 M2	30	6 M2
PUNTO FIJO	61,5 M2	30	2,05 M2
CUARTO DE LINOS	5,1 M2	30	0,17 M2
TOTAL	738,8M2	30	24,71 M2

Nota: Programa arquitectónico.

DORMITORIO T1			
PROGRAMA ARQUITECTONICO			
ESPACIO	A	U	A / U
ESTUDIO	3,44 M2	2	1,72 M2
DORMITORIO	13,2 M2	2	6,6M2
BANO	5,13 M2	2	2,56 M2
CIRCULACIÓN	3,78 M2	2	1,89 M2
TOTAL	24,54 M2	2	12,37 M2

DORMITORIO T2			
PROGRAMA ARQUITECTONICO			
ESPACIO	A	U	A / U
ESTUDIO	3,95 M2	2	1,97 M2
DORMITORIO	13,34 M2	2	6,67M2
BANO	4,75 M2	2	2,37 M2
CIRCULACIÓN	2,55 M2	2	1,27 M2
TOTAL	24,57 M2	2	12,38 M2

DORMITORIO T3			
PROGRAMA ARQUITECTONICO			
ESPACIO	A	U	A / U
ESTUDIO	3,18 M2	2	1,59 M2
DORMITORIO	13,52 M2	2	6,76M2
BANO	6,04 M2	2	3,02 M2
CIRCULACIÓN	5,91 M2	2	2,95 M2
TOTAL	28,64 M2	2	14,32 M2

Figura 147. Análisis dormitorios Residencias universitarias UIS

2.9.3 Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos. El edificio bifuncional ubicado en Mar de Plata, Argentina, consta de 3 niveles de uso de oficinas, 5 plantas de uso habitacional, distribuidas en 3 habitaciones por nivel con capacidad de 2 o 3 residentes para un total de 40, una planta de servicios (cocina, baño y comedor comunitario) y una planta de cubierta donde se encuentra la lavandería, un salón común y una terraza BBQ.



Figura 148. Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos
Adaptado: Archdaily, 2018

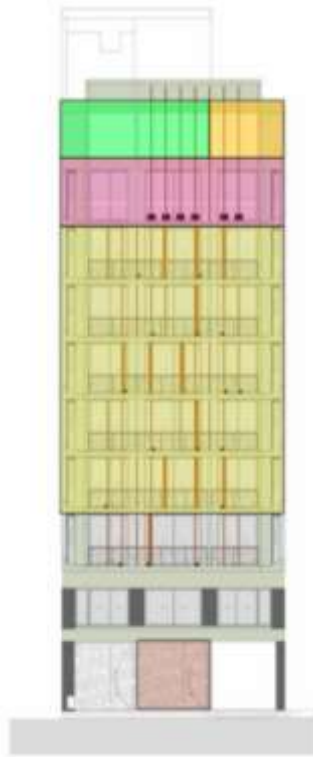


Figura 149. Zonificación en altura Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos
Adaptado: Archdaily, 2018

Las habitaciones constan de baño, espacio de almacenamiento, 2 o 3 camas, y el equitativo en espacios de estudio, además de un balcón a la fachada del edificio.



Figura 150. Zonificación Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos
Adaptado: Archdaily, 2018

Tabla 10. Cuadro de áreas Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos

RESIDENCIA ESTUDIANTIL Z+BCG			
ESPACIO	A	U	A / U
DORMITORIO	242 M2	40	6,05 M2
BAÑO	73,27 M2	40	1,83 M2
ESTUDIO	63,15 M2	40	1,57 M2
COCINA	15,83 M2	40	0,4 M2
COMEDOR	45,08 M2	40	1,12 M2
SALA	30,65 M2	40	0,76 M2
LAVANDERIA	3,7 M2	40	0,01 M2
TERRAZA BBQ	34,2 M2	40	0,85 M2
CIRCULACION Y PF	214,2 M2	40	5,35 M2
TOTAL	722 M2		17,94 M2

Nota: Área residencia estudiantil



Figura 151. Habitación Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos
Adaptado: Archdaily, 2018

2.9.4 Casa Desorientada - Lucas Oberlander y Mateo López.



Figura 152. Casa desorientada – Lucas Oberlander y Mateo López
Adaptado: Revista DeArq N°14, 2014

La premisa de este elemento yace de un objeto sin norte, un modelo ambulante, una vivienda mínima para el bosque, la playa, el lago, la montaña o la ciudad.

“¿Tiene sentido una arquitectura que este literalmente a la deriva? Edificios genéricos que no han sido pensados para lugares específicos...carecen por su propia naturaleza de una orientación, son arquitecturas desorientadas. Y sin embargo en esta pérdida de referencias de lo que nos rodea cabe la posibilidad de establecer otro tipo de orientación al que estamos habituados”.



Figura 153. Interior Casa desorientada
Adaptado: Revista DeArq N°14, 2014

El elemento arquitectónico consta de todos los espacios de una casa, se ilumina y ventila por un patio central del que radia la casa y sus funciones. Posee una terraza que da metros cuadrados de más para otro tipo de actividades, lúdicas, sociales o personales. Son dos espacios que interactúan con el paisaje y lo llevan dentro de la vivienda, un módulo hermético en fachada que da privacidad al usuario y resguardando el hogar, abriéndolo al entorno por medios más sutiles y de disfrute del usuario como la terraza, la luz y el vacío correspondiente al patio que adquiere las características del lugar en que se implanta, pasto, arena, piedra o hasta agua.

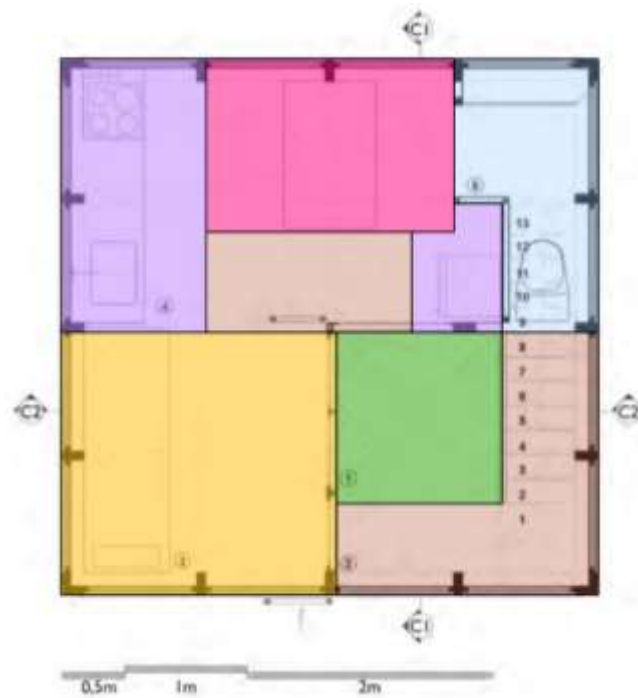


Figura 154. Planta 1 Casa desorientada
Adaptado: Revista DeArq N°14, 2014

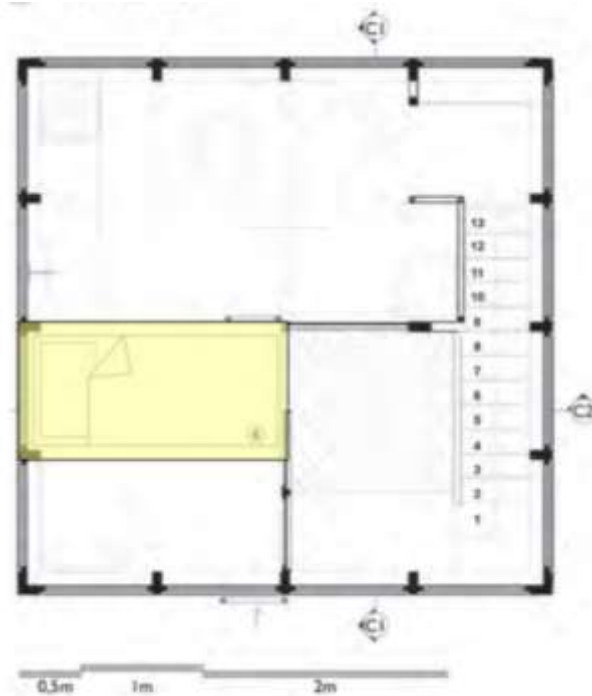


Figura 155. Planta entrepiso Casa desorientada
Adaptado: Revista DeArq N°14, 2014

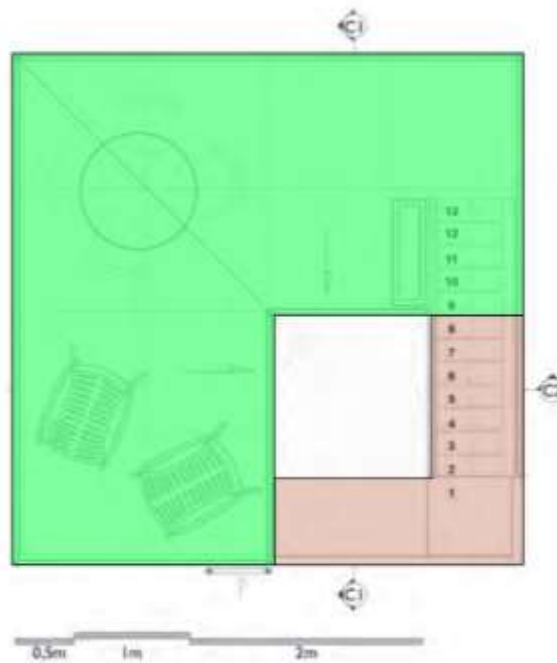


Figura 156. Planta Cubierta Casa desorientada
Adaptado: Revista DeArq N° 14, 2014

Tabla 11. Cuadro de áreas Casa Desorientada

CASA DESORIENTADA			
ESPACIO	A	U	A / U
DORMITORIO	2,5 M2	1	2,5 M2
BAÑO	2,22 M2	1	2,22 M2
COCINA	3,35 M2	2	1,675 M2
COMEDOR	2,86 M2	2	1,43 M2
SALA	4,8 M2	2	2,4 M2
PATIO	1,9 M2	2	0,95 M2
TERRAZA	14,7 M2	2	7,35 M2
CIRCULACION Y PF	3,86 M2	2	1,93 M2
TOTAL	36,2 M2		20,45 M2

Nota: Áreas de cada desorientada.

2.9.5 Vivienda de interés social (Colombia).



Figura 157. Guía de asistencia técnica para vivienda de interés social
Adaptado: Serie de guías de asistencia técnica para la elaboración de vivienda de interés social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2012

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establece los parámetros base para las viviendas de interés social, entre los cuales un programa arquitectónico con áreas mínimas para el desarrollo de una vivienda.

La vivienda se desarrolla en un programa de 45m² para 4 usuarios y un índice de área por habitante. Lo que da una guía o parámetro para el programa de áreas mínimo de las residencias.

Tabla 12. Cuadro de áreas Vivienda de Interés Social

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (COLOMBIA)			
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOCIAL			
ESPACIO	A	U	A / U
DORMITORIO	7,3 M ²	2	3,65 M ²
BAÑO	2,8 M ²	4	0,7 M ²
COCINA	3,6 M ²	4	0,9 M ²
ROPAS	1,1 M ²	4	0,275 M ²
COMEDOR / SALA	15,6M ²	4	3,9 M ²
AREA MULTIPLE	14,6 M ²		
DORMITORIOS #2	7,3 M ²	2	3,65 M ²
ESTUDIO	7,3 M ²	4	1,825 M ²
TOTAL	45 M ²		11,25 M ²

Nota: Áreas vivienda de interés social.

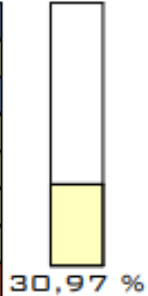
2.10 Propuesta cuadro de áreas

Mediante el análisis tipológico y los cuadros de áreas elaborados, se extraen las zonificaciones y áreas por usuario, que en su agrupación y promedio establecen el área mínima de desarrollo de cada actividad para el módulo de residencias universitarias.

2.10.1 Cuadros de áreas promedio.

Tabla 13. Promedio áreas Dormitorio

PROMEDIO DE ÁREAS	
DORMITORIO	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	8,54 M2
R.U. Z+BCG	6,05 M2
CASA DESORIENTADA	2,25 M2
V.I.S.	7,3 M2
TOTAL	6,35 M2




30,97 %

Nota: Promedio de áreas.

Tabla 14. Promedio áreas Baño

PROMEDIO DE ÁREAS	
BAÑO	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	2,65 M2
R.U. Z+BCG	1,83 M2
CASA DESORIENTADA	2,22 M2
V.I.S.	0,7 M2
TOTAL	1,85 M2




9,02 %

Nota: Promedio de áreas.

Tabla 15. Promedio áreas Estudio


PROMEDIO DE ÁREAS	
ESTUDIO	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	3,93 M2
R.U. Z+BCG	1,57 M2
CASA DESORIENTADA	
V.I.S.	1,825 M2
TOTAL	2,44 M2



Nota: Promedio de áreas.

Tabla 16. Promedio áreas Cocina

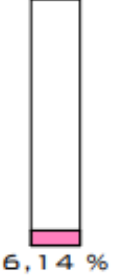
PROMEDIO DE ÁREAS	
COCINA	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	0,35 M2
R.U. Z+BCG	0,4 M2
CASA DESORIENTADA	1,675 M2
V.I.S.	0,9 M2
TOTAL	0,83 M2



Nota: Promedio de áreas.

Tabla 17. Promedio áreas Comedor

PROMEDIO DE ÁREAS	
COMEDOR	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	0,57 M2
R.U. Z+BCG	1,12 M2
CASA DESORIENTADA	1,43 M2
V.I.S.	1,95 M2
TOTAL	1,26 M2



Nota: Promedio de áreas.

Tabla 18. Promedio áreas Sala

PROMEDIO DE ÁREAS	
SALA	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	0,57 M2
R.U. Z+BCG	0,76 M2
CASA DESORIENTADA	2,4 M2
V.I.S.	1,95 M2
TOTAL	1,42 M2

6,92 %

Nota: Promedio de áreas.

Tabla 19. Promedio áreas Lavandería

PROMEDIO DE ÁREAS	
LAVANDERIA	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	0,52 M2
R.U. Z+BCG	0,01 M2
CASA DESORIENTADA	0,95 M2
V.I.S.	0,275 M2
TOTAL	0,44 M2

2,14 %

Nota: Promedio de áreas.

Tabla 20. Promedio áreas de circulación


PROMEDIO DE ÁREAS	
CIRCULACION	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	2,05 M2
R.U. Z+BCG	5,35 M2
CASA DESORIENTADA	1,93 M2
V.I.S.	10% 4,5 M2
TOTAL	3,11 M2

15,17 %

Nota: Promedio de áreas.

Tabla 21. Promedio áreas Otros (terraza, bbq, linos)

PROMEDIO DE ÁREAS	
OTROS (TERRAZA, BBQ, LINOS)	
TIPOLOGIA	ÁREA
UIS	0,17 M2
R.U. Z+BCG	0,85 M2
CASA DESORIENTADA	7,35 M2
V.I.S.	
TOTAL	2,79 M2



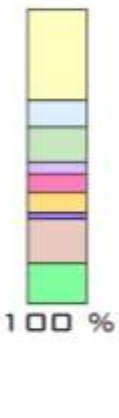
13,6 %

Nota: Promedio de áreas.

2.10.2 Programa Arquitectónico.

Tabla 22. Programa arquitectónico

CUADRO DE ÁREAS	
ESPACIO	ÁREA M2
HABITACIÓN	6,35 M2
BAÑO	1,85 M2
ESTUDIO	2,44 M2
COCINA	0,83 M2
COMEDOR	1,26 M2
SALA	1,42 M2
LAVANDERIA	0,44 M2
CIRCULACIÓN	3,11 M2
OTROS	2,79 M2
TOTAL	20,5 M2
29 USUARIOS	594,5 M2



100 %

Nota: Cuadro de áreas.

- Al tratarse de un modelo de vivienda modular y ser un conjunto permeable al tráfico peatonal, las zonas de servicios deben de estar incluidas en cada uno de los módulos, esto con el fin de que los futuros desarrollos o la reimplantación de los elementos existentes, no afecten el comportamiento del usuario, la vivienda y los servicios, ya sea desplazándolo o saturando al igual que manteniendo la privacidad, seguridad y diferenciación entre la vivienda y la universidad.

- Áreas como la cocina, son mínimas, de acuerdo al entorno implantado, (ya que el campus universitario posee programas de alimentación) pero debe conservarse para horarios fuera del programa, nuevos desarrollos internos o externos.
- El agrupar en pequeñas cantidades a los usuarios, permitirá áreas y espacios más confortables, la interacción entre residentes, profesionales de diferentes áreas académicas y el sentido de comunidad.
- El desarrollo en altura, ayudara a liberar espacio en planta que será de mayor provecho para el usuario residente y la comunidad universitaria.
- El modulo habitacional debe considerarse desorientado, ya que es posible replicarlo en el lugar, en otras sedes o en cualquier lugar del mundo de acuerdo a los requerimientos de las instituciones o de la persona de interés.

3. Método

Para la ejecución del proyecto de diseño arquitectónico es necesario referenciarse, e identificar las propiedades de cada elemento que lo compondrá, pasando por la investigación técnica, respuestas formales a la técnica y al objeto, el entorno urbano, la identificación del usuario y el desarrollo funcional para lograr un objeto coherente entre determinantes alcanzando los objetivos de este ejercicio académico.

- **Aspectos técnicos de la impresión 3D con concreto:** Se aborda el método constructivo, desde la investigación del ¿qué es? ¿Cómo funciona? referentes históricos de la aplicación en el mundo y fuera de él, recomendaciones de fabricantes de la herramienta o expertos en ella para el correcto desarrollo de un elemento en óptimas condiciones, se analizan elementos académicos y

proyectos ya desarrollos usando la técnica en diferentes formas logrando así identificar las ventajas, desventajas, limitantes, características de implantación, y guías de desarrollo.

- **La forma y sus determinantes técnicos:** En respuesta a la investigación y análisis de la técnica, surgen los lineamientos de desarrollo positivos y negativos que moldearan la forma para el correcto aprovechamiento de las propiedades físicas, técnicas, estéticas y ambientales, planteando un ejercicio en el que la forma corresponde a la función técnica y la función espacial responde al desarrollo formal.

- **Entorno urbano y área de implantación:** Se aborda el desarrollo urbano desde los lineamientos normativos, las relaciones entre las actividades del espacio, la topografía y los elementos ambientales que se tienen presentes sin embargo la bioclimática, a pesar de ser una herramienta importante de diseño, no es la temática a profundizar en este proyecto académico, dando libertad para ser abordado y desarrollado en futuras ocasiones.

- **Contexto histórico y selección del usuario:** Es necesario identificar para quien se diseña, quien es el usuario final del proyecto, y cuáles son las necesidades que el elemento formal debe suplir por medio de sus características técnicas, funcionales y urbanas que corresponden a su desarrollo, implantación, interacción con el entorno urbano y ambiental al igual que cual es la necesidad de proyectar el elemento, identificando la oferta y demanda siendo este el punto de partida para futuros desarrollos a conveniencia e interés del ofertante del servicio.

- **Análisis Funcional:** Se identifican las características funcionales del objeto arquitectónico por medio del análisis de referentes propios del lugar, otros desde un punto de vista global y otros desarrollos similares en características técnicas, espaciales, usos y áreas, generando un concepto del elemento a desarrollar.

- **Desarrollo Proyectual:** Finalizada la fase de análisis e investigación se establecen criterios y lineamientos para el correcto desarrollo de la residencia universitaria, desde las dimensiones máximas de construcción, normativa urbana, áreas mínimas, características estructurales, formales, y de implantación, la caracterización del usuario y como el edificio y su entorno generan una mejor calidad de vida y de confort.



Figura 158. Metodología

4. Conclusiones

- Se debe incorporar la cimentación como elemento de diseño y modelado 3D para el desarrollo de la impresión del encofrado en el momento de la construcción.
- Considerar los ductos de instalaciones dejando espacio entre los muros para su incorporación.
- Incorporar los ángulos máximos de inclinación y desarrollo con el fin de favorecerse de ello de manera estructural, estética o funcional.
- Ajustar los parámetros formales de tal manera que no sea requerido la impresión de balsas de soporte eliminando la creación de residuos.
- Considerar diferentes implantaciones el objetivo de que el mismo modulo pueda estandarizarse produciéndose en serie bajo diferentes circunstancias.
- Aprovechar la herramienta técnica para el desarrollo de mobiliario urbano personalizado
- Incorporar la cámara de aire en el grosor de los muros para así generar aislamiento térmico.
- Plantear un elemento de impresión continua disminuyendo la creación de módulos independientes y aprovechando las propiedades físicas de la unidad estructural en la superposición de material, disminuyendo la intervención de la mano de obra.
- Disminuir el uso de formaleta al máximo.
- Aprovechar la libertad formal para el aprovechamiento de esta en aspectos técnicos, estéticos, funcionales, ambientales entre otros.
- Considerar el soporte para las placas prefabricadas ya que estas no pueden ser impresas o desarrolladas sin el uso de formaletas o balsas complejas.

- Sacar provecho al ángulo máximo de inclinación para el desarrollo formal, estructural y estético.
- Incorporar el arco en los ejes X, Y, Z aprovechando los beneficios formales en el comportamiento estructural, aerodinámico y formal.
- Utilizar la figura del huevo un elemento de doble curvatura que ofrece características de resistencia estructural.
- Tener en cuenta la creación de módulos estandarizados complementarios para el desarrollo de la unidad habitacional (puertas, ventanas, cubiertas, placas)
- Aprovechar el paisaje como determinante de implantación visual
- Conservar y mejorar las zonas verdes, son elementos de gran importancia en el concepto de la UIS
- Implantar fuera de las áreas de riesgo.
- El objeto debe mantener una relación con el edificio de residencias universitarias ya existentes.
- Mantener o trasladar los árboles que sean de fácil manipulación para conservar el entorno vegetal o generar uno nuevo con el mínimo de impacto negativo.
- Implantar de manera que se saque el mayor provecho a las corrientes naturales de aire
- Diseñar de forma eficiente las zonas comunes y de servicio para obtener el mayor provecho de estos.
- Establecer un modelo de vivienda accesible.
- Elaborar un módulo que pueda ser repetitivo en el tiempo y espacio para futuras expansiones según lo requiera la institución o quien le interese y pueda verse beneficiado.

- Hacer uso del cuadro de áreas mínimo establecido en este documento como guía para el diseño de espacios.
- Dotar el espacio de mobiliario de acuerdo a la NTSH006 como un mínimo de elementos que harán más cómoda la estancia del usuario en el hogar.
- Los servicios no serán abiertos al público al tratarse de un conjunto abierto ya que al ser permeable se perdería la seguridad y privacidad del espacio considerado como propio por el usuario residente.
- La zona de cocina debe estar estrechamente relacionado con el cuadro de áreas mínimas planteado ya que su uso e interacción con el usuario no será de mayor importancia debido a que el usuario cuenta con otros beneficios de bienestar universitarios complementarios a este.
- El agrupar pequeñas cantidades de usuarios en un espacio educativo, facilitara la interacción interdisciplinaria y cultural favoreciendo el crecimiento personal, social, cultural y académico del usuario.
- El desarrollo en altura favorecerá el espacio exterior común, ya que las áreas intervenidas serán menos y el espacio libre para otras actividades relacionadas con la residencia, la cultura y el deporte serán mayores.
- El modulo habitacional debe considerarse desorientado ya que es posible replicarlo en el lugar, en otras sedes o en cualquier lugar del mundo de acuerdo a los requerimientos de las instituciones o de la persona de interés.
- La implantación dentro del campus universitario es vital por la serie de servicios complementarios a los académicos que ofrece el establecimiento.
- La implantación en el área recreativa en relación con las antiguas residencias y el edificio de bienestar, ayuda con la cohesión de servicios sin importar que tan disperso sea el elemento.

- El acceso independiente al campus permite el cierre parcial del mismo en horarios o jornadas no académicas, asegurando la academia y al residente.

Referencias Bibliográficas

Acuerdo Superior N°086 (2007) Plan Especial de Manejo y Protección para la Universidad Industrial de Santander.

Aerodinámica (s.f) Disponible: <https://sites.google.com/site/haciaelfuturotecnologico/pag-web-3/aerodinamica>.

Aerodinámica general, (24 de Junio de 2011) Disponible: <https://es.slideshare.net/RUBENMEDPILOT/aerodinamica20-general2011>.

Apis Cor (s.f) Disponible: <https://www.apis-cor.com/>.

ArchiDaily (11 de Mayo, 2017) ¿Y si parametrizamos la vivienda de emergencia? Tres casos para un proyecto español, Disponible: https://www.archdaily.co/co/869996/y-si-parametrizamos-la-vivienda-de-emergencia-tres-casos-para-un-proyecto-espanol?ad_source=search&ad_medium=search_result_all

ArchiDaily (16 de Febrero, 2018) La impresión 3d se fusiona con la artesanía tailandesa para crear estructuras habitables en concreto, Disponible: <https://www.archdaily.co/co/889086/la-impresion-3d-se-fusiona-con-la-artesania-tailandesa-para-crear-estructuras-habitable-de-concreto>.

ArchiDaily (01 de abril de 2019) SEArch + Apis Cor ganan la última competencia de la NASA por hábitats impresión en 3D en marte Disponible: <https://www.archdaily.com/914177/search-plus-and-apis-cor-win-latest-nasa-competition-for-3d-printed-habitats-on-mars>.

ArchiDaily (23 de Diciembre, 2019) ¿Cómo influyo la impresión 3d en la arquitectura este 2019? Disponible: <https://www.archdaily.co/co/930546/como-se-desarrollo-la-impresion-3d-en-la-arquitectura-este-2019>.

ArchiDaily, Residencia estudiantil Z+BCG Arquitectos (s.f) Disponible: <https://www.archdaily.co/co/904707/residencia-estudiantil-z-plus-bcg-arquitectos>.

Arquetipo (2017) Disponible: <http://arketipo.com.co/proyecto-residencias-universitarias-uis/>.

Atlas de vientos de Colombia, IDEAM, (s.f) Disponible: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>.

Casa desorientada de Lucas Oberlander y Mateo López,(2014) Revista DeArq N°14, pág. 13-18.

Casas impresas en 3d (2020) Disponible: <http://www.rocagallery.com/es/3d-printed-homes>.

Casas impresas en 3d: 20 proyectos más importantes en 2020 (2020) Disponible: <https://all3dp.com/2/3d-printed-house-3d-printed-building/>.

Concreto (2020) Disponible: <https://www.instagram.com/concreto/?hl=es-la>.

El futuro de vivir en la tierra (s.f) Disponible: <https://www.aispacefactory.com/tera>.

Guías de asistencia técnica para la elaboración de vivienda de interés social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (2012) pág 11- 22.

La forma de la arquitectura ante el sol y el efecto del viento (s.f) Disponible: <https://ovacem.com/forma-de-la-arquitectura-incentivada-por-la-eficiencia-energetica/>.

Luz, materia, estrategias proyectuales para la iluminación de espacios arquitectónicos” de Pinzón, Rodríguez, Sánchez, Villazón (2018) pág 7-13.

Maarten Goossens (2014) Jorge Gaitán Cortés y la introducción del urbanismo moderno en Colombia, Revista De-Arq N°14, pág 16-33.

NASA (2020) Disponible: www.nasa.gov.

NASA 3D Printed Mars Habitat Challenge Phase 3 - Penn State - Virtual Construction Level 2

(30 de Abril de 2019) Disponible:

https://www.youtube.com/watch?v=iVDY5m2lx3w&list=PLIS8GjtndMvyYZDpApv_iNuTokC4y15X9&index=17&t=305s.

NTSH 006, ICONTEC (2004), pág 7-21.

Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2014-2027.

Que es la impresión 3d? <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>.

Residencias universitarias UIS (2020) Disponible:

<https://www.facebook.com/residencias.universitariasuis/photos/a.897903220307811/1528836263881167/>

Resolución N°0322 (2016) PEMP UIS, pág 19-31.

Revolución tecnológica: el uso de las impresoras 3d (s.f) Disponible: <https://www.naturamedioambiental.com/revolucion-tecnologica-el-uso-de-las-impresoras-3d/>.

Sunpath (2019) Disponible: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>.

Universidad industrial de Santander (2020) Disponible: www.uis.edu.co.

Universidad industrial de Santander (2020) Disponible:

<https://www.facebook.com/uisenlinea/videos/2353474201335037>.

Apéndices

Apéndice A. Conjunto de memorias descriptivas

Véase archivo en fuente externa

Apéndice B. Conjunto de planos arquitectónicos

Véase archivo en fuente externa