



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

**LA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN MODULAR EVALUADA DESDE EL TRIANGULO DE
LA TRIPLE RESTRICCIÓN Y APLICADA AL SECTOR EDUCATIVO EN COLOMBIA**

SERGIO EDUARDO DE LA PUENTE MOLINA

JORGE LUIS ESPITIA TICORA

OSCAR ANDRES CAPERA RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C. JUNIO 2018



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	9
1 GENERALIDADES	11
1.1 LINEA DE INVESTIGACION	11
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2.1 Antecedentes del Problema	12
1.2.2 Pregunta de Investigación	13
1.2.3 Variables del Problema	13
1.3 JUSTIFICACION	14
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 Objetivo General	16
1.4.2 Objetivos Específicos	16
1.5 C RONOGRAMA	17
1.6 PRESUPUESTO	18
2 MARCOS DE REFERENCIA	22
2.1 MARCO TEORICO	22
2.1.1 Sistema Constructivo Tradicional	22
2.1.2 Sistema Constructivo Industrializado	23
2.1.3 Experiencias de Arquitectura Modular Anteriores a 1930	27

2.2	MARCO CONCEPTUAL	28
2.2.1	Construcción	28
2.2.2	Sistema Constructivo	28
2.2.3	Sistema Constructivo Tradicional	29
2.2.4	Construcción Tradicional	29
2.2.5	Sistema Constructivo Industrializado	30
2.2.6	Construcción Industrializada	30
2.2.7	Industrialización	30
2.2.8	Prefabricación	31
2.2.9	Modulo	32
2.2.10	Construcción Modular	32
2.2.11	Educación Superior	33
2.3	MARCO JURÍDICO	34
2.3.1	Decreto 19 de 2012 "Ley Anti Tramites"	34
2.3.2	Decreto 1469 de 2010	35
2.3.3	Resolución 70 de 2001 Instituto Geográfico Agustín Codazzi	35
2.3.4	Análisis Normativo	36
2.4	MARCO GEOGRÁFICO	37
2.5	MARCO DEMOGRÁFICO	41

2.5.1	Universidad la Gran Colombia	42
2.5.2	Universidad del Rosario	43
2.5.3	Universidad de la Salle	43
2.5.4	Politécnico Gran Colombiano	43
2.5.5	Universidad de la CUC	44
3	METODOLOGÍA	46
3.1	TIPO DE ESTUDIO	46
3.2	FASES DEL TRABAJO DE GRADO	46
3.3	INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS	47
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.5	ALCANCES Y LIMITACIONES	49
3.5.1	Alcances	49
3.5.2	Limitaciones	49
4	PRODUCTOS A ENTREGAR	50
4.1	1ª Etapa	50
4.2	2ª Etapa	50
5	DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS	51
5.1	APORTE DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS	134
5.2	COMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACION CON LOS RESULTADOS	

5.3	ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACION	137
6	NUEVAS AREAS DE ESTUDIO	138
7	CONCLUSIONES	139
8	BIBLIOGRAFÍA	144

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO SEMESTRE I 2018 (FUENTE PROPIA)	17
FIGURA 2: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO SEMESTRE II 2018 (FUENTE PROPIA)	18
FIGURA 3: PRESUPUESTO GLOBAL DE PROPUESTA POR FUENTES DE FINANCIACIÓN EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA)	18
FIGURA 4: DESCRIPCIÓN DE LOS GASTOS DE PERSONAL EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA)	19
FIGURA 5: DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE USO PROPIO EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA).....	19
FIGURA 6: MATERIALES Y SUMINISTROS EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA)	19
FIGURA 7: VALORACIÓN DE LAS SALIDAS DE CAMPO EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA)	20
FIGURA 8: PUBLICACIONES EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA)	20
FIGURA 9: SERVICIOS TÉCNICOS EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA).....	20
FIGURA 10: DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LOS VIAJES EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA)	21
FIGURA 11: ADMINISTRACIÓN EN MILES DE \$ (FUENTE PROPIA).....	21
FIGURA 12. LOCALIZACIÓN DE PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO (FUENTE: CABRERA J. A., 2010, PÁG. 47)	25
FIGURA 13: LOCALIZACIÓN DE PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO (FUENTE: CABRERA J. A., 2010, PÁG. 47)	26
FIGURA 14: LOCALIZACIÓN DE PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO (FUENTE: ECONOMÍA DEL DESARROLLO, 2010).....	26
FIGURA 15: PORCENTAJE MATRICULAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR (FUENTE: MEN, SACES 2016)	34
FIGURA 16: ANÁLISIS NORMATIVO (FUENTE PROPIA)	36
FIGURA 17: UNIVERSIDADES DE COLOMBIA (FUENTE: HTTP://WWW.UNIVERSIA.NET.CO	37
FIGURA 18: UNIVERSIDADES DE COLOMBIA (FUENTE: HTTP://WWW.UNIVERSIA.NET.CO).....	38
FIGURA 19: UNIVERSIDADES DE COLOMBIA (FUENTE: HTTP://WWW.UNIVERSIA.NET.CO).....	39
FIGURA 20: UNIVERSIDADES DE COLOMBIA (FUENTE: HTTP://WWW.UNIVERSIA.NET.CO).....	40
FIGURA 21. LISTADO DE UNIVERSIDADES DE BOGOTÁ Y MARCO DEMOGRÁFICO A DESARROLLAR (FUENTE PROPIA)	41
FIGURA 22: ZONIFICACIÓN DEL CAMPUS (FUENTE PROPIA)	42
FIGURA 23: CAMPUS UNIVERSIDAD DE LA SALLE (FUENTE: GOOGLE MAPS).....	43
FIGURA 24: FOTO EDIFICIO MODULAR (FUENTE: CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC).....	45
FIGURA 25: POBLACIÓN Y MUESTRA (FUENTE PROPIA)	48
FIGURA 26: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO (FUENTE PMBOK 5TA EDICIÓN)	51
FIGURA 27: MODELO CONSTRUCCIÓN EDT/WBS (FUENTE ELEARNFACTORY.COM).....	54
FIGURA 28: DEFINICIÓN CONSTRUCCIÓN MODULAR (FUENTE ABCMODULAR.COM) Y DEFINICIÓN CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL (FUENTE SISTEMACONSTRUCTIVO.BLOGSPOT.COM)	68
FIGURA 29: MAPA DE PROCESOS (FUENTE SMARTBRIX.COM)	81
FIGURA 30: DESCOMPOSICIÓN EDT PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA).....	83
FIGURA 31: DESCOMPOSICIÓN EDT PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA).....	84

FIGURA 32: DESCOMPOSICIÓN EDT PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA)	85
FIGURA 33: DESCOMPOSICIÓN EDT PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA)	86
FIGURA 34: LÍNEA BASE DEL ALCANCE PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	87
FIGURA 35: LÍNEA BASE DEL ALCANCE PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA).....	88
FIGURA 36: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO (FUENTE PMBOK 5TA EDICIÓN).....	89
FIGURA 37: MATRIZ DE RIESGOS (FUENTE PROPIA).....	93
FIGURA 38: REGISTRO DE RIESGOS PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	94
FIGURA 39: RESULTADO DE RIESGOS PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	94
FIGURA 40: PLAN DE ACCIÓN DE RIESGOS PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	95
FIGURA 41: MATRIZ DE RIESGOS (FUENTE PROPIA).....	96
FIGURA 42: REGISTRO DE RIESGOS PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA).....	96
FIGURA 43: RESULTADO DE RIESGOS PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA)	96
FIGURA 44: PLAN DE ACCIÓN DE RIESGOS PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA).....	97
FIGURA 45: CRONOGRAMA PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	98
FIGURA 46: CRONOGRAMA PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	99
FIGURA 47: CRONOGRAMA PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	100
FIGURA 48: CRONOGRAMA PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA).....	101
FIGURA 49: CRONOGRAMA PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA).....	102
FIGURA 50: CRONOGRAMA PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA).....	103
FIGURA 51: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO (FUENTE PMBOK 5TA EDICIÓN)	104
FIGURA 52: EDT PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	109
FIGURA 53: EDT PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA)	109
FIGURA 54: EDT PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA).....	119
FIGURA 55: EDT PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA).....	119
FIGURA 56: FLUJO DE CAJA PROYECTO MODULAR (FUENTE PROPIA).....	126
FIGURA 57: FLUJO DE CAJA PROYECTO CONVENCIONAL (FUENTE PROPIA)	128
FIGURA 58: COMPARACIÓN CONSTRUCCIONES - ANÁLISIS OBJETIVO 2 (FUENTE PROPIA)	129
FIGURA 59: COMPARACIÓN CONSTRUCCIONES - ANÁLISIS OBJETIVO 2 (FUENTE PROPIA)	130
FIGURA 60: CUADRO COMPARATIVO ALCANCE – ANÁLISIS OBJETIVO 3 (FUENTE PROPIA)	131
FIGURA 61: CUADRO COMPARATIVO TIEMPO – ANÁLISIS OBJETIVO 3 (FUENTE PROPIA).....	132
FIGURA 62: CUADRO COMPARATIVO COSTO – ANÁLISIS OBJETIVO 3 (FUENTE PROPIA)	133
FIGURA 63: CONCLUSIÓN ALCANCE DEL PROYECTO – FUENTE PROPIA.....	139
FIGURA 64 CONCLUSIÓN TIEMPO DEL PROYECTO – FUENTE PROPIA	140
FIGURA 65: CONCLUSIÓN COSTO DEL PROYECTO – FUENTE PROPIA.....	141
FIGURA 66: ANÁLISIS FINAL COMPILADO AMBOS SISTEMAS – FUENTE PROPIA	142

INTRODUCCIÓN

El presente documento se estructura a partir de un proceso de investigación basado en la evolución de la construcción modular y su relación con la construcción tradicional, esto con el propósito de dar a conocer las ventajas y desventajas que cada una establece, resaltando sus características físicas, funcionales y económicas que las caracterizan, con la finalidad de dar a entender si es posible puedan equilibrarse conjuntamente.

Debe, por tanto, remontarse en el pasado tanto cuanto sea necesario para completar el conocimiento del presente y situar la arquitectura y construcción modular actual en su justa medida en relación al ámbito geográfico que nos ocupa. [1, p. 3]

Es por esto que se estructura el documento con base a la trascendencia histórica que ha venido transformando la forma de ver la arquitectura y sus sistemas constructivos, específicamente en la evolución de los procesos de industrialización que conllevan a integrar una construcción modular prefabricada sobre un entorno específico.

La motivación del proyecto de investigación es conocer el límite de aplicación de la construcción no convencional modular, ¿hasta dónde es factible implementarla? Conocer si tiene las mismas capacidades de resistencia que un sistema constructivo tradicional, Saber si logramos reducir tiempos y costos en ejecución, además de validar si el margen de rentabilidad es favorable y establecer si es aplicable al uso educativo con énfasis en la educación superior.

Lo más relevante de la presente, es dar a conocer hasta qué punto la construcción modular no convencional puede contrarrestarse o adaptarse frente a un sistema constructivo tradicional; de este modo establecer su viabilidad constructiva evaluada desde el triángulo de la triple restricción que se evidencia en la Guía PMBOK 5ta Edición Capítulo 1.

El objeto de estudio está basado en la construcción modular prefabricada como una

alternativa para la aplicación en la arquitectura colombiana frente a la construcción tradicional arraigada a lo convencional.

Parte del alcance tangible del documento es que tenga un aporte significativo para la gestión de proyectos e incentive a las empresas dedicadas a la construcción, a evaluar la posibilidad de aplicar la construcción modular prefabricada según sea necesario y por ende desde la parte Gerencial funcione como una herramienta de toma de decisiones en pro de un beneficio tanto empresarial como de sus directos interesados, además, la finalidad del alcance intangible corresponde a darle valor a la construcción no convencional modular y generar una aceptación social de las nuevas tendencias de la Arquitectura para romper el paradigma de que la construcción modular es ineficiente; sustentado con una evaluación comparativa real de los dos tipos de construcción.

1 GENERALIDADES

1.1 LINEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión Integral y Dinámica de las Organizaciones Empresariales.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La construcción modular prefabricada en Colombia ha venido presentando aceptación en los últimos 20 años dentro de las diferentes ramas convencionales de la construcción, aunque no ha sido aceptada en su totalidad ha ganado gran importancia en los diferentes sectores de acuerdo a sus bajos tiempos de ejecución, costos y diferentes usos, es por esto que se plantea el problema de realizar una investigación comparativa entre los dos tipos de construcciones y poder llegar a determinar la viabilidad de la construcción modular frente a la convencional de acuerdo al triángulo de la triple restricción aplicado a un proyecto del sector educativo. [2]

Una de las razones o motivos por los cuales este tipo de construcción no ha tenido la aceptación completa en la sociedad es porque se ha concentrado solo en sectores como la salud, empresarial, bienestar social y sector minero (campamentos), dejando a un lado algunos de los sectores más importantes de la construcción como lo son la vivienda y la educación. Además, otro de los motivos relevantes es el concepto en general que se le ha dado a este tipo de construcción el cual es el de temporalidad, por lo que se ha entendido como algo que podría cambiar o deteriorarse con el tiempo y no como algo que se mantendrá y durara a largo plazo. [2]

El tema legal en Colombia para este tipo de construcciones se ha venido desarrollando bajo un concepto jurídico de NO requerir licencia de construcción ante el ente regulador ya que dentro de la NSR10 es concebido como un suministro e instalación de equipos, aunque cabe resaltar que se deben realizar los estudios técnicos de suelos y estructurales correspondientes. [2]

La sociedad actualmente genera ante este tipo de construcción de una u otra forma escepticismo de acuerdo al marco legal que rige en el país a pesar de lo expresado en el párrafo anterior sobre los estudios que se realizan para la correcta ejecución de los proyectos constructivos modulares. [2]

1.2.1 Antecedentes del Problema

Durante el transcurso de la historia de la arquitectura y la construcción se ha incursionado en procesos o métodos que acceden a la optimización del desarrollo y ejecución de proyectos en el menor tiempo posible y con los recursos adecuados que permita llegar a un alcance planificado, lo que ha llevado a aislarnos de la construcción convencional, de un proceso prácticamente lineal que consiste en actividades una después de otra y por lo general conllevan a momentos improductivos dentro de la ejecución, los cuales como resultado presentan un incremento de tiempo y costo. [3]

Con el objetivo de mejorar los indicadores de costo, tiempo y alcance dentro de un proyecto se comenzó a explorar nuevas opciones, nuevos sistemas constructivos más industrializados y estandarizados y paralelamente se ha tenido que redefinir el equilibrio entre lo racional y lo estético dentro del diseño. Uno de los primeros ejemplos que adoptó la construcción modular fue a mediados del siglo XX con el proyecto Kit Houses en donde consiguieron reducción en los costos y un 40% en tiempo de ejecución gracias a la modulación de los elementos estructurales y de carpintería y sucesivamente en el transcurso de las décadas se fueron explorando lentamente debido al arraigo de los sistemas tradicionales que existen... [3]

Con el desarrollo de varios proyectos como la casa de Meudon de Jean Pruve, Capsule Tower, el Dymaxion de Fuller entre otros, que se fueron desarrollando bajo el principio modular fue siendo más evidente el mejoramiento de los tiempos y la disminución de los imprevistos, aumentando los niveles de calidad y la rentabilidad, factores que se están volviendo muy

relevantes en las diferentes metodologías ágiles como la guía PMBOK en su 5ta edición. . [3]

Durante el desarrollo de la construcción y la arquitectura modular se ha permitido desarrollar distintos sistemas constructivos modulares compartiendo unas mismas ventajas y características generales, por ejemplo, se pasa de construir (in situ) a fabricar proyectos, ya que se realiza una prefabricación industrial y en obra solo se realiza el posterior montaje o ensamble lo cual conlleva a una planificación más precisa.

Un proyecto en base a la industrialización de la construcción reduce el número de dudas en obra, a la vez se reducen las obras de construcción. Las ventajas de la misma son: producción en taller y montaje en obra, tiempos más cortos de realización y la no necesidad de contratar mano de obra especializada, todo lo cual, incrementa el resultado en cuanto a calidad y precio. [4, p. 61]

En su ejecución, sus principales ventajas son su adaptabilidad a cualquier tipo de uso y la opción de portabilidad de la edificación de un lugar a otro reutilizando el 80% de sus elementos.

1.2.2 Pregunta de Investigación

¿Puede el Sistema Modular Prefabricado igualarse a un Sistema Constructivo Convencional evaluado desde el triángulo de la triple restricción de la guía PMBOK 5 Edición?

1.2.3 Variables del Problema

En gran parte los sistemas constructivos modulares se han venido desarrollando y fabricando en el exterior como en países de España y China lo que conlleva a realizar importaciones en cada ocasión que se requiera construir un proyecto, lo cual, es uno de los procesos que impacta fuertemente en la planeación y el desarrollo, por ejemplo; si se mira a grandes rasgos el proceso que implica importar un proyecto tomaría un promedio de 60 días por

lo que estarían distribuidos entre las responsabilidades del vendedor y las del comprador que constan en transporte de origen a puerto, tramite de aduana, derechos aduaneros, pagos de tributos aduaneros y el desaduana-miento. Esto nos demuestra que es una de las actividades que representa el 80% del éxito del proyecto ya que, con el avance de esta nueva forma de construcción en el país está demostrado que la ejecución de un proyecto esta en promedio entre los 60 y 90 días.

Cuando se realiza un proyecto de construcción modular implica una coordinación entre las diferentes disciplinas técnicas y sus elementos constructivos ya que, el proceso de ensamble de la edificación no permite cambios in-situ lo que conlleva a realizar un despiece y prefabricación exacta.

Uno de los principales sistemas modulares que ha venido incursionando a nivel nacional ha sido el de estructuras modulares las cuales han presenta una limitante en altura, su capacidad llega de 4 a 5 niveles que sumados permiten alcanzar de 12 a 15 metros de altura, lo cual implica que solamente se puede aplicar a ciertas categorías de proyectos.

Este tipo de estructuras modulares solo permiten que sus diseños sean proyectos muy rígidos y ortogonales, limitando a crear formas orgánicas y grandes espacios debido a sus condiciones estructurales lo cual no permiten grandes luces o distancias entre sus columnas principales.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pretende dar a conocer la relevancia que tiene la construcción no convencional modular en la actualidad frente a la construcción tradicional, el documento permite evaluar una misma edificación basada en dos sistemas diferentes, que contemplan una serie de variables de tal modo que benefician o contrarrestan su debido proceso y resultado.

El propósito global es generar un marco comparativo para las empresas dedicadas a la construcción con el fin de facilitar la toma de decisiones para la gestión de proyectos según se requiera su aplicación. Lo anterior, es conveniente porque incentiva a las empresas a adoptar y ofrecer un tipo de arquitectura de innovación ya que el punto de partida es proporcionar construcciones que generan una transformación social de tal modo que el producto sea una arquitectura de alto impacto en beneficio al redesarrollo de una comunidad, lo anterior, funcionaría como una estrategia para recibir aceptación por parte de los usuarios y poco a poco ir posicionando el sistema no convencional modular como alternativa de construcción.

A una escala más amplia, se tiene en cuenta que algunos países del continente Asiático y Europeo que son líderes en la implementación de este sistema a través de su historia y a lo largo del tiempo, han presentado ciertas problemáticas sociales que los han llevado a establecer una arquitectura más eficiente con la industrialización de módulos como un proceso de innovación en la construcción, integrando ciertas características esenciales como la eficiencia energética, la velocidad de ejecución, su vida útil y la facilidad de transporte.

Colombia es un país que cuenta con grandes empresas de gran trascendencia en la construcción de edificaciones e infraestructura, desde el punto de vista de la oportunidad, la construcción modular prefabricada podría llegar a ser un plus en la construcción de nuestro país, comprendiendo la renovación y el desarrollo como punto de partida.

Si bien se menciona anteriormente, la variable principal de oportunidad es el tema de importación de los módulos desde España y China hacia Colombia. Otra oportunidad para el desarrollo del país, es promover la creación de industrias dedicadas al desarrollo técnico de fabricación para la estandarización modular con el único propósito de alcanzar la eficiencia que conlleva el alcance, el tiempo y el costo para su ejecución.

Se deben adaptar las nuevas tendencias de la construcción o al menos evaluar la posibilidad de integrarla según sea necesario, es importante tener en cuenta que su aplicación tiene como propósito mejorar la habitabilidad de un determinado usuario, fortalecer la industria, la innovación e infraestructura además de potencializar el redesarrollo de una comunidad, lo cual está en relación con el noveno objetivo de la ONU para el desarrollo sostenible del mundo.

Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. [5]

Los beneficios esperados a partir del trabajo de investigación a desarrollar, son: Tener claro si es factible aplicar la construcción no convencional modular a proyectos educativos, también, como apoyo a las empresas dedicadas a la construcción que pueden utilizar el marco comparativo como soporte para la Gerencia de Obras, además de generar aceptación social de la arquitectura y construcción modular y promover la construcción de transformación a partir de una arquitectura de gran impacto.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la construcción modular no convencional frente a la construcción tradicional convencional para Instituciones de Educación Superior bajo los juicios en relación al alcance, tiempo y costo según el triángulo de la triple restricción de la Guía PMBOK 5ta Edición Capitulo 1.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar cada una de las construcciones teniendo en cuenta los diversos elementos o juicios en relación al alcance, tiempo y costo según el triángulo de la triple restricción de la Guía PMBOK 5ta Edición Capitulo 1.

- Comparar las construcciones según los resultados obtenidos de acuerdo a sus diferentes características para identificar sus relaciones y/o diferencias.
- Justificar mediante un cuadro comparativo las razones para demostrar si la construcción modular prefabricada se iguala o no a la construcción convencional para Instituciones de Educación Superior.

1.5 CRONOGRAMA

- Cronograma Semestre I 2018

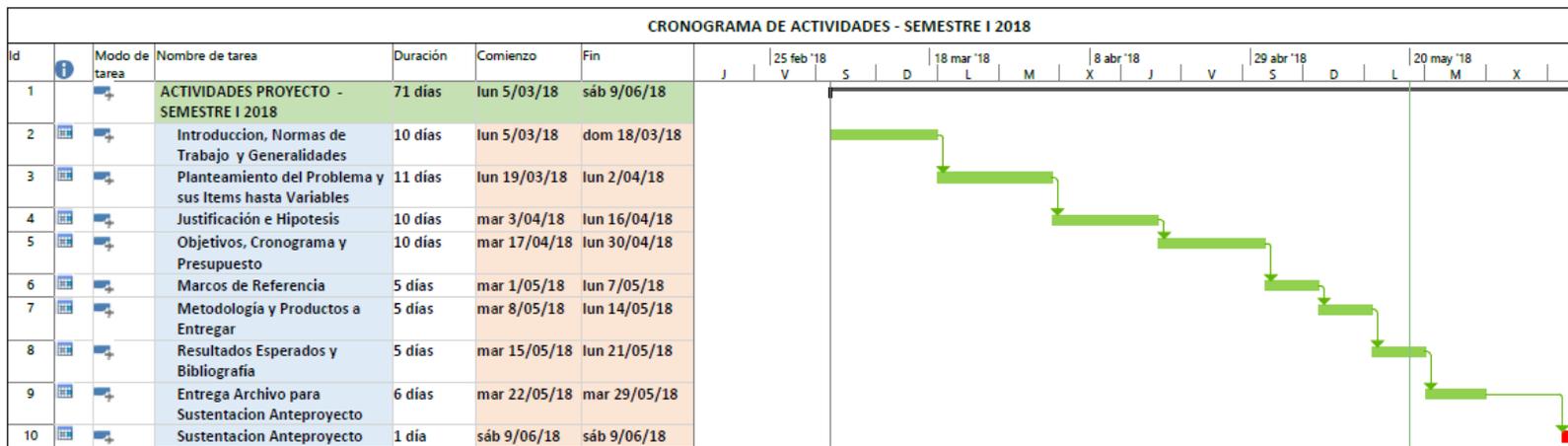


Figura 1: Cronograma de Actividades del Proyecto Semestre I 2018 (Fuente Propia)

GASTOS DE PERSONAL				
DESCRIPCION	FORMACION	FUNCION	DEDICACION	VALOR
Investigador 1	Profesional Universitario	Investigar, Analizar y Demostrar	Medio Tiempo	\$ 4.000.000
Investigador 2	Profesional Universitario	Investigar, Analizar y Demostrar	Medio Tiempo	\$ 4.000.000
Investigador 3	Profesional Universitario	Investigar, Analizar y Demostrar	Medio Tiempo	\$ 4.000.000
VALOR TOTAL PERSONAL				\$ 12.000.000

Figura 4: Descripción de los gastos de personal en miles de \$ (fuente propia)

GASTOS DE USO DE EQUIPOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JUSTIFICACION	USO EN MESES	VALOR
Portatil	3	Recopilacion de Informacion, Analisis de Datos y Generacion de Documentos	8	\$ 6.000.000
Camara Fotografica y Video	1	Toma de Fotografias y Videos de Entrevistas	4	\$ 1.000.000
Grabadora de Audio	1	Grabado de Audios de Entrevistas	4	\$ 200.000
Impresora	1	Impresión de Documentos e Informes	4	\$ 600.000
VALOR TOTAL EQUIPOS				\$ 7.800.000

Figura 5: Descripción y cuantificación de los equipos de uso propio en miles de \$ (fuente propia)

GASTOS DE MATERIALES			
DESCRIPCION	CANTIDAD	JUSTIFICACION	VALOR
Papeleria	Global	Impresiones, Fotocopias, Utiles Menores	\$ 200.000
Video	1	Representacion de un Proyecto Real Construido	\$ 500.000
VALOR TOTAL MATERIALES			\$ 700.000

Figura 6: Materiales y suministros en miles de \$ (fuente propia)

GASTOS DE SALIDAS DE CAMPO			
DESCRIPCION	CANTIDAD	JUSTIFICACION	VALOR
Universidad del Rosario	1	Entrevistas a Usuarios de Proyecto Real Construido	\$ 100.000
Universidad Gran Colombia	1	Entrevistas a Usuarios de Beneficios Esperados	\$ 100.000
Universidad La Salle	1	Entrevistas a Usuarios de Beneficios Esperados	\$ 100.000
Institucion Universitaria Politecnico Grancolombiano	1	Entrevistas a Usuarios de Beneficios Esperados	\$ 100.000
VALOR TOTAL SALIDAS DE CAMPO			\$ 400.000

Figura 7: Valoración de las salidas de campo en miles de \$ (fuente propia)

GASTOS DE PUBLICACIONES			
DESCRIPCION	CANTIDAD	JUSTIFICACION	VALOR
Publicaciones	1	Publicacion Foro	\$ 100.000
VALOR TOTAL PUBLICACIONES			\$ 100.000

Figura 8: Publicaciones en miles de \$ (fuente propia)

GASTOS DE SERVICIOS TECNICOS			
DESCRIPCION	CANTIDAD	JUSTIFICACION	VALOR
Servicios Tecnicos	Global	Soporte Tecnico y Mantenimiento de Equipos	\$ 500.000
VALOR TOTAL SERVICIOS TECNICOS			\$ 500.000

Figura 9: Servicios Técnicos en miles de \$ (fuente propia)

GASTOS DE VIAJES						
DESCRIPCION	PERSONAS	JUSTIFICACION	PASAJES	ESTADIA	DIAS	VALOR
Viaje a Barranquilla	3	Visita a Proyecto Real Construido Icono de la Construcción Modular para Entrevistas a Usuarios y toma de Audios, Fotografías y Vídeos	\$ 2.100.000	\$ 900.000	2	\$ 3.000.000
VALOR TOTAL VIAJES						\$ 3.000.000

Figura 10: Descripción y justificación de los viajes en miles de \$ (fuente propia)

GASTOS DE ADMINISTRACION			
DESCRIPCION	CANTIDAD	JUSTIFICACION	VALOR
Administración del Proyecto	Global	Administración del Proyecto en la Totalidad de sus Etapas	\$ 500.000
VALOR TOTAL ADMINISTRACION			\$ 500.000

Figura 11: Administración en miles de \$ (fuente propia)

2 MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Sistema Constructivo Tradicional

Las técnicas de construcción tradicionales consistían en un bagaje de soluciones a los problemas particulares que el medio, los materiales o la búsqueda de la máxima funcionalidad planteaban a la hora de construir una vivienda concreta. A este factor se unía la necesidad de completar la obra en un período acotado de tiempo: el que había entre la cosecha y el período de lluvias. . Las tradiciones locales generaban sus propias tipologías independientemente de los factores geográficos y climáticos de esta forma, la idiosincrasia cultural y la disponibilidad de recursos materiales daban como resultado proyectos individuales que se iban modificando en función de las dificultades que surgían en la construcción. [6]

El ladrillo cocido no era accesible para muchos de los habitantes del medio rural La cocción elevaba el precio del material obligando al constructor a buscar una solución de semejante funcionalidad pero de inferior coste económico, el adobe era una opción válida para sustituir el ladrillo Su coste era nulo ya que dependía exclusivamente del tiempo dedicado por el constructor a confeccionar las adobas mediante un molde de madera y barro y su resultado, una vez revocado y protegido con mampostería en su parte inferior, era similar al del ladrillo. La evolución de los asentamientos humanos y el desarrollo de sus modos de vida dejan su huella en los programas de necesidades que se manifiestan en las construcciones. En este sentido, podemos observar una evolución en las técnicas empleadas en las construcciones tradicionales: mejor empleo del ladrillo, sustitución de morteros de barro por morteros de cal, o aparición de entramados de madera que permiten elevar la altura de las edificaciones. [6]

Al no haber medios de transporte que pudiesen recorrer largas distancias, los materiales necesariamente tenían que ser locales y proceder de las proximidades del lugar donde se iba a llevar a cabo la obra. De esta forma, era el propio paisaje el que decidía la materia prima de las construcciones que lo iban a poblar. En el mundo contemporáneo, la situación es precisamente

la contraria: los materiales se imponen al paisaje recorriendo largas distancias desde su lugar de origen. [6]

El barro es quizás, el material de construcción más antiguo de la humanidad. De hecho, el barro se encuentra presente en las viviendas más antiguas conocidas, estas son, construcciones que datan del año 8.300 a.C., excavadas en Oriente Próximo, de forma circular y levantadas con ladrillos de adobe. Incluso la ciudad de Atenas, contrariamente a la creencia popular que la imagina como una ciudad construida en mármol, estaba edificada mediante ladrillos de adobe. Esta sencilla mezcla de arcilla con paja que una vez compactada es dejada secar al sol, ha acompañado al ser humano desde que empezó a construir. Y sigue empleándose en muchas regiones del mundo como un método sencillo, duradero y ecológicamente impecable. El adobe ha sido empleado en todos aquellos lugares donde la geología y el clima lo han permitido. Su fácil elaboración permitía que los propios habitantes de las viviendas confeccionasen sus propios ladrillos. Para hacerlo bastaba con que hubiese en la zona tierra arcillosa. Se mojaba, se batía, se colocaba dentro de unos marcos y se dejaba secar al sol. Para los últimos retoques bastaba con prensarlo con la mano, nivelarlo y desmoldarlo. El terreno ideal para confeccionar el adobe son las cuencas limosas próximas a los ríos. En ellas se puede obtener una arcilla untuosa, muy apropiada para moldear ladrillos de adobe. Hacia finales de los años 50 los canales fueron introducidos junto con las ventanas giratorias. Al final de los años 50 y 60 se hicieron esfuerzos para mejorar la velocidad y eficiencia en el sistema constructivo tradicional por la combinación de tecnología y maquinaria, componentes hechos en fábricas junto a las prácticas tradicionales, por racionalizar el enfoque tradicional y en los sesentas se empezó a implementar la calefacción. [6]

2.1.2 Sistema Constructivo Industrializado

La industrialización en la construcción estalla como consecuencia de la Primera Guerra Mundial, debido a la escasez mundial de materiales y mano de obra que esta trajo consigo, lo que aumento los costos de construcción. Este hecho causo un creciente interés en el desarrollo de la prefabricación de hormigón pre esforzado como un medio de reducir el alto costo de la mano de obra y lo caro de incluir formaletas en las construcciones de hormigón vertido en 'in

situ' (...). Muchos constructores pensaron ¿Por qué construir dos veces, una vez en madera y finalmente en hormigo? De 1918 a 1939 la mayor parte del interés y trabajo en prefabricaciones se llevó a cabo en aquellas áreas más severamente atacadas por la guerra, entre ellas, Inglaterra, Europa Occidental y Rusia. Durante la etapa se realizaron investigaciones acerca de la forma de producir piezas prefabricadas estándar, tales como las usadas en edificios, ductos de tubería, puentes, etc. De esta manera hubo un gran progreso en la prefabricación de unidades para casas individuales así como también para condominios. Más adelante; la escasez de viviendas, mano de obra especializada y material, que existía en Europa, como consecuencia de la segunda guerra mundial, motivo un cambio en la escala de desarrollo de los sistemas de construcción. En algunos países de Europa como Francia, comienza la industrialización cuando se pone de manifiesto la necesidad de 250.00 viviendas anuales en los años posteriores a la guerra. Esto lleva a la realización de los primeros concursos para sistemas, como lo fue la operación Quaide Rotterdam a Estrasbourg de 800 viviendas. La Fabrica Montesson fue la primera en el mundo en ofrecer un sistema industrializado y recibió, en 1952, un contrato de 4.000 viviendas en paneles prefabricados, 2.000 al año. [7, p. 17]

Los países en vía de desarrollo, son en general. Países que no han logrado un nivel significativo de industrialización relativa a sus poblaciones, y que tienen un estándar de vida alto. Hay una fuerte correlación entre ingresos medios y un gran crecimiento de la población.

Lista de países en vía de Desarrollo: Para este listado se consideran las siguientes economías que emergen y que se convierten según el fondo monetario internacional (FMI) en su informe para las perspectivas para la economía Mundial. (Nova Cabrera, J, 2010) Los siguientes países tienen la capacidad de integrar la construcción de edificaciones con un sistema modular prefabricado. [7, p. 17]

Afganistán	Albania	Argelia
Angola	Antigua y Barbuda	La Argentina
Armenia	Azerbaijan	Bahamas
Bahrein	Bangladesh	Barbados
Belarus	Belice	Benin
Bhután	Bolivia	Botswana
Bosnia y Herzegovina	Brasil	Brunei Darussalam
Madagascar	Malawi	Malasia
Maldives	Mali	Mauritania
Isla Mauricio	México	Moldova
Mongolia	Montenegro	Marruecos
Mozambique	Myanmar	Namibia
Nepal	Nicaragua	Niger
Nigeria	Omán	Paquistán
Panamá	Papua Nueva Guinea	Paraguay
Perú	Filipinas	Polonia
Qatar	Rumania	Rusia
Rwanda	Samoa	São Tomé y Príncipe
La Arabia Saudita	Senegal	Serbia
Seychelles	Sierra Leona	Eslovaquia
Islas de Solomon	Somalia	Suráfrica
Sri Lanka	Santo Kitts y Nevis	Santo Lucia
Santo Vincent y los Grenadines	Sudán	Suriname

Figura 12. Localización de Países en Vía de Desarrollo (fuente: Cabrera J. A., 2010, pág. 47)

Bulgaria	Burkina Faso	Burundi
Camboya	Camerún	Cabo Verde
República Centroafricana	Sábalo	Chile
China	Colombia	El Comoro
República democrática del Congo	República del Congo	Costa Rica
d'Ivoire de Côte	Croatia	República checa
Djibouti	Dominica	República Dominicana
Ecuador	Egipto	El Salvador
Guinea ecuatorial	Estonia	Eritrea
Etiopía	Fiji	Gabón
Gambia	Georgia	Ghana
Grenada	Guatemala	Guinea
Guinea-Bissau	Guyana	Haití
Honduras	Hungría	La India
Indonesia	Irán	Iraq
Jamaica	Jordania	Kazakhstan
Kenia	Kiribati	Kuwait
Kyrgyzstan	Laos	Latvia
Líbano	Lesotho	Liberia
Libia	Lituania	República de Macedonia

Figura 13: Localización de Países en Vía de Desarrollo (fuente: Cabrera J. A., 2010, pág. 47)



Figura 14: Localización de Países en Vía de Desarrollo (fuente: Economía del desarrollo, 2010)

2.1.3 Experiencias de Arquitectura Modular Anteriores a 1930

A partir de la generalización del uso de la fundición en la edificación, columnas y vigas de este material conforman el esqueleto de muchos edificios industriales, permitiendo cubrir grandes espacios con estructuras relativamente ligeras. Un viajero francés, de paso por Inglaterra, escribe: Sin el hierro y la fundición todas las construcciones tan bien aireadas e iluminadas, tan ligeras en apariencia, y que soportan, sin embargo, pesos enormes, como los almacenes de seis pisos del dock de Santa Catalina de Londres, serían gruesas y oscuras bastillas, con pesadas y feas vigas de madera, o con muros y contrafuertes de ladrillos. [1, p. 6]

La idea de llevar los componentes de la vivienda a la cadena de montaje puede sonar moderna, pero es centenaria. Las primeras casas levantadas con componentes modulares se empezaron a vender en 1837 entre los inmigrantes en Australia. Herbert Manning diseñó sus portables “colonial cottages” específicamente para ser transportados en barco. Todas las casas se construían en el taller de carpintería, y no se requería trabajo de obra, más allá de unos cimientos sencillos. Las viviendas que llegaban por tren a California durante la fiebre del oro de mediados del XIX o los primeros edificios en las colonias inglesas son otros ejemplos tempranos de esta manera de montar casas. [1, p. 6]

Eran de madera y, más tarde, de chapa metálica corrugada. En la segunda mitad del siglo XIX, más del 60% de las viviendas de Estados Unidos eran prefabricadas. Con el inicio del siglo XX llegaron los grandes catálogos de venta por correo. Aladdin fue la primera empresa que ofreció un kit con piezas cortadas y numeradas para levantar una casa que se elegía por catálogo. Y Sears vendió unas diez mil viviendas por correo entre 1908 y 1940. [1, p. 6]

En Europa, arquitectos como Mies Van der Roë, Walter Gropius, Le Corbusier o Alvar Aalto se plantearon, tras la Primera Guerra Mundial, el reto de crear “una nueva arquitectura para una nueva era” y se fijaron en el modelo de la incipiente industria automovilística para automatizar los procesos. Experimentaron con materiales como el acero y los bloques de hormigón. Otros, como Richard Buckminster Fuller, con una casa con forma hexagonal sujeta por un mástil

central, propusieron verdaderos ejercicios de estilo que no fueron entendidos por el público, más interesado en poseer una casa de apariencia sólida y estable que en propuestas experimentales. [1, p. 6]

El acercamiento de los arquitectos a las casas prefabricadas ha sido una constante desde los años veinte, pero no siempre ha ido acompañado de una posibilidad real de producción industrial. Desde los años noventa, sin embargo, a la necesidad de conseguir una vivienda asequible se ha unido la preocupación por otros valores como el respeto al medio ambiente y la sostenibilidad en la construcción, y los arquitectos cada día se apoyan más en materiales industriales Prefabricados. Esta opción no sólo acorta los plazos de ejecución sino que además permite la construcción en seco, un procedimiento que evita buena parte de los componentes que tradicionalmente se emplean en un edificio, como el hormigón armado, los morteros de cal, el cemento, el yeso o las mamposterías. Estos materiales condicionan, con su tiempo de fraguado, el rápido avance de la obra, generan muchos residuos y consumen mucha agua y energía en el transporte. [1, p. 6]

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Construcción

Se refiere a la acción de construir, de crear, de hacer, de ordenar y juntar un conjunto de partes necesarias de acuerdo tanto a una planificación como a los diversos medios que se tengan a disposición. La construcción de edificaciones se fundamenta así en utilizar los materiales seleccionados y aplicar determinadas técnicas dirigidas a la acción de construir para poder realizar un espacio habitable.” (Notas sobre materiales, técnicas y sistemas constructivos., 2008). [8]

2.2.2 Sistema Constructivo

Es el conjunto de materiales y componentes de diversa complejidad, combinados racionalmente y enmarcados bajo ciertas técnicas, que permiten realizar las obras necesarias

para construir una edificación, originando por lo tanto un objeto arquitectónico.” (Notas sobre materiales, técnicas y sistemas constructivos, 2008). [9, p. 2]

2.2.3 Sistema Constructivo Tradicional

Se consideran sistemas constructivos tradicionales a aquellos que tienen un grado de industrialización bajo, teniendo como factor fundamental la mano de obra, los muros en mampostería simple en ladrillo y la construcción de pórticos (vigas y columnas). [10]

2.2.4 Construcción Tradicional

Entendemos por “construcción tradicional” a la que realiza en el lugar “in situ” todas aquellas tareas necesarias para materializar la mayor parte de los subsistemas de un edificio. Este tipo de actividades, deben ser ejecutadas por personas calificadas que asimilaron sus oficios a través de la información recibida por sus antecesores, siendo por lo tanto, un aprendizaje “generacional” y como tal, la improvisación y espontaneidad son palabras frecuentes en el desempeño. Los materiales utilizados son prácticamente los mismos que se han utilizado por décadas, produciendo algunas variables en su lenguaje formal pero conservando las mismas técnicas de construcción (el progreso más significativo está vinculado con la inclusión de los mecanismos industriales en la producción de materiales de construcción). El proceso de vinculación entre las partes ha sido, en general, a través de juntas y uniones húmedas en base a cemento, cal y arena. Los espacios arquitectónicos quedan definidos por muros, que a su vez, están constituidos por bloques de tierra cocida que proponen en su sucesión, una especie de modulación, aunque, de ser necesario, éstos pueden seccionarse para conseguir las medidas deseadas. [11]

Posiblemente uno de los motivos más importantes de su difusión y actualidad esté relacionado con la nobleza y durabilidad de los edificios resultantes. [11]

2.2.5 Sistema Constructivo Industrializado

Son sistemas que aplican determinados principios de técnicas industriales, referidos a repetición de elementos, coordinación de dimensiones y especialización de mano de obra. Se citan como parámetros de industrialización, la rapidez de ejecución, la economía de materiales disponibles, reducción de personal y el aspecto cualitativo del producto. (...) además una Reducción de los accidentes, un aumento de la calidad debido al mayor control en la producción y lo que es más importante, una reducción de plazos (entendido como tiempo en obra) y reducción de algunos costos. (Descripción de los sistemas constructivos más utilizados para la construcción de vis en Colombia). [12, p. 34]

2.2.6 Construcción Industrializada

La construcción industrializada, en su más amplia acepción, es el resultado de la elaboración previa, organizada, cíclica y en serie de elementos, para que con un montaje ordenado y continuo se obtengan estructuras completas, buscando satisfacer las normas de calidad, rapidez, economía, resistencia, aspecto, habitabilidad, funcionalidad, confort y duración. Es por esto que se caracteriza por dos fases industrializadas: producción en serie y montaje posterior mediante acoplamiento de elementos y consolidación de uniones, o sea, construcción en serie y montaje. [13]

2.2.7 Industrialización

La industrialización como tal, viene precedida de un proceso racional de estudio y selección de los mejores métodos de producción y las tecnologías más eficaces que pueden ser aplicadas a la trama constructiva. [14]

Según el RIBA, la industrialización se entiende “como una organización que aplica los mejores métodos y tecnologías al proceso integral de la demanda, diseño, fabricación y construcción”, constituyendo un estado de desarrollo de la producción que lleva consigo una mentalidad nueva, diferente. DEL AGUILA, Alfonso. “La Industrialización de la Edificación de Viviendas”. Tomo 1.

2.2.8 Prefabricación

La prefabricación juega un papel importante en la continua industrialización de los sistemas constructivos en nuestro medio. El conocimiento específico requerido por los constructores se puede resumir por los siguientes puntos:

- a. Modulación: el uso repetitivo de elementos iguales es un factor que incide en la economía de un proyecto. Por esto, la repetición de módulos se ha convertido en un requisito previo de la prefabricación en general. "la técnica de la modulación no es nueva; a lo largo de la historia de la arquitectura se encuentran aplicaciones de la edificación modular coordinada utilizando elementos prefabricados. [16]
- b. Conocimiento de problemas prácticos en obra: existen consideraciones que deben de ser tomadas en cuenta en cuanto al montaje de un proyecto prefabricado. Dentro de estas pueden mencionar: accesibilidad de maquinaria pesada para el montaje y transporte de los productos, área de movilidad para la maquinaria, la existencia de cables eléctricos que pueden interferir con la movilización de las grúas, ubicación del proyecto, etc. [16]
- c. Normalización: La estandarización de medidas y el uso de normas nacionales e internacionales es importante, ya que de esta manera se puede aprovechar el uso de elementos estándar existentes en el mercado (cielos falsos, ventanería, puertas, etc.). [16]
- d. Planificación del Taller: debe existir constante relación entre el constructor y el fabricante para la revisión de los planos de los elementos a fabricarse, para que estos se hagan con su aprobación. Esta medida es importante para la perfecta realización de los elementos y para evitar que no encajen en la estructura construida in situ. [16]
- e. Supervisión: Una constante supervisión en la fabricación de los productos garantiza, al profesional, que la elaboración de los mismos realmente se ajusta a los planos aprobados, ya que de ello depende la calidad de la obra. [16]

2.2.9 Módulo

Definimos módulo como una unidad constructiva. Ampliando la definición podemos decir que un MODULO (del latín modulus) es una pieza o conjunto unitario de piezas que, en una construcción, se repiten para hacerla más sencilla, regular y económica. El módulo, por lo tanto, forma parte de un sistema (MODULOR) y mantiene algún tipo de relación o vínculo con el resto de los componentes. Lo repetitivo (modular) es fácil de ensamblar y suele ofrecer una amplia flexibilidad (no en sus componentes sino en la manera de armado o montaje). Por otra parte, el producto final o sistema puede ser reparado si se repara el módulo o componente que no funciona. Se conoce como modularidad a la capacidad de un sistema para ser entendido como la unión de varios componentes que interactúan entre sí y que son solidarios (cada uno cumple con una tarea en pos de un objetivo común). Mora, D. R. (2013). CONSTRUCCION MODULAR DE VIVIENDAS Y ARQUITECTURA. Valencia. [1, p. 63]

2.2.10 Construcción Modular

La construcción modular es un sistema constructivo basado en el ensamblaje de unidades modulares prefabricadas permitiendo crear desde pequeños espacios arquitectónicos hasta edificios para múltiples usos y aplicaciones. [17]. La construcción de sistemas modulares tiene muchas ventajas, como son:

- La construcción modular se realiza en el interior de una fábrica en lugar de al aire libre, el mal tiempo no frena el trabajo. [17]
- Menor riesgo de que sean robados equipos y materiales de construcción que implica aumentar los precios finales a los clientes en una construcción tradicional. [17]
- Las condiciones de seguridad y programas de aseguramiento de la calidad en las construcciones modulares son exigentes para lograr un producto acorde a la necesidad de los proyectos a desarrollar. [17]
- En este tipo de construcción no existen despuntes o restos de materiales en obra, por lo que se ayuda al medioambiente. [17]
- El precio es otra ventaja, dado que las construcciones modulares ocupan menos tiempo

para construir que las construcciones tradicionales, el precio de compra es mucho menor. [17]

- Posibilidad de seleccionar distintos tipos de distribuciones tanto de primer como segundo piso, lo que la hace muy interesante para satisfacer las necesidades de los clientes. [17]
- El tiempo de construcción más corto, un 70% menos que la construcción convencional, lo que implica ahorros en plazos de entrega, en gastos directos del proyecto, etc. [17]

2.2.11 Educación Superior

De acuerdo con la Ley 30 de 1992, la educación superior a nivel de pregrado está compuesta por tres niveles de formación, que corresponden al técnico, al tecnológico y al profesional. Los programas académicos para estos tres niveles son ofrecidos por instituciones técnicas profesionales, instituciones universitarias y escuelas tecnológicas. [18, p. 70]

El siguiente Grafico refleja el porcentaje de matrícula en instituciones de educación superior según el Nivel de formación para el año 2015. [18, p. 70]

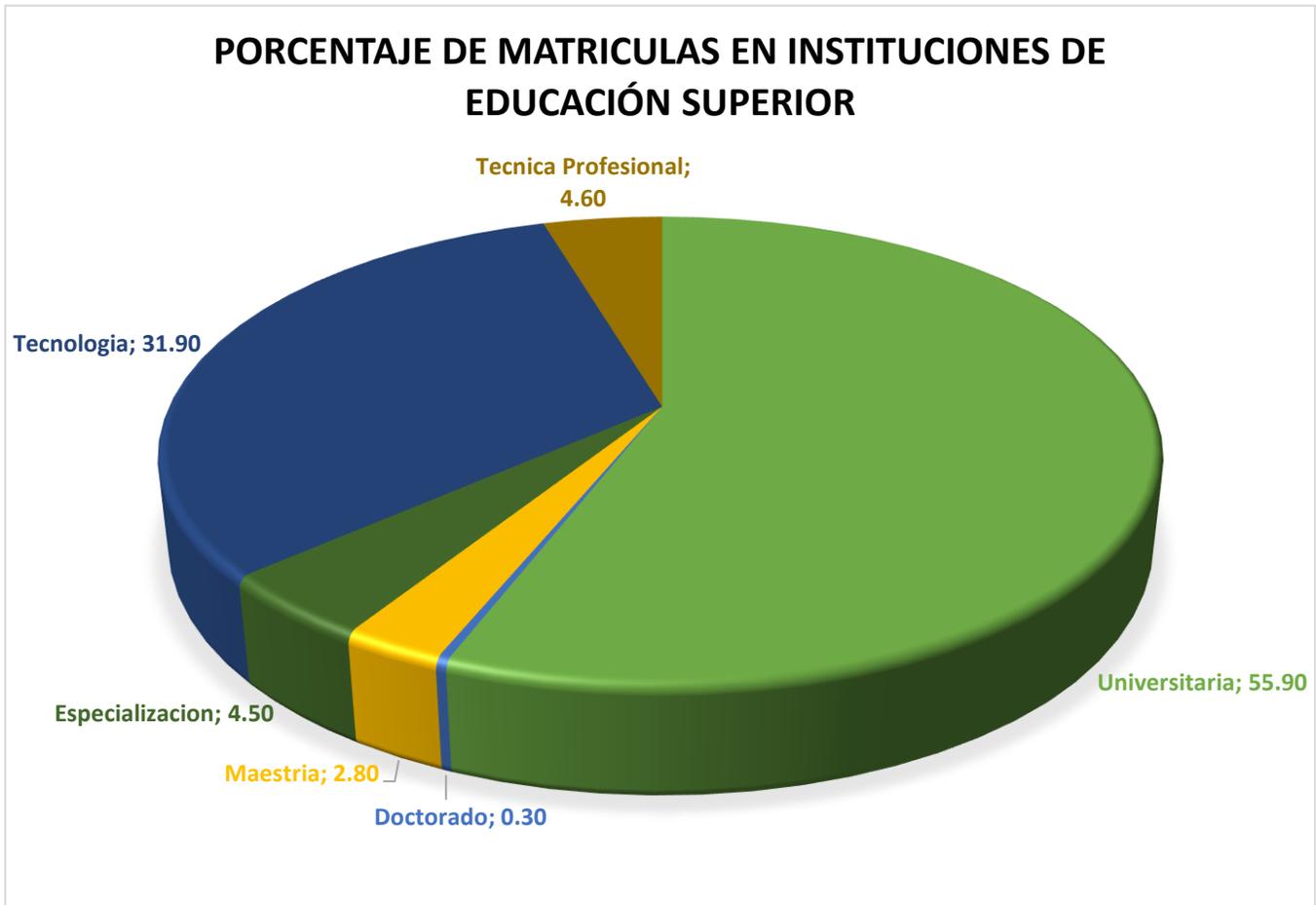


Figura 15: Porcentaje Matriculas Instituciones de Educación Superior (fuente: MEN, SACES 2016)

2.3 MARCO JURÍDICO

2.3.1 Decreto 19 de 2012 "Ley Anti Tramites"

ARTÍCULO 192. RÉGIMEN ESPECIAL EN MATERIA DE LICENCIAS URBANÍSTICAS Para el trámite de estudio y expedición de las licencias urbanísticas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

No se requerirá licencia de construcción en ninguna de sus modalidades para la ejecución de estructuras especiales, tales como: puentes, torres de transmisión, torres y equipos

industriales, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas estructuras cuyo comportamiento dinámico difiera del de edificaciones convencionales.

Cuando este tipo de estructuras se contemple dentro del trámite de una licencia de construcción, urbanización o parcelación no se computarán dentro de los índices de ocupación y construcción y tampoco estarán sujetas al cumplimiento de la Ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios, o las normas que los adicionen, modifiquen o sustituyan.

2.3.2 Decreto 1469 de 2010

Artículo 11. *Régimen especial en materia de licencias urbanísticas.* Para la expedición de las licencias urbanísticas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

No se requerirá licencia urbanística de construcción en ninguna de sus modalidades para la ejecución de estructuras especiales tales como puentes, torres de transmisión, torres y equipos industriales, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas estructuras cuyo comportamiento dinámico difiera del de edificaciones convencionales.

Cuando este tipo de estructuras se contemple dentro del trámite de una licencia de construcción, urbanización o parcelación no se computarán dentro de los índices de ocupación y construcción y tampoco estarán sujetas al cumplimiento de la Ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios, o las normas que los adicionen, modifiquen o sustituyan; y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente - NSR-10, o la norma que lo adicione, modifique o sustituya.

2.3.3 Resolución 70 de 2001 Instituto Geográfico Agustín Codazzi

“ARTICULO 21.- Construcción o edificación. - Es la unión de materiales adheridos al terreno, con carácter de permanente, cualesquiera sean los elementos que la constituyan.”.

2.3.4 Análisis Normativo

DECRETO DISTRITAL 152 DE 2015

Artículo 1: Paragrafo. Las disposiciones contenidas en el presente artículo se aplicaran en concordancia con lo establecido en el numeral 2, del artículo 11 del decreto nacional del 1469 de 2010

RESOLUCION 1375 2015 (IDPC)

Art. 3 La presente resolución se equipara al concepto favorable exigido en el artículo 25, numeral 4 del decreto nacional 1469 de 2010 y obra como requisito para adelantar el trámite de licencia o construcción para la intervención aprobada

DECRETO DISTRITAL 1469 de 2010

Artículo 11. Numeral 2 : No se requiera licencia urbanística de construcción en ninguna de sus modalidades para la ejecución de estructuras especiales tales como puentes, torres de transmisión, torres y equipos industriales, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas estructuras cuyo comportamiento dinámico difiera del de edificaciones convencionales

Comportamiento de sistemas estructurales sometidos a variaciones producidas por cargas dinámicas (sismos-vientos-olas-explosiones e impactos-cargas) y se determina con la evaluación de 12 propiedades según NRS-10

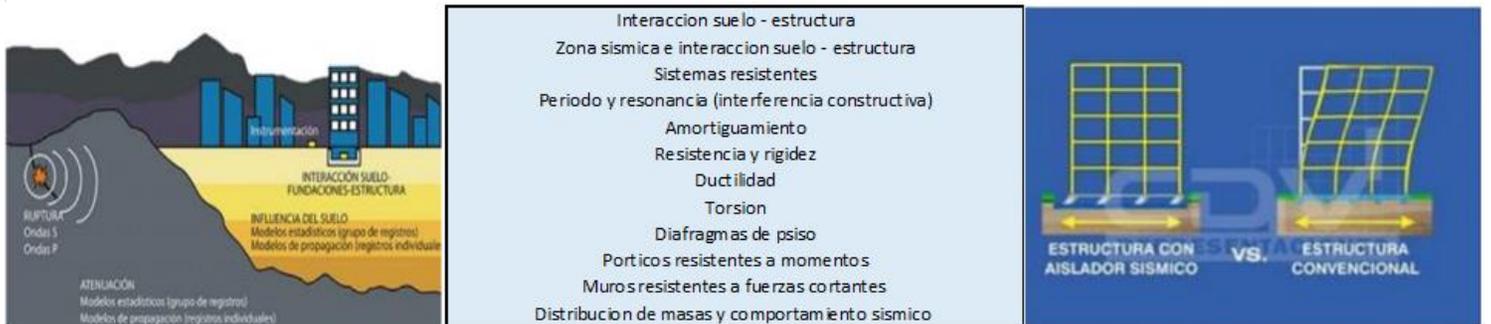


Figura 16: Análisis Normativo (fuente propia)

2.4 MARCO GEOGRÁFICO

UNIVERSIDADES DE COLOMBIA	
AMAZONAS	
PÚBLICO	PRIVADO
Universidad Nacional de Colombia - Leticia	Universidad Antonio Nariño - Leticia
ANTIOQUIA	
PÚBLICO	PRIVADO
Universidad Eafit - Llanogrande, Rionegro	
Universidad Católica de Oriente	
ARAUCA	
PÚBLICO	PRIVADO
Universidad Nacional de Colombia - Orinoquia	
ATLANTICO	
PÚBLICO	PRIVADO
	Universidad Antonio Nariño - Barranquilla
	Universidad Libre - Barranquilla
	Universidad Antonio Nariño - Puerto Colombia
	Universidad Sergio Arboleda - Barranquilla
	Universidad del Norte - Barranquilla
BOGOTA	
PÚBLICO	PRIVADO
Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	Universidad Manuela Beltrán
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Universidad Piloto de Colombia
Universidad Pedagógica Nacional	Universidad de Santander
Universidad Militar Nueva Granada	Universidad de San Buenaventura
	Universidad Eafit
	Universidad Católica de Colombia
	Universidad la Gran Colombia
	Universidad Agustiniana
	Universidad Sergio Arboleda
	Universidad Santo Tomás
	Universidades Nacional de Colombia
	Universidad Libre
	Universidad Santo Tomás
	Universidad Pontificia Bolivariana
	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
	Universidad de Ciencias Aplicadas Y Ambientales
	Universidad de los Andes
	Universidad de la Salle
	Universidad del Externado de Colombia
	Universidad del Rosario
	Universidad del Boque
	Universidad Ean
	Universidad Central
	Fundación Konrad Lorenz

Figura 17: Universidades de Colombia (fuente: <http://www.universia.net.co>)

BOLIVAR	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad de cartagena	universidad Antonio nariño
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Tunja	Universidad Libre - seccional cartagena
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Chiquinquirá	Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Duitama	Universidad San Buena Ventura
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Sogamoso	Corporacion Universitaria minuto de dios
	Universidad Antonio Nariño - Tunja
	Universidad Antonio Nariño - Duitama

CALDAS	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad Nacional de Colombia - Manizales	Universidad Antonio Nariño - Manizales
Universidad de Caldas	Universidad Autónoma de Manizales
	Universidad de Manizales

CALI	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad del Valle - Cali	Universidad Santiago de Cali
	Universidad Libre - Seccional Cali
	Universidad Antonio Nariño - Cali
	Pontificia Universidad Javeriana - Cali
	Universidad de San Buenaventura - Cali
	Universidad Icesi
	Universidad Autónoma de Occidente - Campus Valle de Lili

CAUCA	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad del Valle - Norte del Cauca	Universidad Antonio Nariño - Popayán
Universidad del Cauca	

CESAR	
PUBLICO	PRIVADO
	Universidad Antonio Nariño - Valledupar
	Universidad de Santander - Valledupar

CHOCO	
PUBLICO	PRIVADO
	Universidad Antonio Nariño - Quibdó

CORDOBA	
PUBLICO	PRIVADO
	Universidad Cooperativa de Colombia - Montería
	Universidad Antonio Nariño - Quibdó

Figura 18: Universidades de Colombia (fuente: <http://www.universia.net.co>)

CUNDINAMARCA	
PUBLICO	PRIVADO
	Universidad Manuela Beltrán - Cajicá Universidad Piloto de Colombia - Alto Magdalena Universidad de La Sabana
GUAJIRA	
PUBLICO	PRIVADO
	Universidad Antonio Nariño - Riohacha
HUILA	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad Antonio Nariño - Neiva	Universidad Cooperativa de Colombia - Neiva
MAGDALENA	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad del Magdalena	Universidad Antonio Nariño - Santa Marta Universidad Jorge Tadeo Lozano - Sede Santa Marta Universidad Sergio Arboleda - Santa Marta
MEDELLIN	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad Nacional de Colombia - Medellín Universidad de Antioquia	Universidad Antonio Nariño - Medellín Universidad Cooperativa de Colombia - Medellín Universidad de San Buenaventura - Medellín Universidad Autónoma Latinoamericana - UNAUCLA Universidad Santo Tomás - Medellín Universidad Eafit - Medellín Universidad CES Universidad de Medellín Universidad Pontificia Bolivariana
META	
PUBLICO	PRIVADO
	Universidad Antonio Nariño - Villavicencio Universidad Santo Tomás - Villavicencio Corporación Universitaria del Meta-UNIMETA
NARIÑO	
PUBLICO	PRIVADO
	Universidad Antonio Nariño - Pasto Universidad Mariana

Figura 19: Universidades de Colombia (fuente: <http://www.universia.net.co>)

NORTE DE SANTANDER	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad de Pamplona - Pamplona	Universidad Libre - Seccional Cúcuta
Universidad de Pamplona - Cúcuta	Universidad Antonio Nariño - Cúcuta
	Universidad de Santander - Cúcuta

QUINDIO	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad del Quindío	Universidad Antonio Nariño - Circasia
	Universidad Antonio Nariño - Armenia

RISARALDA	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad Tecnológica de Pereira	Universidad Antonio Nariño - Pereira
	Universidad Libre - Seccional Pereira
	Universidad Cooperativa de Colombia - Pereira
	Universidad Eafit - Pereira

SAN ANDRES	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad Nacional de Colombia - Caribe	

SANTANDER	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad Industrial de Santander - Málaga	Universidad de Santander
Universidad Antonio Nariño - Bucaramanga	Universidad Manuela Beltrán - Bucaramanga
Universidad Industrial de Santander - Bucaramanga	Universidad Libre - Seccional Socorro
Universidad Industrial de Santander - Socorro	Universidad Pontificia Bolivariana - Bucaramanga
Universidad Industrial de Santander - Barbosa	Universidad Santo Tomás - Bucaramanga
Universidad de Pamplona - Villa del Rosario	Universidad Autónoma de Bucaramanga
Universidad Industrial de Santander - Barrancabermeja	

TOLIMA	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad del Tolima	Universidad de Ibagué
	Universidad Antonio Nariño - Ibagué
	Universidad Cooperativa de Colombia - Ibagué

VALLE DEL CAUCA	
PUBLICO	PRIVADO
Universidad del Valle - Yumbo	Universidad Antonio Nariño - Cartago
Universidad del Valle - Caicedonia	Universidad Antonio Nariño - Guadalajara de Buga
Universidad del Valle - Cartago	Universidad Antonio Nariño - Buenaventura
Universidad del Valle - Palmira	Universidad Antonio Nariño - Palmira
Universidad del Valle - Buga	Universidad Antonio Nariño - Roldanillo
Universidad del Valle - Pacífico	Universidad Pontificia Bolivariana - Palmira
Universidad del Valle - Zarzal	
Universidad del Valle - Tuluá	
Universidad Nacional de Colombia - Palmira	

Figura 20: Universidades de Colombia (fuente: <http://www.universia.net.co>)

2.5.1 Universidad la Gran Colombia

La universidad La Gran Colombia cuenta con una trayectoria de 67 años en donde ha desarrollado 26 programas académicos distribuidos en 11 facultades las cuales cobijan un promedio de 15700 alumnos distribuidos en programas de pregrado en donde posee el 90% de sus estudiantes, en programas de posgrado un 5% y en programas complementarios como bachillerato virtual y presencial el otro 5% y ofrece un promedio de 1650 empleos directos entre la parte administrativa y el cuerpo de docencia. [19]

Por otra parte ha logrado consolidar una infraestructura de 600.268 m² distribuidos 47.971 m² en la ciudad de Bogotá, 9.805 m² en la seccional del armenia, 124.800 m² en el campus universitario de Armenia, y por ultimo 417.692 m² en el campus universitario en Chía. En los cuales se encuentran en el desarrollo de planes maestros que permita la óptima planificación bajo una construcción modular no convencional. [19]



Figura 22: Zonificación del Campus (fuente propia)

como una alternativa educativa de carreras cortas y con rápido acceso al empleo, producto de la visión de sus fundadores, doctores Jaime Michelsen Uribe y María Cristina Niño de Michelsen, y con el concurso de importantes empresas de los diferentes sectores productivos del país, como Almacén, Arctecto, Aseguradora Gran colombiana, Cine Colombia, Computec, Diners Club de Colombia, Editores Gran colombianos, Gran ahorrador, Gran financiera, Gran inversión, Gran vivienda, Grupo Gran colombiano, Inducom, Inversiones Bogotá, La Industria Harinera, Leasing de Colombia, Palmeras de la Costa, Pro industrial, Pronta, Sherwin Williams, Tecimpre y el Banco de Colombia. [22]

Hoy en día cuentan con dos sedes en la ciudad de Bogotá y 121 centros en las principales ciudades del país, sus programas académicos los tiene estructurados en cuatro facultades ofreciendo 54 pregrados y 31 posgrados las cuales tienen una cobertura de 14.500 alumnos y cuerpo de docentes de 513. [22]

2.5.5 Universidad de la CUC

La universidad de la costa CUC fue fundada en 1970, hoy en día cuenta con más de 13.000 estudiantes distribuidos en sus 20 programas de pregrado, 40 especializaciones, 9 maestrías y 2 doctorados, durante el crecimiento y el desarrollo de la infraestructura de la universidad entre los años 2014 y 2015 se construyeron 2 edificios, uno en construcción tradicional para albergar a 2.283 estudiantes y un segundo edificio en donde su diseño y construcción se hizo bajo el sistema de construcción modular no convencional con una capacidad para 1060 estudiantes distribuidos en 4 niveles. [23]

En este proyecto de la universidad de la CUC podemos evidenciar dos aspectos principales, en primer lugar, que las instituciones educativas se están dando la oportunidad de considerar sistemas de construcción alternos a lo tradicional con el valor ganado de su ejecución en tiempo récord, y en segundo lugar tenemos la posibilidad de evaluar al sistema con la vivencia de los usuarios a lo largo del tiempo. [23]



Figura 24: Foto Edificio Modular (fuente: Corporación Universitaria de la Costa CUC)

3 METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE ESTUDIO

El desarrollo de la investigación será de tipo Comparativo y Analítico, básicamente estableciendo las ventajas y desventajas que representa la construcción tradicional versus la construcción modular prefabricada, resaltando el potencial que representa cada una para la gestión y aplicación sobre proyectos de educación superior en Colombia, además se estructura un análisis cualitativo y cuantitativo diferencial de los dos tipos de construcciones basado en un estudio de caso de acuerdo al triángulo de la triple restricción.

3.2 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

La investigación se desarrollará en 4 fases primordiales:

Fase 1: Evaluación global estructurada a partir de la descripción y comparación de los sistemas constructivos (Tradicional y modular prefabricado).

Fase 2: Análisis de los parámetros de Alcance, tiempo y costo de cada sistema constructivo que se estructuran desde el triángulo de la triple restricción de la Guía PMBOK 5ta Edición Capítulo 1.

Fase 3: Determinar el equilibrio entre las dos alternativas constructivas resaltando la que represente mayor eficiencia y factibilidad, estableciendo indicadores que faciliten la gestión de proyectos educativos dentro de las empresas del sector de infraestructura y edificación.

Fase 4: Enfatizar sobre el sistema constructivo que represente los mejores procesos dentro de las etapas para la Gerencia de obra.

3.3 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para la recolección de datos se utilizarán bases Bibliográficas como libros, artículos y monografías basadas sobre los temas más relevantes para la investigación del proyecto y se aplicarán documentos normativos vigentes para este tipo de construcciones, así como páginas asociadas a empresas o corporaciones dedicadas a estos tipos de construcción en Colombia.

Para la toma de muestras se realizarán modelos 3D arquitectónicos y estructurales con el fin de soportar las listas de actividades, programación y costeos de cada tipo de construcción. Además, con el propósito de representar las diferentes fases constructivas mediante imágenes realistas (renders).

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

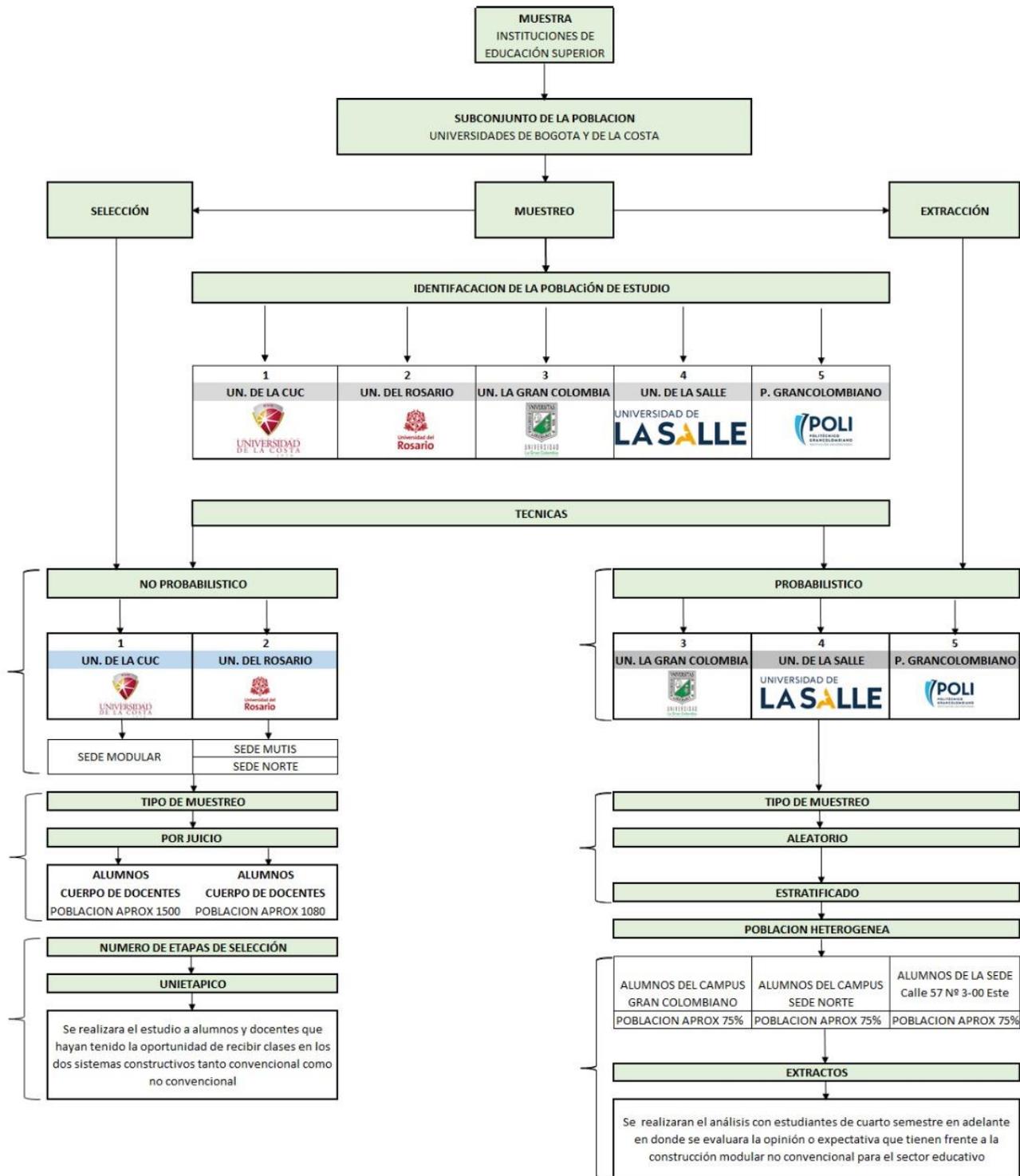


Figura 25: Población y Muestra (fuente propia)

3.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

3.5.1 Alcances

- Demostrar si realmente la Construcción modular prefabricada puede equilibrarse a la construcción convencional comprendiendo las mejores Técnicas para su ejecución en proyectos de educación superior.
- Justificar el sistema que represente mayor viabilidad para su aplicación en proyectos de esta magnitud, a través del estudio de un proyecto real.
- Garantizar que el documento sea una herramienta funcional para las empresas, en pro de facilitar la toma de decisiones para un Gerente de Obras que quiera implementar la construcción modular.
- Romper el paradigma de que la construcción modular prefabricada es ineficiente y que las nuevas prácticas constructivas en la Arquitectura pueden garantizar el éxito de un proyecto.

3.5.2 Limitaciones

- Recursos y tiempo limitados para la realización del estudio presencial en la Universidad de la CUC en la ciudad de Barranquilla, que comprende uno de los mayores avances de la construcción modular prefabricada para el sector de Educación superior en Colombia.
- Solicitud de permisos para el ingreso y toma de registros fotográficos en las cuatro instituciones universitarias ubicadas en la ciudad de Bogotá. (Un. Del Rosario – Un La Gran Colombia – Un. De La Salle – P. Gran colombiano).
- La participación por parte de los alumnos y profesores a ser encuestados.
- La disposición y tiempo de los expertos que serán entrevistados.
- Tiempo disponible dentro de la jornada habitual para realizar la investigación analítica en cada institución.

4 PRODUCTOS A ENTREGAR

4.1 1ª ETAPA

Proyecto de Trabajo de Grado (PTG), Se realizará en el primer semestre 2018, Producto a entregar: Documento

4.2 2ª ETAPA

Trabajo de Grado (TG), Se realizará en el segundo semestre 2018, Productos a entregar: Documento Final y Artículo Científico (IEEE)

5 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS

En el presente numeral se realizará el análisis de los procesos de la guía PMBOK, referidos al alcance, tiempo y costo para dos metodologías constructivas; la primera conocida como convencional y la segunda como arquitectura modular, con el fin de desarrollar los tres objetivos específicos del presente proyecto.

ANÁLISIS OBJETIVO 1

Gestión del alcance: Se desarrollarán los numerales 5.3 y 5.4.

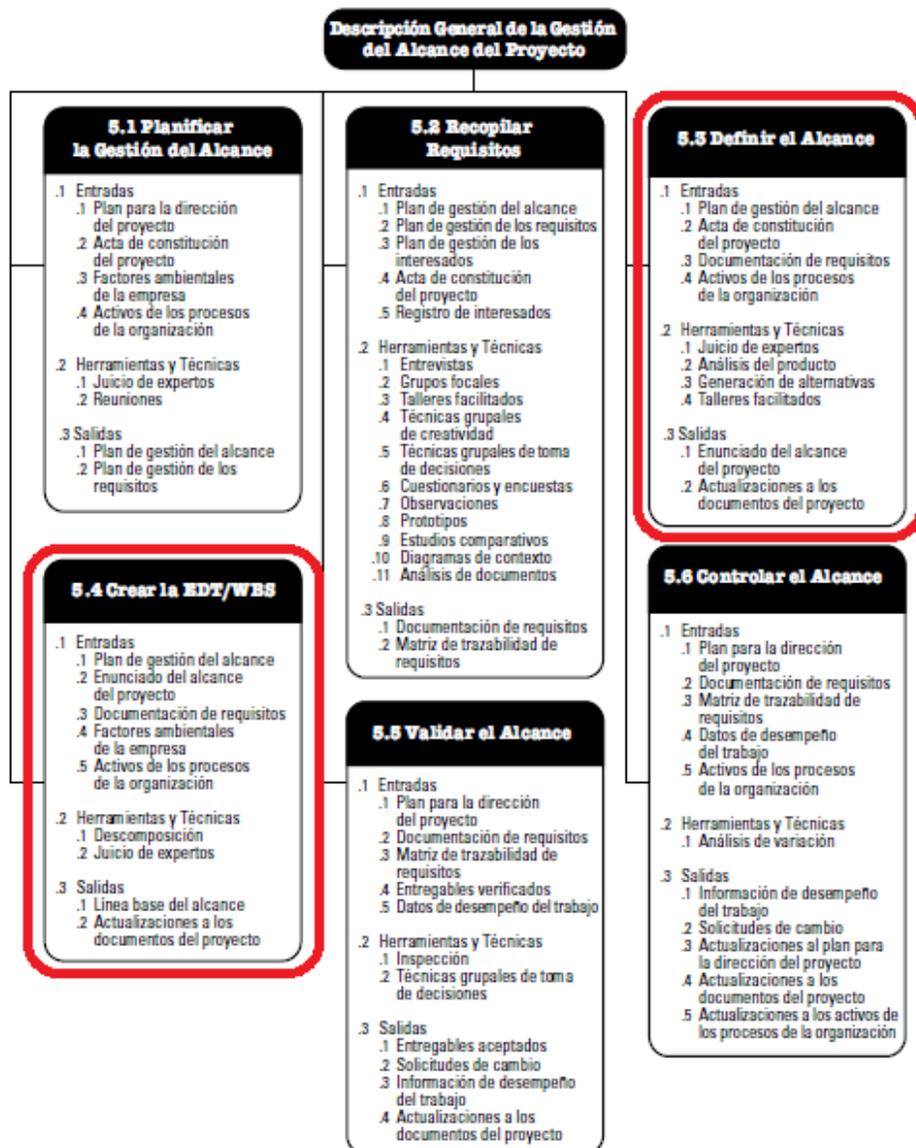


Figura 26: Descripción general de la gestión del alcance del proyecto (fuente pmbok 5ta edición)

5.3 DEFINIR EL ALCANCE

5.3.1 Entradas.

5.3.1.1 Plan de gestión del alcance proyecto modular y convencional.

NOMBRE DEL PROYECTO					
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC					
CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fechas	Razón
V1	Ingeniero de Proyecto	Gerente de Proyecto	Sponsor	Diciembre 2018	Gestión de Proyecto
PROCESO PARA RECOLECCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS					
<p>Se concreta una o varias citas con el cliente o su designado para realizar la recolección de todo lo que se espera al momento de ejecutar el proyecto, a partir de esas citas se concluyen todos los requerimientos los cuales se registran en el formato de documentación de requisitos junto con el interesado y un código el cual se le asignará para el control y seguimiento de los mismos, lo anterior se realiza con el fin de que todo lo solicitado este incluido en el proyecto.</p>					
PROCESO PARA DEFINICIÓN DEL ALCANCE					
<p>Para la definición del alcance es necesario tener como soporte el documento nombrado como Gestión del alcance, este integrara todo el contenido referido a lo que se quiere conseguir del resultado del proyecto, por lo cual todo se debe definir claramente con el propósito de evitar controversias dentro de los entregables. Se debe tener en cuenta el acta de constitución del</p>					

proyecto y el objeto del contrato. Para la definición del alcance del producto se debe estipular el nombre del proyecto en su encabezado, seguido de la descripción del alcance, que contendrán los requisitos, condiciones o capacidades que debe poseer o satisfacer el producto para cumplir con contratos, normas, especificaciones u otros documentos, además de sus características o propiedades físicas, químicas, energéticas que son distintivas del producto y/o que describen su singularidad.

Además, se deben estipular los criterios de aceptación del producto que integran las especificaciones y requerimientos de rendimiento (técnico, de calidad, administrativo, comercial y social), que deben cumplirse antes de que el cliente acepte el producto.

Se deben describir cada uno de los entregables del proyecto con sus características específicas, estipulando puntualmente los productos a ejecutar contemplados dentro del contrato, seguidamente se nombrarán las exclusiones del proyecto como cada uno de los procedimientos que no hacen parte del proyecto, estas deben estar claramente descritas para evitar incorrectas interpretaciones por parte de los interesados del proyecto.

Además, se enunciarán las restricciones internas y externas a la organización ejecutora del proyecto, donde se contemplan los factores que limitan el rendimiento y planeación de este mismo. Para finalizar la definición del alcance se describirán los supuestos del proyecto que describen los factores que para propósito de la planificación del proyecto se consideran verdaderos, reales o ciertos.

PROCESO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDT/WBS

Se realiza una estructura de descomposición donde se organizan jerárquicamente los entregables definidos en el alcance, y estos se dividen de 6 a 8 niveles descendentes identificando todos los elementos que lo componen. Con lo cual se pretende que todo lo que se incluya en la estructura se convertirán en los paquetes de trabajo permitiendo la base para la planificación de trabajo y realizar el cronograma con las actividades a ejecutar. Ejemplo:



Figura 27: Modelo construcción EDT/WBS (fuente elearnfactory.com)

5.3.1.2.1 Acta de constitución proyecto arquitectura modular.

Acta de Constitución – Project Chárter

Versión	Fecha	Responsable	Razón
5.3.1.2.1	Diciembre de 2018	Dirección de proyectos	Gestión de proyectos
INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre del proyecto:	CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC		
Fecha de creación:	Diciembre de 2018	Código del Proyecto:	SB-CV-150318-1
Preparado por:	Gerente de proyectos		
Autorizado por:	Junta de accionistas		

- 1. Descripción del proyecto:** Construcción de un edificio de 4 niveles de uso institucional en sistema constructivo modular incluyendo actividades complementarias como: actividades preliminares, cimentación, urbanismo, estructuras metálicas complementarias, acabados, redes húmedas y secas cumpliendo con los diseños y las especificaciones técnicas bajo el contrato de compraventa de espacios modulares SB-CV-150318-1 firmado el 27 de marzo de 2015 adjudicada mediante contratación directa; ubicado en la calle 58 # 55-66. Barranquilla, Colombia, a partir del acta de inicio durante 3 meses.
- 2. Definición del producto del proyecto o servicio del proyecto:** Construcción de un edificio de 4 niveles de uso institucional en sistema constructivo modular el cual cuenta con 27 aulas de clases con capacidad para 40 personas cada una y un laboratorio con 20 puestos, además cuenta con batería de baños para hombres y mujeres en cada piso, totalizando 12 puestos más para mujeres y 24 para hombres.
- 3. Definición de Requerimientos del proyecto:**

Funcionales: Dirigir bajo su responsabilidad la ejecución de las obras, asumir la totalidad de los costos y de los gastos requeridos para la ejecución, mantener vigentes licencias, certificaciones, permisos y/o autorizaciones, movilizar al sitio de trabajo maquinaria, materiales y personal idóneo, cumplir con el plazo de ejecución de las actividades.

No funcionales: Asistir a reuniones y/o comités técnicos que sean requeridos, cumplir con las obligaciones comerciales que adquiere frente a terceros, cumplir con los procedimientos de señalización preventiva, informar la ocurrencia de cualquier hecho o circunstancia que le impida o retrase el cumplimiento, elaborar y entregar informes, tomar precauciones necesarias para proteger la seguridad y salud del personal.

Calidad: Realizar los controles de laboratorio de materiales, cumplir con la normatividad vigente, garantizar el pago de la planilla integrada de liquidación de aportes, cumplir con los parámetros de las entidades de control.

4. Objetivos del proyecto:

Concepto	Objetivos	Criterios de éxito
Alcance	Construcción de edificio institucional en sistema constructivo modular de 4 niveles	Cumplir a cabalidad con todos los requerimientos contractuales
Tiempo	120 días	Finalizar antes o dentro de la fecha establecida según cronograma
Costo	\$ 3.745.938.891 (Tres mil setecientos cuarenta y cinco millones novecientos treinta y ocho mil ochocientos noventa y un pesos mc/te) IVA incluido	No superar los costos y llegar a la utilidad establecida

5. Finalidad del proyecto: Realizar la construcción de un edificio de 4 niveles en sistema constructivo modular que permita seguir creciendo la infraestructura de la universidad de la costa

6. Justificación del proyecto: Es un proyecto de gran importancia para la organización el cual está encaminado a mostrarnos como empresa y dar a conocer una nueva alternativa constructiva.

7. Nombramiento del Gerente de Proyecto

Nombre	Director de proyectos	Nivel de autoridad
Reporta a	Sponsor – Gerente	Alto (De acuerdo al tipo de organización – Projectizada)

8. Cronograma de Hitos del proyecto

Hito ó evento significativo	Fecha
Firma de acta de inicio de obra	23 de abril de 2015
Orden producción de estructuras modulares	13 de mayo al 25 de junio
Excavación y fundida de cimentación de losa y pedestales de acuerdo a las especificaciones	25 de mayo al 22 de junio
Nacionalización en puerto	20 de junio a 25 junio

Llegada de estructura modulares a obra	1 de julio
Izaje de estructuras modulares	30 de junio a 29 de julio
Instalación de dotación y acabados del sistema modular	30 de julio a 15 de agosto
Finalización y puesta en marcha	15 de agosto al 20 de agosto
Acta de cierre	25 de agosto

9. Organizaciones o grupos organizacionales que intervienen en el proyecto

Organización	Rol que desempeña
Corporación Universidad de la Costa CUC	Cliente (comprador)
SmartBrix Espacios Modulares S.A.S	Constructor (Vendedor)

10. Principales amenazas

- Falta de equipos de alquiler en la zona
- Incumplimiento de proveedores en la entrega de insumos
- Perdida o hurto de materiales y equipos en obra
- Demoras de cambios, y aprobación de diseños y actividades no previstas por parte de la entidad contratante y la interventoría
- Variación de precios de insumos debido al dólar y la inflación

11. Principales oportunidades del proyecto

- Minimizar costos al usar equipos propios
- Fácil incorporación de mano de obra no calificada
- Contratistas aliados para garantizar buen costo, calidad y optimización de la ejecución
- Generación de empleo en la zona de influencia
- Ampliar una buena imagen empresarial

12. Presupuesto preliminar

Tema	Concepto	Valor (\$)
Ejecución de obra y Izaje e instalación del sistema modular constructivo	Construcción de edificio institucional en sistema constructivo modular de 4 niveles	\$ 3.745.938.891

13. Patrocinador que autoriza el proyecto

Nombre	Empresa	Cargo	Fecha
Alejandro Lega Barco	Smartbrix Espacios Modulares SAS	Sponsor	Diciembre de 2018

5.3.1.2.2 Acta de constitución proyecto construcción convencional.

Acta de Constitución – Project Chárter

Versión	Fecha	Responsable	Razón
5.3.1.2.2	Diciembre de 2018	Dirección de proyectos	Gestión de proyectos

INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre del proyecto:	CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC		
Fecha de creación:	Diciembre de 2018	Código del Proyecto:	SB-CV-150318-1
Preparado por:	Gerente de proyectos		
Autorizado por:	Junta de accionistas		

14. Descripción del proyecto; Construcción de un edificio de 4 niveles de uso institucional en sistema constructivo convencional incluyendo actividades complementarias como: actividades preliminares, cimentación, urbanismo, estructuras metálicas complementarias, acabados, redes húmedas y secas cumpliendo con los diseños y las especificaciones técnicas bajo el contrato de venta SB-CV-150318-1 firmado el 27 de marzo de 2015 adjudicado mediante contratación directa; ubicado en la calle 58 # 55-66. Barranquilla, Colombia, a partir del acta de inicio durante 10 meses.

15. Definición del producto del proyecto o servicio del proyecto: Construcción de un edificio de 4 niveles de uso institucional en sistema constructivo convencional el cual cuenta con 27 aulas de clases con capacidad para 40 personas cada uno y un laboratorio con 20 puestos, además cuenta con batería de baños para hombres y mujeres en cada piso, totalizando 12 puestos más para mujeres y 24 para hombres.

16. Definición de Requerimientos del proyecto:

Funcionales: Dirigir bajo su responsabilidad la ejecución de las obras, asumir la totalidad de los costos y de los gastos requeridos para la ejecución, mantener vigentes licencias, certificaciones, permisos y/o autorizaciones, movilizar al sitio de trabajo maquinaria, materiales y personal idóneo, cumplir con el plazo de ejecución de las actividades.

No funcionales: Asistir a reuniones y/o comités técnicos que sean requeridos, cumplir con las obligaciones comerciales que adquiere frente a terceros, cumplir con los procedimientos de señalización preventiva, informar la ocurrencia de cualquier hecho o

circunstancia que le impida o retrase el cumplimiento, elaborar y entregar informes, tomar precauciones necesarias para proteger la seguridad y salud del personal.

Calidad: Realizar los controles de laboratorio de materiales, cumplir con la normatividad vigente, garantizar el pago de la planilla integrada de liquidación de aportes, cumplir con los parámetros de las entidades de control.

17. Objetivos del proyecto:

Concepto	Objetivos	Criterios de éxito
Alcance	Construcción de edificio institucional de 4 niveles	Cumplir a cabalidad con todos los requerimientos contractuales
Tiempo	10 meses	Finalizar antes o dentro de la fecha establecida según cronograma
Costo	\$6.632.128.369 (Seis mil seiscientos treinta y dos mil millones ciento veinte ocho mil trescientos sesenta y nueve pesos mcte) Incluido IVA	No superar los costos y llegar a la utilidad establecida

18. Finalidad del proyecto: Realizar la construcción de un edificio de 4 niveles en sistema constructivo convencional que permita seguir creciendo la infraestructura de la universidad de la costa

19. Justificación del proyecto: Es un proyecto de gran importancia para la organización el cual está encaminado a mostrarnos como empresa.

20. Nombramiento del Gerente de Proyecto

Nombre	Director de proyectos	Nivel de autoridad
Reporta a	Sponsor – Gerente	Alto (De acuerdo al tipo de organización – Proyectizada)

21. Cronograma de Hitos del proyecto

Hito o evento significativo	Fecha
Firma de acta de inicio de obra	23 de abril de 2015
Excavación y fundida de cimentación	14 de agosto de 2015

Armado y fundida de placa contra piso	27 de mayo de 2015
Armado y fundida de estructuras en general	21 de diciembre de 2015
Construcción de aulas de clase	24 de febrero de 2016
Construcción de laboratorios	30 de febrero de 2016
Redes secas	22 de marzo de 2016
Redes húmedas	24 de diciembre 2015
Acabados	30 mayo de 2016
Carpintería metálica	30 mayo de 2016
Estructuras metálicas complementarias	15 de junio 2016
Urbanismo	01 de julio de 2016
Acta de cierre	13 de julio de 2016

22. Organizaciones o grupos organizacionales que intervienen en el proyecto

Organización	Rol que desempeña
Corporación Universidad de la Costa CUC	Cliente (comprador)
Constructor Convencional	Constructor (vendedor)

23. Principales amenazas

- Falta de equipos de alquiler en la zona
- Incumplimiento de proveedores en la entrega de insumos
- Perdida o hurto de materiales y equipos en obra
- Demoras de cambios, y aprobación de diseños y actividades no previstas por parte de la entidad contratante y la interventoría
- Variación de precios de insumos debido al dólar y la inflación

24. Principales oportunidades del proyecto

- Minimizar costos al usar equipos propios
- Fácil incorporación de mano de obra no calificada
- Contratistas aliados para garantizar buen costo, calidad y optimización de la ejecución
- Generación de empleo en la zona de influencia
- Ampliar una buena imagen empresarial

25. Presupuesto preliminar

Tema	Concepto	Valor (\$)
Ejecución de obra en sistema constructivo convencional	Construcción de edificio institucional en sistema constructivo convencional de 4 niveles	\$6.632.128.369

26. Patrocinador que autoriza el proyecto

Nombre	Empresa	Cargo	Fecha
Alejandro Lega Barco	Constructor Convencional	Sponsor	Diciembre de 2018

5.3.1.3.1 Documentación de requisitos proyecto modular.

DOCUMENTACION DE REQUISITOS

NOMBRE DEL PROYECTO
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fecha	Razón
V1	Ingeniero de Proyecto	Gerente de Proyecto	Sponsor	Diciembre 2018	Gestión de Proyecto

NECESIDAD DEL NEGOCIO U OPORTUNIDAD
Suministro e instalación de los espacios modulares y dotación para las aulas requeridas por el cliente.

OBJETIVOS DEL NEGOCIO
<ul style="list-style-type: none">• Cumplir con el alcance del proyecto de acuerdo a la necesidad del cliente.• Ejecutar y entregar el proyecto de acuerdo a la programación.• Cumplir con las condiciones contractuales acordadas por las partes.• Posicionar el sistema en el sector de la construcción en Colombia.

REQUERIMIENTOS		
INTERESADOS	REQUERIMIENTOS	
	Código	Descripción
CLIENTE	CL-01	Recibir los módulos objeto de este contrato, aptos para su uso y libre en general de cualquier otra circunstancia que afecte el libre goce de los módulos.
	CL-02	Suscribir un acta de entrega que formalice el acto.
	CL-03	Recibir los módulos sin ningún daño originado por un defecto de fábrica o por un daño ocasionado por culpa del vendedor.
	CL-04	Contar con el personal adecuado para efecto de hacer la entrega de los módulos en perfecto funcionamiento.
	CL-05	Recibir los espacios de aulas requeridos para el funcionamiento del edificio.
	CL-06	Hacer las pruebas hidráulicas, eléctricas y demás necesarias para efectos de hacer la entrega a satisfacción.
CONTRATISTA	CT-01	Recibir la suma de dinero pactada en la forma indicada en las cláusulas.
	CT-02	Contar un espacio óptimo para la instalación de los módulos en 60 días después de firmar acta de inicio.
	CT-03	Realizar las labores en lugares que no sean peligrosos o zonas donde no haya presencia de conflicto armado.
	CT-04	Que el cliente les dé un buen uso a los módulos de conformidad con el respectivo manual de uso y mantenimiento.
	CT-05	Contar con todos los servicios domiciliarios para el correcto funcionamiento de los módulos.

5.3.1.3.2 Documentación de requisitos proyecto convencional.

DOCUMENTACIÓN DE REQUISITOS

NOMBRE DEL PROYECTO	
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fecha	Razón
V1	Ingeniero de Proyecto	Gerente de Proyecto	Sponsor	Diciembre 2018	Gestión de Proyecto

NECESIDAD DEL NEGOCIO U OPORTUNIDAD	
Construcción del edificio y dotación para las aulas requeridas por el cliente.	
OBJETIVOS DEL NEGOCIO	
<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el alcance del proyecto de acuerdo a la necesidad del cliente. • Ejecutar y entregar el proyecto de acuerdo a la programación. • Cumplir con las condiciones contractuales acordadas por las partes. 	

REQUERIMIENTOS		
INTERESADOS	REQUERIMIENTOS	
	Código	Descripción
CLIENTE	CL-01	Recibir el objeto de este contrato, apto para su uso y libre en general de cualquier otra circunstancia que afecte el libre goce del mismo.
	CL-02	Suscribir un acta de entrega que formalice el acto.
	CL-03	Recibir las aulas sin ninguna excepción o daños ocasionado por culpa del vendedor.
	CL-04	Contar con el personal adecuado para efecto de hacer la entrega del edificio en perfecto funcionamiento.
	CL-05	Recibir los espacios de aulas requeridos para el funcionamiento del edificio.

	CL-06	Hacer las pruebas hidráulicas, eléctricas y demás necesarias para efectos de hacer la entrega a satisfacción.
CONTRATISTA	CT-01	Recibir la suma de dinero pactada en la forma indicada en las cláusulas.
	CT-02	Contar un espacio óptimo y adecuado para la construcción del edificio y sus respectivas aulas.
	CT-03	Realizar las labores en lugares que no sean peligrosos o zonas donde no haya presencia de conflicto armado.
	CT-04	Que el cliente le dé un buen uso al edificio de conformidad con su funcionamiento.
	CT-05	Contar con todos los servicios domiciliarios para el correcto funcionamiento de las aulas.

5.3.1.4.1 Activos de los procesos de la organización proyecto modular.

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC SISTEMA MODULAR
ACTIVOS DE LOS PROCESOS DE LA ORGANIZACIÓN

Descripción	
Activos de los Procesos	Características
Gestión de proyectos	Seguimiento desde el inicio hasta la liquidación del contrato, que integra el cronograma del proyecto, la estimación de costos, además el control financiero que incluye el manejo de anticipos, gastos y desembolsos, informes de tiempo, valor ganado y margen proyectado, estos procesos alimentan la base de datos del proyecto, algunos requieren de software específicos para su adecuada documentación.

Documentación Importación de Modulares	Cumplir a cabalidad con toda la documentación de trámites aduaneros y nacionalización.
Trámites previos (Solicitud de módulos)	Haber realizado la orden de compra de los elementos modulares 2 meses previos a su montaje.
Control de calidad (Verificación de Modulares)	Haber realizado una inspección del material a suministrar previo a su importación, y posteriormente su llegada a puerto.
Documentación Técnica (Diseños Detallados)	Tener aprobada toda la Planimetría correspondiente al diseño a ejecutar desde todas sus disciplinas junto a los detalles constructivos requeridos.
Control de cambios	Documento emitido para la modificación de actividades planeadas, que en su debido momento debe ser aprobado por el cliente y validado por el ejecutor del proyecto.
Identificación y control de riesgos	Se deben diligenciar los formatos correspondientes a la estimación de probabilidad e impacto de ocurrencia de los diferentes riesgos. Previos al inicio del proyecto, con el fin de tomar las acciones preventivas y evitar afectaciones sobre los operarios, el rendimiento del proyecto, sus costos.
Ficha técnica de especificaciones	Soporte técnico de cada una de las características propias físicas y químicas que componen los elementos modulares para entender su comportamiento con el medio ambiente y puesta en funcionamiento.
Manual de Transporte, descargue, ensamble y montaje de módulos.	Documento explícito de los adecuados procedimientos para la puesta en funcionamiento del sistema, este contiene: las herramientas necesarias a utilizar, las precauciones del traslado de módulos, la preparación adecuada del terreno, el descargue de materiales y el ensamble de pisos, Perfiles, cubiertas, Paneles, ventaneria, puertas, sistema eléctrico e hidráulico.
Manual de mantenimiento	Documento explícito del debido proceso para la conservación del sistema de iluminación, uso de chapas y cerraduras en puertas y ventanas, rutina de refuerzo de sikaflex y pintura, mantenimiento aires acondicionados, y recomendaciones preventivas para evitar daños en pisos de PVC y afectaciones del fibrocemento, garantizando la vida útil del sistema.

Documentación soportes de conocimiento	Documento que contiene todas las lecciones aprendidas de los proyectos ejecutados, integra la trazabilidad de las falencias que generaron retrasos y pérdidas económicas en proyectos anteriores. Este, con el propósito de evitar malos procesos en próximos proyectos.
--	--

5.3.1.4.2 Activos de los procesos de la organización proyecto convencional.

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC SISTEMA CONVENCIONAL
ACTIVOS DE LOS PROCESOS DE LA ORGANIZACIÓN

Descripción	
Activos de los Procesos	Características
Gestión de proyectos	Seguimiento desde el inicio hasta la liquidación del contrato, que integra el cronograma del proyecto, la estimación de costos, además el control financiero que incluye el manejo de anticipos, gastos y desembolsos, informes de tiempo, valor ganado y margen proyectado, estos procesos alimentan la base de datos del proyecto, algunos requieren de software específicos para su adecuada documentación.
Manual de Gestión de Seguridad y salud	Hace parte de la documentación correspondiente para mejorar la calidad de vida laboral y lograr una reducción en los costos generados por enfermedades laborales y accidentes, generando acciones preventivas, de mejora y correctivas.
Manual Gestión del ciclo del proyecto	Debe contener toda la documentación correspondiente a los debidos procesos de la totalidad de las etapas del proyecto, desde el desarrollo de necesidades, fase de negociación y financiamiento, inversión y operación, como proyección para la adecuada ejecución del proyecto.

Manual de Control de calidad en la construcción.	Este documento contiene detalladamente la manera en que se realizaran las actividades, cumpliendo con los requerimientos técnicos del proyecto, manejo de actas e informes del seguimiento y cumplimiento de las actividades ejecutadas.
Documentación Técnica (Diseños Detallados)	Tener aprobada toda la Planimetría correspondiente al diseño a ejecutar desde todas sus disciplinas junto a los detalles constructivos requeridos, despieces
Control de cambios	Documento emitido para la modificación de actividades planeadas, que en su debido momento debe ser aprobado por el cliente y validado por el ejecutor del proyecto.
Identificación y control de riesgos	Se deben diligenciar los formatos correspondientes a la estimación de probabilidad e impacto de ocurrencia de los diferentes riesgos. Previos al inicio del proyecto, en fin, de tomar las acciones preventivas y evitar afectaciones sobre los operarios, el rendimiento del proyecto, sus costos.
Ficha técnica de especificaciones	Soporte técnico de cada una de las características constructivas, propias físicas y químicas que componen cada uno de los materiales a implementar en la construcción, adicionalmente debe incluir los estudios técnicos que son de obligatorio cumplimiento, y toda la planimetría de detalle como soporte de las especificaciones.
Documentación soportes de conocimiento	Documento que contiene todas las lecciones aprendidas de los proyectos ejecutados, integra la trazabilidad de las falencias que generaron retrasos y pérdidas económicas en proyectos anteriores. Este, con el propósito de evitar malos procesos en próximos proyectos.
Validación del Proyecto	Documento que contiene todos los ítems correspondientes a los criterios de aceptación del resultado final (Proyecto Ejecutado), además de la descripción general de las pruebas realizadas a todos los sistemas de suministro, previos a ser entregados al cliente.

5.3.2 Herramientas y técnicas.

5.3.2.2.1 Análisis del producto proyecto modular.

Ver 5.3.3.1.1 Enunciado del alcance del proyecto modular.

5.3.2.2.2 Análisis del producto proyecto convencional.

Ver 5.3.3.1.2 Enunciado del alcance del proyecto convencional.

5.3.2.3 Generación de alternativas proyecto modular y convencional.

ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN	
CONSTRUCCIÓN MODULAR	CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL
<p>La construcción modular es un proceso en el cual un edificio es construido fuera de su emplazamiento, bajo condiciones de planta estrictamente controladas, utilizando algunos materiales y diseñando los mismos códigos y estándares que en una construcción convencional, pero en mucho menos tiempo. Los edificios son producidos en "módulos" que, cuando son unidos en su emplazamiento, reflejan con fidelidad el diseño y las especificaciones iniciales de la infraestructura más sofisticada in situ, sin peligro.</p> <p>Estructuralmente, los edificios modulares son generalmente más resistentes que las construcciones tradicionales porque cada módulo está independientemente desarrollado para soportar los rigores del transporte y las labores de grúa sobre los cimientos. Una vez unidos y sellados, los módulos dividen una pared integrada, un suelo y un conjunto techado.</p>	<p>Sistema constructivo constituido por una estructura de paredes portantes (ladrillo, piedra, bloque, etc.) o estructura de hormigón armado. Paredes de mampostería (ladrillos, bloque, piedra o bloque o ladrillo estructural, etc.) Revoques internos, instalaciones de tuberías metálicas o plásticas y cubierta de tejas cerámicas, chapas o losa plana.</p> <p>Es uno de los sistemas mas utilizados en el mundo entero. Es el sistema mas conocido con el cual se realizan construcciones nobles, durables y sólidas.</p> <p>Este tipo de construcción es lenta, pesada y por consiguiente mas cara.</p> <p>Obliga a realizar marcha y contramarcha en los trabajos.</p>

Figura 28: Definición construcción modular (fuente abcm modular.com) y definición construcción convencional (fuente sistemaconstructivo.blogspot.com)

5.3.3 Salidas.

5.3.3.1.1 Enunciado del alcance proyecto modular.

ALCANCE DEL PROYECTO
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC SISTEMA MODULAR

Descripción del alcance del producto	
Requisitos:	Características:
Debe cumplirse con las fechas de entrega establecidas dentro del cronograma.	Los módulos están diseñados para soportar cargas de 280 kg/m ² en pisos, 160kg en techos y las paredes llegan a soportar vientos de 150km/h.
Los modulares deben estar en funcionamiento 120 días después del cumplimiento de la legalización del contrato, del intercambio de pólizas de seguro, después de haber recibido el anticipo según las cláusulas, y después de la firma del acta de inicio y firma de planos finales.	La estructura modular es de acero Q3454 Y utiliza guías de anclaje que se ajustan por medio de pernos de alta resistencia, facilitando su ensamble. Ver anexo 1 Ficha técnica.
No debe sobrepasar el presupuesto estimado dentro del contrato.	Los paneles (muros) son tipo sándwich. Su Interior es en lana de roca mineral y exterior en lámina de acero galvanizado. Con una densidad de Densidad de 120 kg/m ³ .
Debe cumplir con las normas de resistencia Sísmica NSR10.	Garantiza el aislamiento Termo acústico
Debe garantizar el remplazo de cualquier elemento modular solo si este presenta daños originados por defectos de fábrica.	Los Techos poseen aislamiento en espuma de poliuretano de alta densidad
Hacer las pruebas respectivas a todos los sistemas de servicio previo a realizar la entrega al cliente.	Se implementa ventanearía con perfilería en PVC, y vidrio templado con doble cámara de aire.
Dentro de las	Los pisos deben ser en fibrocemento de 5,5 mm con acabado en PVC.
Se debe realizar el seguimiento adecuado para la correcta ejecución de la obra.	Facilidad de montaje, transporte e instalación.

	Garantizar la durabilidad del proyecto, facilitar su desmonte y traslado de modulares según sea necesario.
--	--

Criterios de Aceptación del producto:	
Conceptos	Criterios de Aceptación
Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> - Los diseños de todas las disciplinas deben haber sido aprobadas en su totalidad. -Deben estar al día y culminadas las actividades pactadas con los contratistas -Cumplir con las normas técnicas NSR10 -Cumplir con las normas de accesibilidad para los usuarios en condiciones de discapacidad. -Cumplir con la norma Ríete y Retilap - Garantizar el debido funcionamiento de los espacios, iluminación natural y ventilación.
De Calidad	<ul style="list-style-type: none"> -Implementación de mano de obra calificada -Cumplir con la norma de instalación Hidro sanitaria regidas sobre la Norma NTC 1500. -Los modulares deben encontrarse en buen estado. -Todos los sistemas de servicio deben estar en adecuado funcionamiento.
Administrativos	<ul style="list-style-type: none"> -Haber cumplido con los requerimientos legales, normativos y reglamentarios ante las diferentes entidades que garantizan el uso adecuado del producto. - Haber realizado un adecuado control y gestión de los gastos presupuestados inicialmente, en conformidad con los procedimientos establecidos por la empresa. -Estar al día con las actividades ejecutadas previas a la entrega de los modulares y haber generado los pagos correspondientes a proveedores y contratistas.
Comerciales	<ul style="list-style-type: none"> -Garantizar que el producto tenga las características y condiciones necesarias para

	<p>posicionarse competitivamente dentro del mercado de la construcción no convencional.</p> <p>-Entregar un buen producto al cliente con la finalidad de ser contratados para nuevos proyectos.</p>
Sociales	<p>- El proyecto está en la posición promover nuevas alternativas de construcción con el fin de aumentar la credibilidad sobre las construcciones livianas.</p> <p>-El producto debe garantizar un beneficio para todas las personas que van a hacer uso de este.</p> <p>- El proyecto dentro de su ejecución debe haber generado oportunidades de empleo para los habitantes de la zona.</p>

Entregables del Proyecto	
Nombre	Características
Edificio Universitario de 4 niveles ejecutado en sistema modular prefabricado.	Puesta en funcionamiento de todos los 116 elementos modulares, junto a sus correspondientes paneles, pisos, ventanería y puertas nombrados dentro de la cotización SB-150318-1
Actividades preliminares al montaje de modulares	Replanteo, Puesta de cerramiento, nivelación del terreno de implantación
Cimentación	Fundida de placa de contra piso (Cimentación superficial) Fundida de dados de concreto.
Aulas de Clase	27 aulas de clase adecuadas para 30 estudiantes cada una.
Área Baterías Sanitarias	1 batería de baño en cada uno de los 4 niveles, con mobiliario fijo correspondiente al debido funcionamiento del servicio de Higiene y limpieza.
Área Laboratorio	1 espacio destinado a laboratorio de fuentes renovables.
Redes Secas	Instalación de redes eléctricas, control, voz y datos.
Redes Húmedas	Instalación de dos tipos de redes: Internas y externas, correspondientes a los conductos hídricos potables y sanitarios

Urbanismo	Espacio exterior que equilibra arquitectónicamente al producto integrando zonas duras, de transición y circulación. (Incluye rampas, y escaleras de acceso al edificio). Barandas de acero y vidrio para circulaciones.
Puntos Fijos	2 puntos fijos de comunicación entre niveles, correspondientes a escaleras metálicas con su envolvente de protección.
Dotación Baños	Totalizando 12 puestos más para mujeres y 24 para hombres. (6 sanitarios, 5 lavamanos, 3 orinales por piso).

Exclusiones del Proyecto	
<ul style="list-style-type: none"> - Pavimentos de las zonas de ingreso al edificio. - Mobiliario de Laboratorio. - Mobiliario dotación Aulas (810 pupitres 27 puestos de docente, 27 tableros en acrílico). - Zonas verdes del proyecto - Sobre fachadas 	

Restricciones del Proyecto	
Internas a la Organización	Ambientales o Externas a la Organización
Los tiempos de retraso de flujo de caja pueden demorar acciones de compras y pagos a proveedores y contratistas.	En algunos casos el tiempo de retraso de aprobación de documentos y licencias por parte de entidades de control y normativa, interfieren en la planeación del proyecto
La renuncia o ausencia del personal calificado en la ejecución puesta en marcha reduce el rendimiento de mano de obra y puede generar retrasos en la programación.	El clima del sitio de ejecución de la obra puede favorecer o retardar las labores del personal o retrasar los procesos físicos de la fundida de cimentación.
No obtener materiales y maquinaria cerca al lugar de ejecución puede llegar a afectar el rendimiento y alterar los costos.	Incumplimiento de las actividades programadas.

No encontrar el personal necesario en el lugar de ejecución puede llegar a generar sobrecostos.	Retrasos por parte de la comunidad, huelgas, protestas y desacuerdo con la ejecución del proyecto.
Retraso en la importación de modulares para puesta en obra.	Retrasos en la llegada de maquinaria al sitio de ejecución

Supuestos del proyecto	
Internos a la organización	Ambientales o Externas a la Organización
Cumplimiento de las obligaciones contractuales.	Satisfacción total del cliente
Disponibilidad presupuestal	Satisfacción a los estudiantes que harán uso del proyecto.
Disponibilidad de maquinaria y materiales	Cumplimiento de la forma de pago estipulada dentro del contrato.
Autonomía de la totalidad el proyecto	Entrega de toda la zona del proyecto a tiempo por el contratante.
Competencias de los profesionales del equipo de trabajo.	Contratación de mano de obra local requerida para la ejecución.
Disponibilidad y dedicación del equipo de trabajo de gestión.	Responder o pagar por los posibles daños ocasionados en ejecución de los trabajos. y/o modulares que se presenten daños físicos desde su fabricación.
Realizar el seguimiento adecuado y riguroso desde la planeación hasta la liquidación del contrato.	Cumplir con las garantías calidad y mantenimiento estipulados dentro del contrato.

5.3.3.1.2 Enunciado del alcance proyecto convencional.

ALCANCE DEL PROYECTO
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC SISTEMA CONVENCIONAL

Descripción del alcance del producto	
Requisitos:	Características:
Debe cumplirse con las fechas de entrega establecidas dentro del cronograma.	Cimentación Profunda con pilotes en concreto
La ejecución del proyecto debe iniciar cuando ya estén aprobadas todas las disciplinas correspondientes para el adecuado funcionamiento del edificio.	Estructura en concreto con una resistencia de 4.000 psi
El material que se suministre debe cumplir con las certificaciones de calidad, cumpliendo con las especificaciones técnicas vigentes en Colombia.	Placa maciza de contra piso y entrepiso en concreto con una resistencia de 3.000 psi
Los concretos fundidos deben haber realizado las pruebas de laboratorio correspondientes a su resistencia de compresión.	Los pisos deben ser nivelados con mortero, con un acabado en porcelanato tráfico medio antideslizante de 60x60.
No debe sobrepasar el presupuesto estimado dentro del contrato.	Se implementarán puertas metálicas de chapa antipánico con pintura electroestática.
Se deben haber realizado los estudios de suelo correspondientes para determinar el sistema de cimentación para la estructura en concreto.	Se implementa ventanearía con perfilaría en acero inoxidable, y vidrio templado con una cámara de aire. Para garantizar su aislamiento termo acústico.
Debe cumplir con las normas de resistencia Sísmica NSR10, normas ambientales, norma Retie, Retilap.	Muros en mampostería confinada en bloque n°4 Tradicional, pañetado, estucado y pintado.
Debe garantizar la calidad estructural, y de acabados óptimos para su funcionamiento.	Garantizar la iluminación y ventilación natural.
Hacer las pruebas respectivas a todos los sistemas de servicio previo a realizar la entrega al cliente.	Escaleras metálicas con recubrimiento y protección de corta soles metálicos.

Haberse tramitado la licencia de construcción a cabalidad, con su aprobación por parte de la curaduría.	Cielo raso descolgado en Drywall.
Se debe realizar el seguimiento adecuado para la correcta ejecución de la obra.	Garantizar la durabilidad del proyecto.

Criterios de Aceptación del producto	
Conceptos	Criterios de Aceptación
Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> - Los diseños de todas las disciplinas deben haber sido aprobadas en su totalidad. -Deben estar al día y culminadas las actividades pactadas con los contratistas. -Cumplir con las normas técnicas NSR10 -Debe tener la certificación de licencia de construcción y licencias ambientales. -Cumplir con las normas de accesibilidad para los usuarios en condiciones de discapacidad. - Cumplir con la norma Retie y Retilap - Garantizar el debido funcionamiento de los espacios, iluminación natural y ventilación.
De Calidad	<ul style="list-style-type: none"> - La supervisión del lapso de tiempo de ejecución del contrato debe estar controlada por la interventoría designada. -Implementación de mano de obra calificada -Cumplir con la norma de instalación Hidro sanitaria regidas sobre la Norma NTC 1500. -Se debe haber realizado las pruebas de compresión a los concretos fundidos -Todos los sistemas de servicio deben estar en adecuado funcionamiento. (Eléctrico, hidráulico, red contraincendios) además del debido funcionamiento de aires acondicionados y extractores.
Administrativos	<ul style="list-style-type: none"> -Haber cumplido con los requerimientos legales, normativos y reglamentarios ante las diferentes entidades que garantizan el uso adecuado del producto. - Haber realizado un adecuado control y gestión de los gastos presupuestados inicialmente, en

	<p>conformidad con los procedimientos establecidos por la empresa.</p> <p>-Estar al día con las actividades ejecutadas previas a la entrega del edificio y haber generado los pagos correspondientes a proveedores y contratistas.</p>
Comerciales	-Entregar un buen producto al cliente con la finalidad de ser contratados para nuevos proyectos.
Sociales	<p>-El producto debe garantizar un beneficio para todas las personas que van a hacer uso de este.</p> <p>- El proyecto dentro de su ejecución debe haber generado oportunidades de empleo para los habitantes de la zona de intervención.</p>

Entregables del Proyecto	
Nombre	Características
Edificio Universitario de 4 niveles ejecutado en sistema Tradicional,	Puesta en funcionamiento de la totalidad del edificio según lo estipulado dentro del contrato y sujeto a especificaciones técnicas.
Actividades preliminares	Replanteo, Puesta de cerramiento, nivelación del terreno de implantación.
Cimentación	Excavación de pilotes, puesta de hierros y vaciado de concretos, fundida placa de contra piso.
Estructura	Estructura porticada 4 niveles en concreto reforzado.
Aulas de Clase	27 aulas de clase adecuadas para 30 estudiantes cada una, con sus acabados correspondientes.
Área Baterías sanitarias	1 batería de baño en cada uno de los 4 niveles, con mobiliario fijo correspondiente al debido funcionamiento del servicio de Higiene y limpieza.
Área Laboratorio	1 espacio destinado a laboratorio de fuentes renovables.
Redes Secas	Instalación de redes eléctricas, control, voz y datos.
Redes Húmedas	Instalación de dos tipos de redes: Internas y externas, correspondientes a los conductos hídricos potables y sanitarios

Urbanismo	Espacio exterior que equilibra arquitectónicamente al producto integrando zonas duras, de transición y circulación. (Incluye rampas, y escaleras de acceso al edificio). Barandas en acero y vidrio para circulaciones.
Puntos Fijos	2 puntos fijos de comunicación entre niveles, correspondientes a escaleras metálicas con su envolvente de protección.
Dotación Baños	(6 sanitarios, 5 lavamanos, 3 orinales por piso).

Exclusiones del Proyecto	
<ul style="list-style-type: none"> - Pavimentos de las zonas de ingreso al edificio. - Mobiliario de Laboratorio. - Mobiliario dotación Aulas (810 pupitres 27 puestos de docente, 27 tableros en acrílico). - Zonas verdes del proyecto - Sobre fachadas 	

Restricciones del Proyecto	
Internas a la Organización	Ambientales o Externas a la Organización
Retraso en la finalización de los diseños de todas las disciplinas.	Retraso en la aprobación de la licencia de construcción
Los tiempos de retraso de flujo de caja pueden demorar acciones de compras y pagos a proveedores y contratistas.	En algunos casos el tiempo de retraso de aprobación de documentos por parte de entidades de control, como lo es la interventoría, esto interfiere en la planeación del proyecto y su ejecución
La renuncia o ausencia del personal calificado en la ejecución puesta en marcha reduce el rendimiento de mano de obra y puede generar retrasos en la programación.	El clima del sitio de ejecución de la obra puede favorecer o retardar las labores del personal o retrasar los procesos físicos de la fundida de cimentación, estructura, placas y levantamiento de muros.
No obtener materiales y maquinaria cerca al lugar de ejecución puede llegar a afectar el rendimiento y alterar los costos.	Incumplimiento de las actividades programadas.

No encontrar el personal necesario en el lugar de ejecución puede llegar a generar sobrecostos.	Retrasos por parte de la comunidad, huelgas, protestas y desacuerdo con la ejecución del proyecto.
	Retrasos en la llegada de maquinaria y materiales al sitio de ejecución.
	-Retraso por movimientos de tierras en la excavación de la cimentación. -Retraso por aparición de niveles freáticos en excavaciones profundas de pilotaje.

Supuestos del proyecto	
Internos a la organización	Ambientales o Externas a la Organización
Cumplimiento de las obligaciones contractuales.	Satisfacción total del cliente
Disponibilidad presupuestal	Satisfacción a los estudiantes que harán uso del proyecto.
Disponibilidad de maquinaria y materiales	Cumplimiento de la forma de pago estipulada dentro del contrato.
Autonomía de la totalidad el proyecto	Entrega de toda la zona del proyecto a tiempo por el contratante.
Competencias de los profesionales del equipo de trabajo.	Contratación de mano de obra local requerida para la ejecución.
Disponibilidad y dedicación del equipo de trabajo de gestión.	Responder o pagar por los posibles daños ocasionados en ejecución de los trabajos. Además de Fisuras, agrietamientos, daño de materiales y acabados.
Realizar el seguimiento adecuado y riguroso desde la planeación hasta la liquidación del contrato y realizar una adecuada Postventa.	Cumplir con las garantías de calidad y mantenimiento estipulados dentro del contrato.
	El edificio responderá eficientemente, estructural y funcionalmente.

5.4 CREAR LA EDT/WBS.

5.4.1 Entradas.

5.4.1.1 Plan de gestión del alcance.

Ver 5.3.1.1 Plan de gestión del alcance proyecto modular y convencional.

5.4.1.1 Enunciado del alcance proyecto modular y convencional.

Ver 5.3.3.1.1 y 5.3.3.1.2 Enunciado del alcance proyecto modular y convencional.

5.4.1.3 Documentación de requisitos.

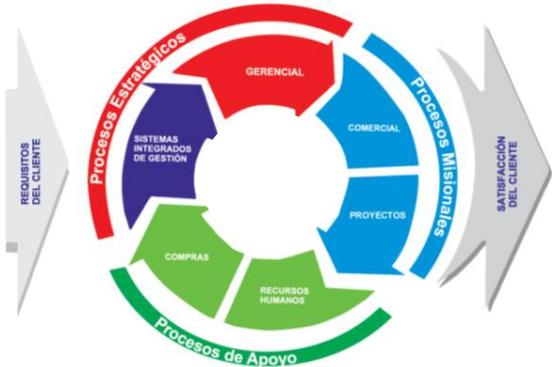
Ver 5.3.1.3.1 y 5.3.1.3.2 Documentación de requisitos proyecto modular y convencional.

5.4.1.4 Factores ambientales de la empresa proyecto modular y convencional.

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC
FACTORES AMBIENTALES DE LA EMPRESA

Descripción	
Factores Ambientales	Características
Estructura de la Organización.	Corresponde a la disposición de roles y jerarquías de la empresa, enlazando el perfil de cada persona según su cargo y actividad a desempeñar.
	Esta política contiene el enfoque empresarial, estipulando la misión que tiene la misma para poder satisfacer las necesidades del cliente, los principios orientadores y de cumplimientos que caracterizan cada construcción, teniendo en cuenta los sistemas de calidad como elemento primordial para el buen desempeño de todos los centros de trabajo, trabajadores de la empresa

<p>Política Integrada de la organización</p>	<p>tales como contratistas, subcontratistas y temporales, quienes tendrán la responsabilidad de cumplir con las normas y procedimientos de seguridad.</p> <p>Con el fin de realizar un trabajo seguro y productivo, igualmente serán responsables de notificar oportunamente todas aquellas condiciones que puedan generar consecuencias y contingencias para los empleados y la organización.</p>
<p>Política de Seguridad Vial</p>	<p>Estipula la prevención de accidentes de tránsito como prioridad a los vehículos que realizan cualquier actividad requerida por la empresa, ya sea interna administrativa u operativa, de esta forma se pretende garantizar el cuidado del personal involucrado.</p>
<p>Política Anti-Discriminación y de prevención del acoso Laboral</p>	<p>Promueve la conciencia colectiva de sana convivencia, el buen ambiente en la empresa y la armonía entre quienes comparten vida laboral, de la misma forma prohíbe las prácticas de discriminación, lo anterior se estipula dentro del manual de convivencia empresarial por el cual la entidad debe velar y hacer debido seguimiento al personal en fin de prevenir acciones que atenten contra la integridad de los empleados.</p>
<p>Política de no Alcohol, drogas y fumadores</p>	<p>Esta política promueve el modo de vida sano en los trabajadores, creando conciencia sobre el cuidado de la salud dentro y fuera de la organización, además de incentivar las actividades recreativas y culturales, que disminuyan los daños causados por tabaquismo o alcohol.</p>

<p>Mapa de procesos (Integración del ciclo de funcionamiento administrativo de los proyectos)</p>	 <p><i>Figura 29: Mapa de procesos (fuente smartbrix.com)</i></p>
<p>Documento Base de Normatividad</p>	<p>Este documento es el soporte establecido para tener en cuenta el adecuado diseño de cualquier tipo de espacios arquitectónicos, que corresponde a los lineamientos emitidos por la normatividad colombiana vigente e integra la clasificación por tipo de uso de suelo y por tipología de espacios, adicionalmente integra la norma de sismo resistencia, y de suministro de sistemas a implementar en cada construcción.</p>
<p>Recursos Humanos existentes</p>	<p>Los equipos de trabajo consolidados con alto rendimiento y eficiencia deben incentivarse para garantizar el flujo constante de trabajo. De este modo, se pretende potencializar sus disciplinas y conocimientos relacionados con el diseño, contrataciones y compras. Así mismo los procesos de desarrollo de la construcción serán más puntuales y eficientes.</p>
<p>Gestión del personal</p>	<p>Según el cargo requerido, el proyecto y la función a desempeñar, el profesional evaluado desde recursos humanos debe cumplir con la experiencia necesaria, y el perfil adecuado para asumir los roles en fin de evitar re procesos, que generen pérdida de tiempos y costos en el proyecto.</p>
<p>Base de datos comerciales</p>	<p>Se utilizan plantillas que integran la estimación de costos estandarizados los cuales optimizan tiempos de gestión y de presentación de ofertas económicas ante el cliente.</p>

Canales de comunicación de la Empresa	Son utilizados los medios de comunicación de medio magnético tales como, Llamadas, Video llamadas, correo electrónico, redes sociales, Hitask y mensajería.
Sistema de Información para la Dirección de proyectos.	Para garantizar un adecuado manejo de la información en la coordinación de proyectos, son utilizados diferente software común y en línea, que aportan a todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, tales como: Revit Architecture, Autocad, Project, Excel y Sunco, son herramientas que agilizan procesos y eficientemente funcionan con exactitud.

5.4.1.5 Activos de los procesos de la organización.

Ver 5.3.1.4.1 y 5.3.1.4.2 Activos de los procesos de la organización proyecto modular y convencional.

5.4.2 Herramientas y técnicas.

5.4.2.1.1 Descomposición EDT proyecto modular.

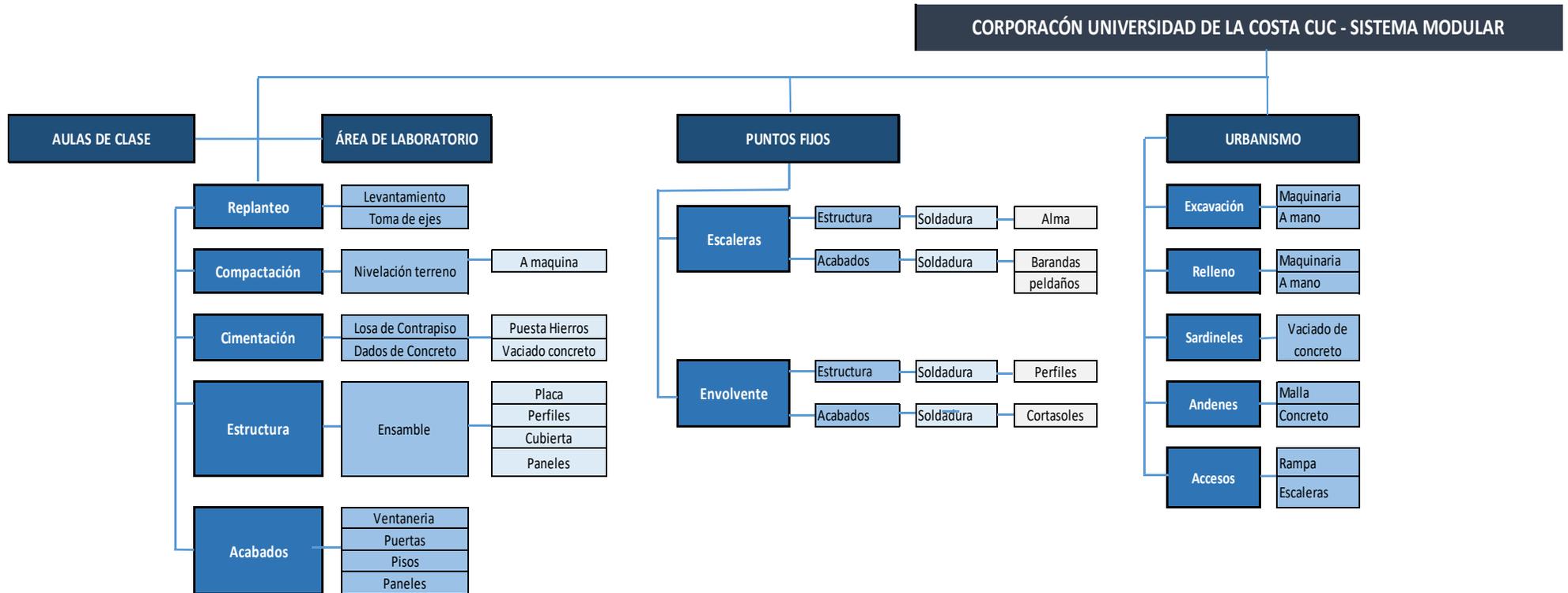


Figura 30: Descomposición EDT proyecto modular (fuente propia)

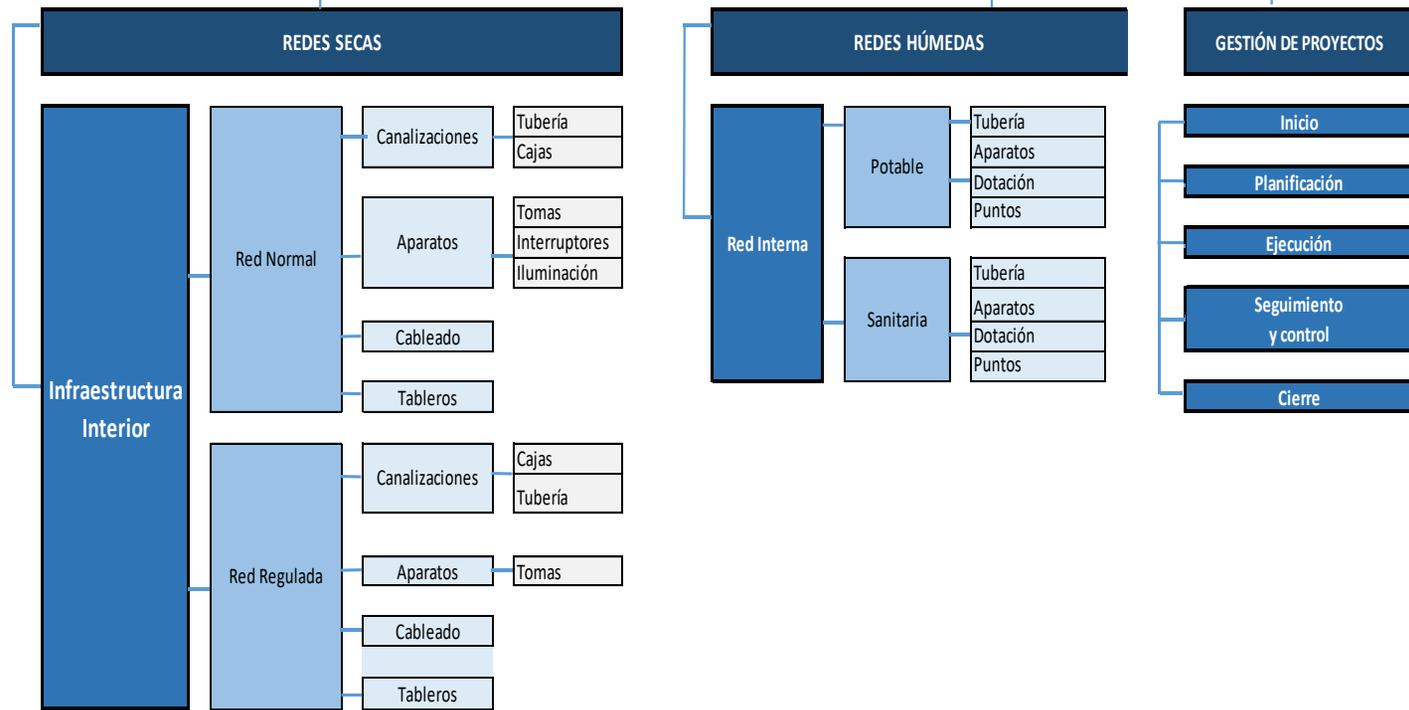


Figura 31: Descomposición EDT proyecto modular (fuente propia)

5.4.2.1.2 Descomposición EDT proyecto convencional.

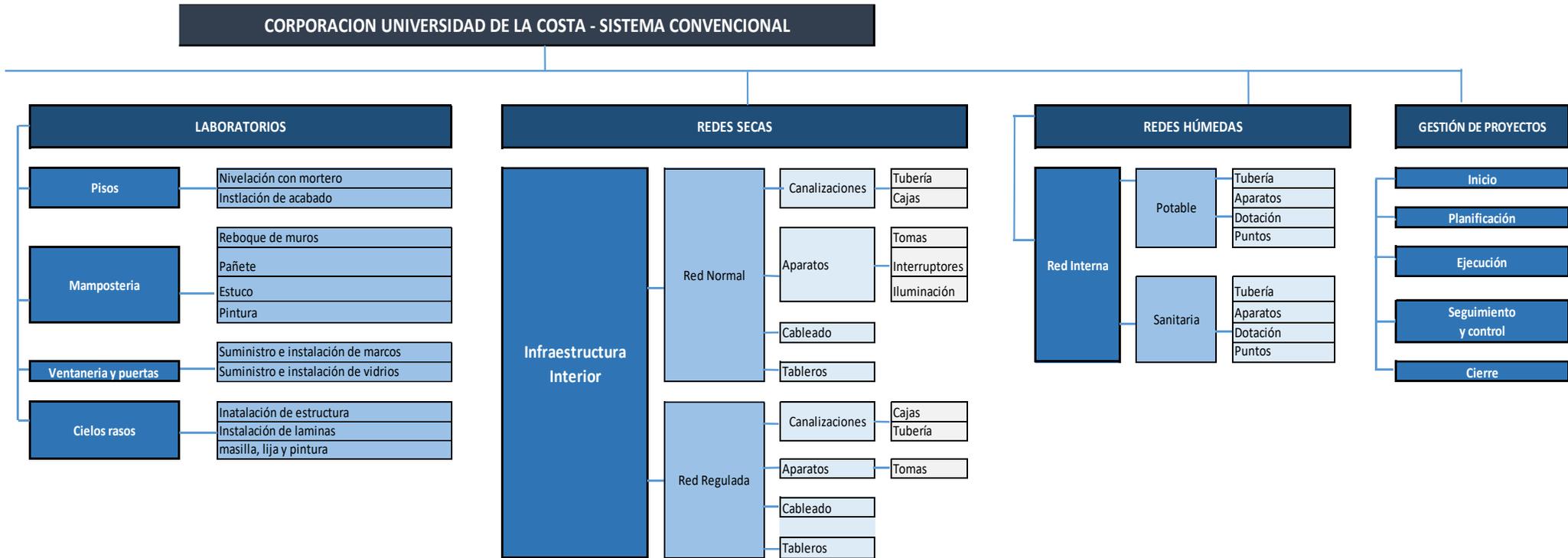


Figura 32: Descomposición EDT proyecto convencional (fuente propia)

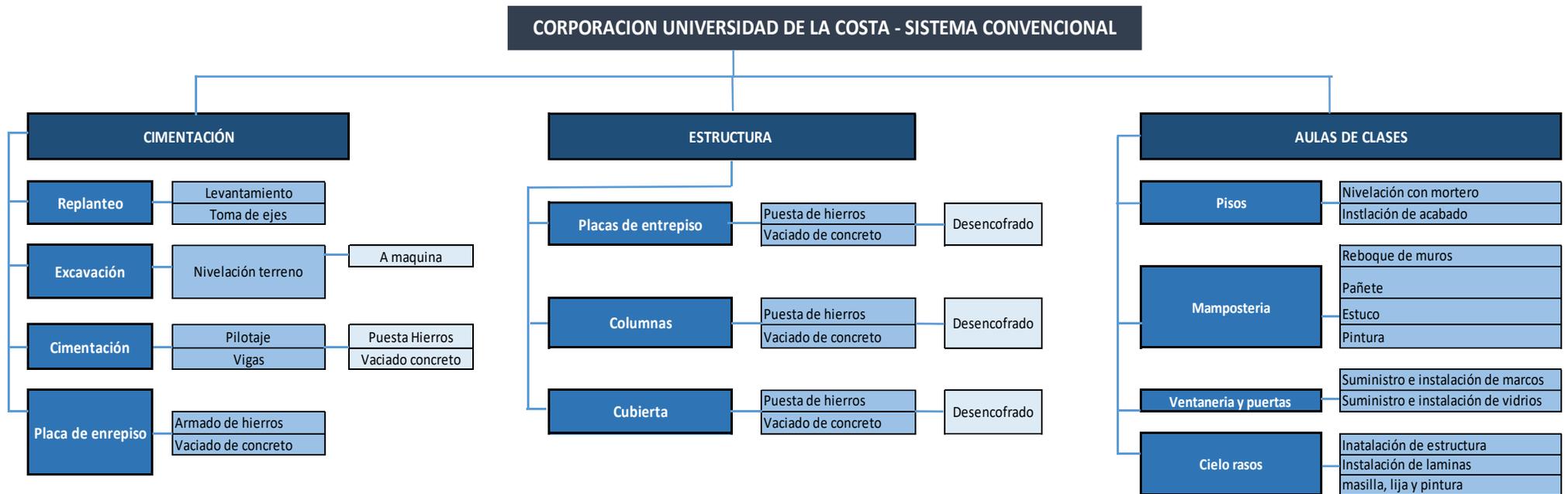


Figura 33: Descomposición EDT proyecto convencional (fuente propia)

5.4.3 Salidas.

5.4.3.1.1 Línea base del alcance proyecto modular.

LINEA BASE DEL ALCANCE - SISTEMA MODULAR	
AULAS DE CLASE Y LABORATORIOS	
Replanteo	
Levantamiento	
Toma de ejes	
Compactación	
Nivelación terreno	
A maquina	
Cimentación	
Losa de contrapiso	
Dados de concreto	
Puesta hierros	
Vaciado concreto	
Estructura	
Ensamble	
Placa	
Perfiles	
Cubierta	
Paneles	
Acabados	
Ventaneria	
Puertas	
Pisos	
Paneles	
PUNTOS FIJOS	
Escaleras	
Estructura	
Acabados	
Soldadura	
Alma	
Barandas	
Peldaños	
Envolvente	
Estructura	
Acabados	
Soldadura	
Perfiles	
Soldadura	
Cortasoles	
URBANISMO	
Excavación	
Maquinaria	
A mano	
Relleno	
Maquinaria	
A mano	
Sardineles	
Vaciado de concreto	
Andenes	
Malla	
Concreto	
Accesos	
Rampa	
Escaleras	
REDES SECAS	
Infraestructura interior	
Red normal	
Canalizaciones	
Tubería	
Cajas	
Aparatos	
Tomas	
Interruptores	
Iluminación	
Cableado	
Tableros	
Red regulada	
Canalizaciones	
Tubería	
Cajas	
Aparatos	
Tomas	
Cableado	
Tableros	
REDES HUMEDAS	
Red interna	
Potable	
Tubería	
Aparatos	
Dotación	
Puntos	
Sanitaria	
Tubería	
Aparatos	
Dotación	
Puntos	
GESTION DE PROYECTOS	
Inicio	
Planificación	
Ejecución	
Seguimiento y control	
Cierre	

Figura 34: Línea base del alcance proyecto modular (fuente propia)

5.4.3.1.2 Línea base del alcance proyecto convencional.

LINEA BASE DEL ALCANCE - SISTEMA CONVENCIONAL

CIMENTACION
Replanteo
Levantamiento
Toma de ejes
Excavacion
Nivelación terreno
A maquina
Cimentacion
Pilotaje
Vigas
Puesta hierros
Vaciado concreto
Placa de entripiso
Armado de hierros
concreto

ESTRUCTURA
Placas de entripiso
Puestas de hierro
Vaciado de concreto
Desencofrado
Columnas
Puestas de hierro
Vaciado de concreto
Desencofrado
Columnas
Puestas de hierro
Vaciado de concreto
Desencofrado

AULAS DE CLASE
Pisos
Nivelacion con mortero
Instalacion de acabados
Mamposteria
Reboque de muros
Pañete
Estuco
Pintura
Ventaneria y puertas
Suministro e instalacion de marcos
Suministro e instalacion de vidrios
Cielo rasos
Instalacion de estructura
Instalacion de laminas
Masilla, lija y pintura

LABORATORIOS
Pisos
Nivelacion con mortero
Instalacion de acabados
Mamposteria
Reboque de muros
Pañete
Estuco
Pintura
Ventaneria y puertas
Suministro e instalacion de marcos
Suministro e instalacion de vidrios
Cielo rasos
Instalacion de estructura
Instalacion de laminas
Masilla, lija y pintura

REDES SECAS
Infraestructura interior
Red normal
Canalizaciones
Tuberia
Cajas
Aparatos
Tomas
Interruptores
Iluminacion
Cableado
Tableros
Red regulada
Canalizaciones
Tuberia
Cajas
Aparatos
Tomas
Cableado
Tableros

REDES HUMEDAS
Red interna
Potable
Tuberia
Aparatos
Dotacion
Puntos
Sanitaria
Tuberia
Aparatos
Dotacion
Puntos

GESTION DE PROYECTOS
Inicio
Planificacion
Ejecucion
Seguiminto y control
Cierre

Figura 35: Línea base del alcance proyecto convencional (fuente propia)

Gestión del tiempo: Se desarrollará el numeral 6.5.

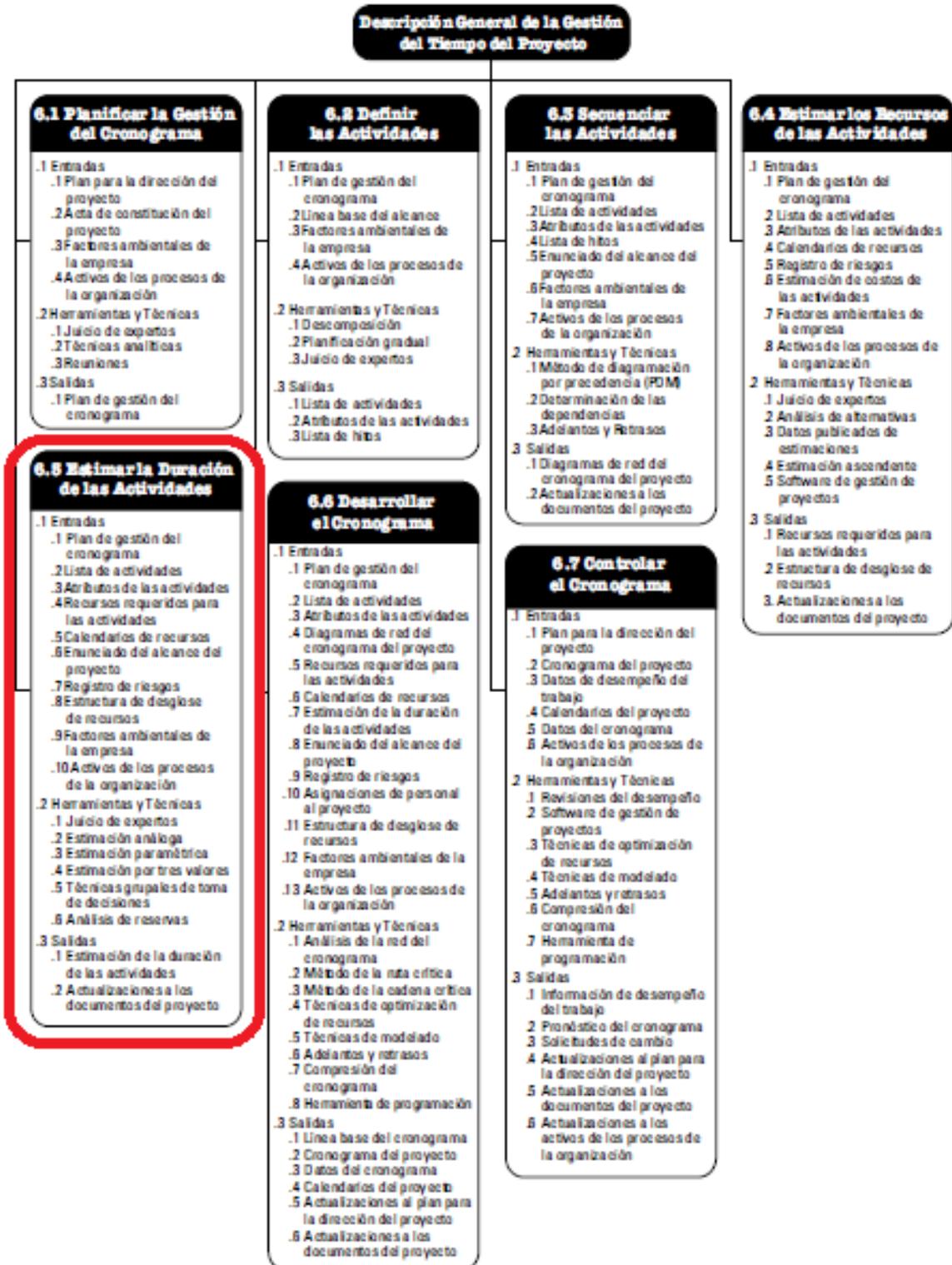


Figura 36: Descripción general de la gestión del tiempo del proyecto (fuente pmbok 5ta edición)

6.5 ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

6.5.1 Entradas.

6.5.1.1 Plan de gestión del cronograma proyecto modular y convencional.

PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

NOMBRE DEL PROYECTO	
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fechas	Razón
V1	Ingeniero de Proyecto	Gerente de Proyecto	Sponsor	Diciembre 2018	Gestión de Proyecto

PLAN DE LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA
Dentro del siguiente documento se establecen los debidos procesos de planificación de gestión para cada una de las actividades a ser controladas, monitoreadas y ejecutadas durante todo el ciclo de vida del proyecto de construcción.

DESARROLLO DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO
A partir de la documentación del alcance se hará uso de la EDT (estructura de desglose de trabajo), haciendo parte de los procedimientos de la organización. Utilizando los entregables como encabezados y de este modo poder definir los paquetes de trabajo, seguido de esto se hará uso de la lista de actividades a ejecutar que es definida por juicio de expertos o historial de proyectos anteriores. Finalmente, para obtener la programación del proyecto se debe utilizar el software Microsoft Project que funcionara como la herramienta de planificación y control de la ejecución de cada una de las actividades. El anterior, es el encargado de compilar cada uno de los entregables y paquetes de trabajo con su respectiva secuencia de actividades sucesoras y predecesoras, adicionalmente es necesario haber realizado la estimación de tiempos y asignación de costos.

NIVEL DE EXACTITUD

Se deben haber desglosado al detalle todo y cada una de las actividades a ejecutar, sin discriminar algunas que puedan alterar los tiempos de desarrollo de los entregables y a su vez provocar sobrecostos. Es por ello que se utilizan bases de datos actualizadas como lo es el libro Construdata, información de proyectos ya ejecutados bajo las mismas condiciones y juicios de expertos, además se estima un porcentaje de reserva de contingencia para prever cualquier desfase en actividades que produzcan imprevistos durante su ejecución. A Su vez la totalidad de las actividades de obra civil serán subcontratadas, por ende, la responsabilidad en tiempos de entrega de cada una de ellas será por parte de la entidad a cargo.

UNIDADES DE MEDIDA

Para los recursos que compone este proyecto se asignan las siguientes mediciones en propósito de considerar que, es necesario conocer el método por el cual se mide el tiempo de dedicación del personal y las medidas de cantidades de obra.

- Personal de trabajo: 8 horas Diarias – Mínimo 48 horas semanales – Máximo 60 horas semanales incluyendo horas extras.
- Cantidades de Obra: Metros cuadrados (M2) – Metros Lineales (ML) – Metros Cúbicos (M3) – Toneladas (Ton) – Global (GL).

MANTENIMIENTO DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO

La estructura de programación puede ir variando según el avance en la ejecución de la obra, en este caso el cronograma de planeación será la base hasta la puesta en marcha de las actividades. Cuando el proyecto esté ejecutándose, se es necesario el apoyo en la bitácora e informes semanales de obra y posteriormente ir retroalimentando la programación y cronograma de obra que puede indicar alteraciones o rendimientos, que provoquen avances o retrasos de la ejecución de las actividades planeadas.

Además de actualizar la ruta crítica es necesario tener en cuenta los hitos del mismo para no incurrir en afectaciones o pérdidas económicas al finalizar el proyecto.

MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO

Dentro del plan de Gestión del cronograma para la ejecución de la Universidad de la costa CUC, es fundamental realizar la medición de desempeño del cronograma en fin de verificar el rendimiento de las actividades, la variación de las mismas, pérdida o ganancia del proyecto a la fecha y flujo de caja, a partir de los siguientes indicadores.

AC : (Costo Actual)

PV : (Valor Planeado)

EV : (Valor Ganado)

SPI: (Índice de desempeño del cronograma)

CPI: (Índice de desempeño de costos)

SV : (Variación del Cronograma)

CV : (Variación de los Costos)

Los anteriores indicadores otorgan la noción del rendimiento de las actividades a la fecha, y del manejo de recursos dentro de las actividades ejecutadas. De este modo facilita la toma de decisiones cuando la ejecución del proyecto se encuentra en marcha, evitando posibles pérdidas futuras e integrando estrategias que optimicen rendimientos.

FORMATOS DE INFORMES

A medida que el proyecto en ejecución avanza, se es necesario tener un control de lo planeado versus lo ejecutado a la fecha, para ello es necesario presentar los siguientes documentos de soporte:

informe parcial de avance

informe de cantidades

informe financiero

Los anteriores informes serán entregados con una frecuencia semanal y mensual, en fin, de comprender el estado actual del proyecto, alimentar el cronograma y tomar las decisiones pertinentes para poder cumplir a cabalidad lo planeado.

6.5.1.2 Lista de actividades proyecto modular y convencional.

Ver 5.4.3.1.1 y 5.4.3.1.2 Línea base del alcance proyecto modular y convencional.

6.5.1.4 Recursos requeridos para las actividades proyecto modular y convencional.

Ver 6.5.3.1.1 y 6.5.3.1.2 Estimación de la duración de las actividades proyecto modular y convencional.

6.5.1.5 Calendarios de recursos proyecto modular y convencional.

Ver 6.5.3.1.1 y 6.5.3.1.2 Estimación de la duración de las actividades proyecto modular y convencional.

6.5.1.6 Enunciado del alcance del proyecto modular y convencional.

Ver 5.3.3.1.1 y 5.3.3.1.2 Enunciado del alcance del proyecto modular y convencional.

6.5.1.7.1 Registro de riesgos del proyecto modular.

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO (ANÁLISIS CUALITATIVO)											
		IMPACTO									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P R O B A B I L I D A D	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
	8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
	6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
	5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figura 37: Matriz de riesgos (fuente propia)

REGISTRO DE RIESGOS - SISTEMA MODULAR

Categoría de Riesgo	N°	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Severidad
LOGISTICA	1	Cumplir con el tiempo estimado de producción de sistema modular	7	5	35
	2	Nafragar durante el transporte marítimo de la carga.	9	2	18
	3	Cumplir con los procesos de nacionalización y transporte local dentro de los tiempos establecidos	8	7	56
JURÍDICOS/LEGALES	4	Manejo de Anticipo de la Obra	2	8	16
	5	Manejo de Tráfico	5	8	40
	6	Elaboración de Actas	3	9	27
RECURSOS HUMANOS	7	Personal Calificado	3	9	27
	8	Ausentismo laboral	5	8	40
	9	Renuncias de personal operativo	7	9	63
FINANCIEROS	10	Flujo de caja	3	9	27
	11	Pagos anticipados a proveedores y contratistas	7	9	63
	12	Costos adicionales	6	8	48
OPERACIÓN Y EQUIPOS	13	Ingreso de maquinaria con la capacidad requerida para la ejecución del hizaje	7	3	21
	14	Documentación certificada	3	8	24
	15	Operario calificado	3	8	24

Figura 38: Registro de riesgos proyecto modular (fuente propia)

Nivel de riesgo	Cantidad
ALTO	3
MEDIO	3
BAJO	9

Figura 39: Resultado de riesgos proyecto modular (fuente propia)

PLAN DE ACCIÓN RIESGOS				
N°	Riesgo	Amenaza/Oportunidad	Plan de respuesta	Acción de Tratamiento
1	Cumplir con el tiempo estimado de producción de sistema modular	A		
2	Naufregar durante el transporte marítimo de la carga.	A		
3	Cumplir con los procesos de nacionalización y transporte local dentro de los tiempos establecidos	A	ACEPTAR	Realizar el control y seguimiento correspondientes a las actividades
4	Manejo de Anticipo de la Obra	A		
5	Manejo de Tráfico	A	MITIGAR	Fomento y elaboración de planes de movilidad que disminuyan el tráfico.
6	Elaboración de Actas	A		
7	Personal Calificado	A		
8	Ausentismo laboral	A	ACEPTAR	Abordar estrategias de tipo disciplinario y de control, y realizar análisis de las condiciones y ambiente laboral.
9	Renuncias de personal operativo	A	ACEPTAR	Evaluar condiciones de trabajo e implicaciones en la decisión del personal.
10	Flujo de caja	A		
11	Pagos anticipados a proveedores y contratistas	A	TRANSFERIR	Realizar seguimiento a las actividades y cláusulas derivadas del contrato.
12	Costos adicionales	A	MITIGAR	Gestionar y controlar la línea base de costos.
13	Ingreso de maquinaria con la capacidad requerida para la ejecución del hizaje	A	MITIGAR	Implementar estrategias de convocatoria laboral que otorguen prioridad a las personas de la zona.
14	Documentación certificada	A	MITIGAR	Gestionar la socialización del proyecto de manera anticipada con la comunidad.
15	Operario calificado	A		

Figura 40: Plan de acción de riesgos proyecto modular (fuente propia)

6.5.1.7.1 Registro de riesgos del proyecto convencional.

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO (ANÁLISIS CUALITATIVO)											
		IMPACTO									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P R O B A B I L I D A D	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
	8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
	6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
	5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figura 41: Matriz de riesgos (fuente propia)

REGISTRO DE RIESGOS - SISTEMA CONVENCIONAL					
Categoría de Riesgo	N°	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Severidad
MATERIALES	1	Entrega y recepción de materiales según los tiempos estipulados	4	9	36
	2	Costo de compra anticipada	5	8	40
	3	Especificaciones técnicas requeridas	2	9	18
JURÍDICOS/LEGALES	4	Manejo de Anticipo de la Obra	2	8	16
	5	Manejo de Trafico	5	8	40
	6	Elaboracion de Actas	3	9	27
RECURSOS HUMANOS	7	Personal Calificado	2	9	18
	8	Ausentismo laboral	5	8	40
	9	Renuncias de personal operativo	7	9	63
FINANCIEROS	10	Flujo de caja	3	9	27
	11	Pagos anticipados a proveedores y contratistas	7	9	63
	12	Costos adicionales	6	8	48
MAQUINARIA Y EQUIPO	13	Ingreso de maquinaria	7	8	56
	14	Documentacion certificada	3	8	24
	15	Operario calificado	3	8	24
SEGURIDAD INDUSTRIAL	16	Personal de seguridad	3	8	24
	17	Controles de entrada y salidas de materiales	2	7	14
	18	Seguridad industrial	2	8	16

Figura 42: Registro de riesgos proyecto convencional (fuente propia)

Nivel de riesgo	Cantidad
ALTO	3
MEDIO	4
BAJO	11

Figura 43: Resultado de riesgos proyecto convencional (fuente propia)

PLAN DE ACCIÓN RIESGOS - NO CONVENCIONAL					
N°	Riesgo	Nivel de riesgo	Amenaza/Oportunidad	Plan de respuesta	Acción de Tratamiento
1	Entrega y recepción de materiales según los tiempos estipulados	Bajo	A		
2	Costo de compra anticipada	Medio	A	MITIGAR	Definición de plan de compras y seguimiento periódico.
3	Especificaciones técnicas requeridas	Bajo	A		
4	Manejo de Anticipo de la Obra	Bajo	A		
5	Manejo de Trafico	Medio	A	MITIGAR	Fomento y elaboración de planes de movilidad que disminuyan el tráfico.
6	Elaboracion de Actas	Bajo	A		
7	Personal Calificado	Bajo	A		
8	Ausentismo laboral	Medio	A	ACEPTAR	Abordar estrategias de tipo disciplinario y de control, y realizar análisis de las codiciones y ambiente laboral.
9	Renuncias de personal operativo	Alto	A	ACEPTAR	Evaluar condiciones de trabajo e implicaciones en la desición del personal.
10	Flujo de caja	Bajo	A		
11	Pagos anticipados a proveedores y contratistas	Alto	A	TRANSFERIR	Realizar seguimiento a las actividades y cláusulas derivadas del contrato.
12	costos adicionales	Medio	A	MITIGAR	Gestionar y controlar la línea base de costos.
13	Ingreso de maquinaria	Alto	A	MITIGAR	Gestionar el cumplimiento de las actividades informando y obteniendo los permisos en el momento pertinente.
14	Documentacion certificada	Bajo	A		
15	Operario calificado	Bajo	A		
16	Personal de seguridad	Bajo	A		
17	Controles de entrada y salidas de materiales	Bajo	A		
18	Seguridad industrial	Bajo	A		

Figura 44: Plan de acción de riesgos proyecto convencional (fuente propia)

6.5.1.8 Estructura de desglose de recursos del proyecto modular y convencional.

Ver 6.5.3.1.1 y 6.5.3.1.2 Estimación de la duración de las actividades proyecto modular y convencional.

6.5.1.9 Factores ambientales de la empresa modular y convencional.

Ver 5.4.1.4 Factores ambientales de la empresa modular y convencional.

6.5.1.10 Activos de los procesos de la organización proyecto modular y convencional.

Ver 5.3.1.4.1 y 5.3.1.4.2 Activos de los procesos de la organización proyecto modular y convencional.

6.5.2 Salidas.

6.5.3.1.1 Estimación de la duración de las actividades proyecto modular.

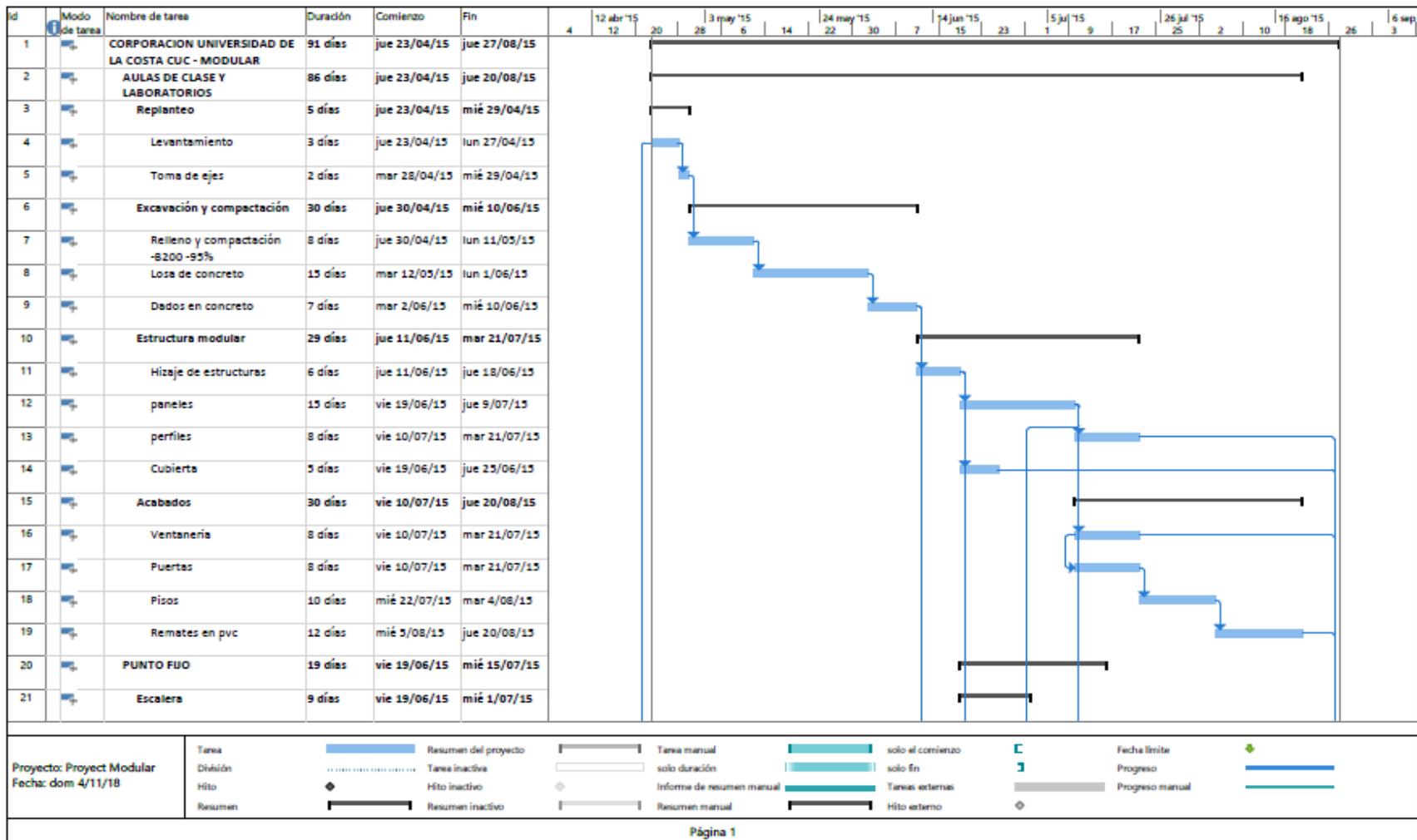


Figura 45: Cronograma proyecto modular (fuente propia)

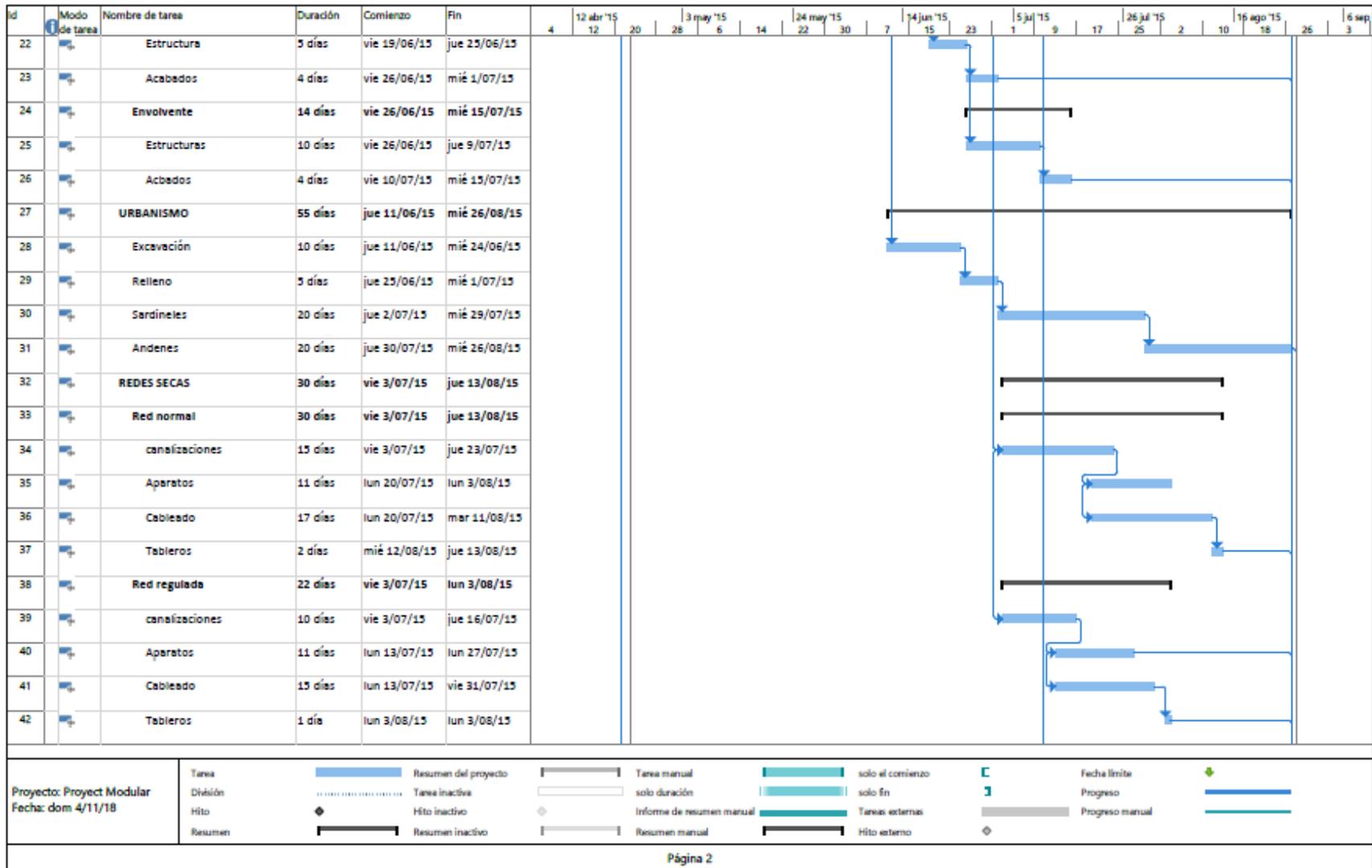


Figura 46: Cronograma proyecto modular (fuente propia)

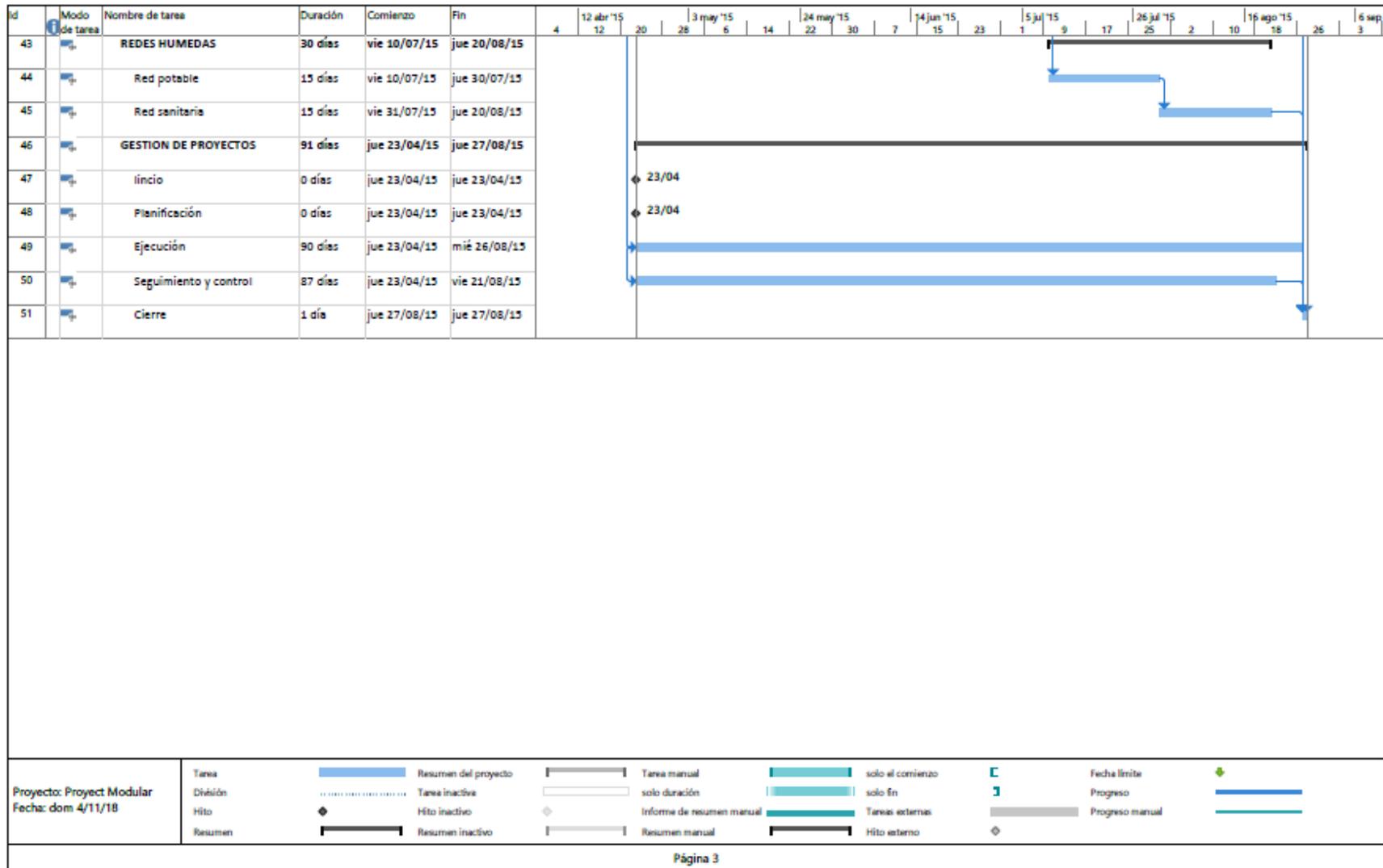


Figura 47: Cronograma proyecto modular (fuente propia)

6.5.3.1.2 Estimación de la duración de las actividades proyecto convencional.

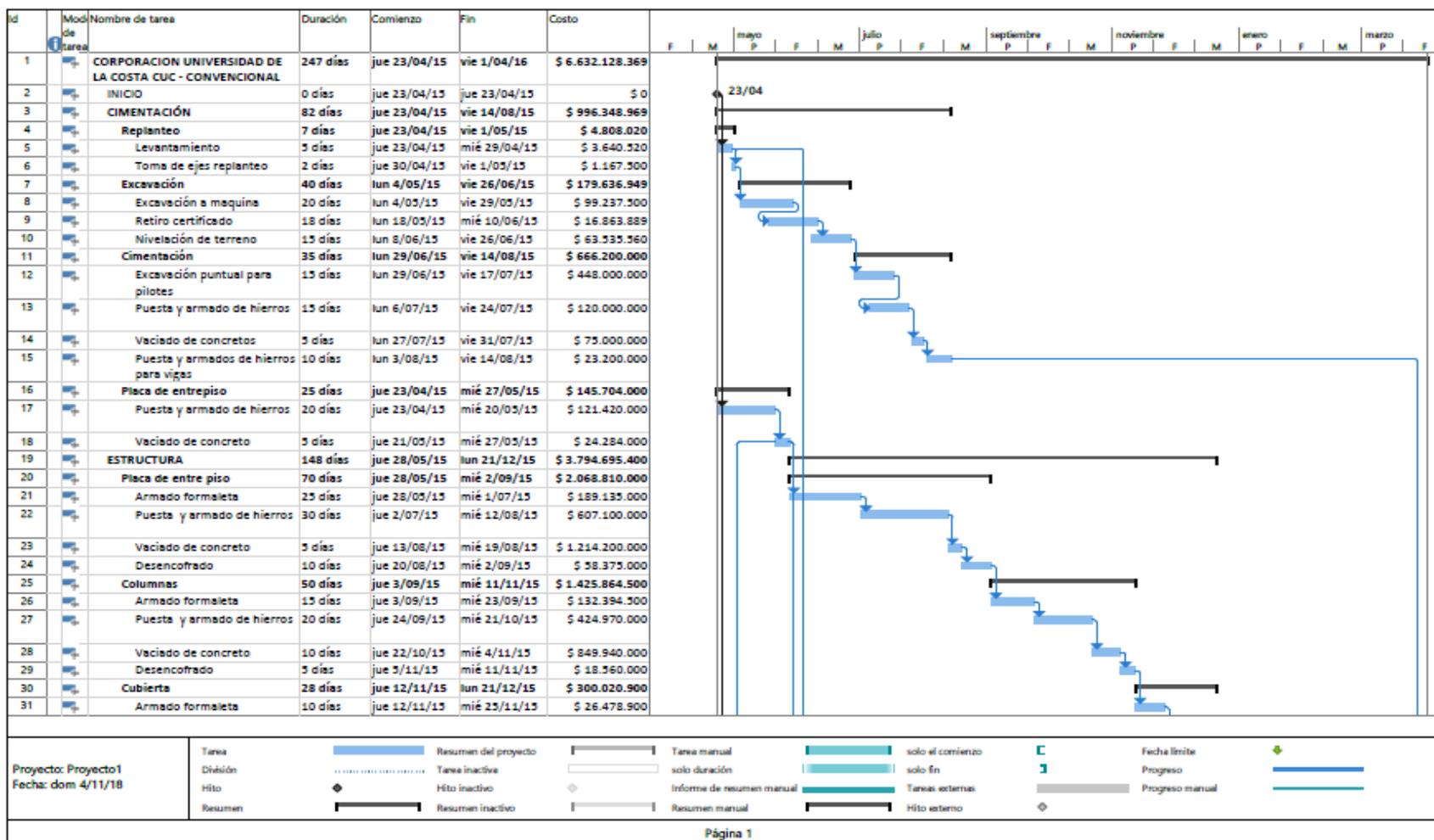


Figura 48: Cronograma proyecto convencional (fuente propia)

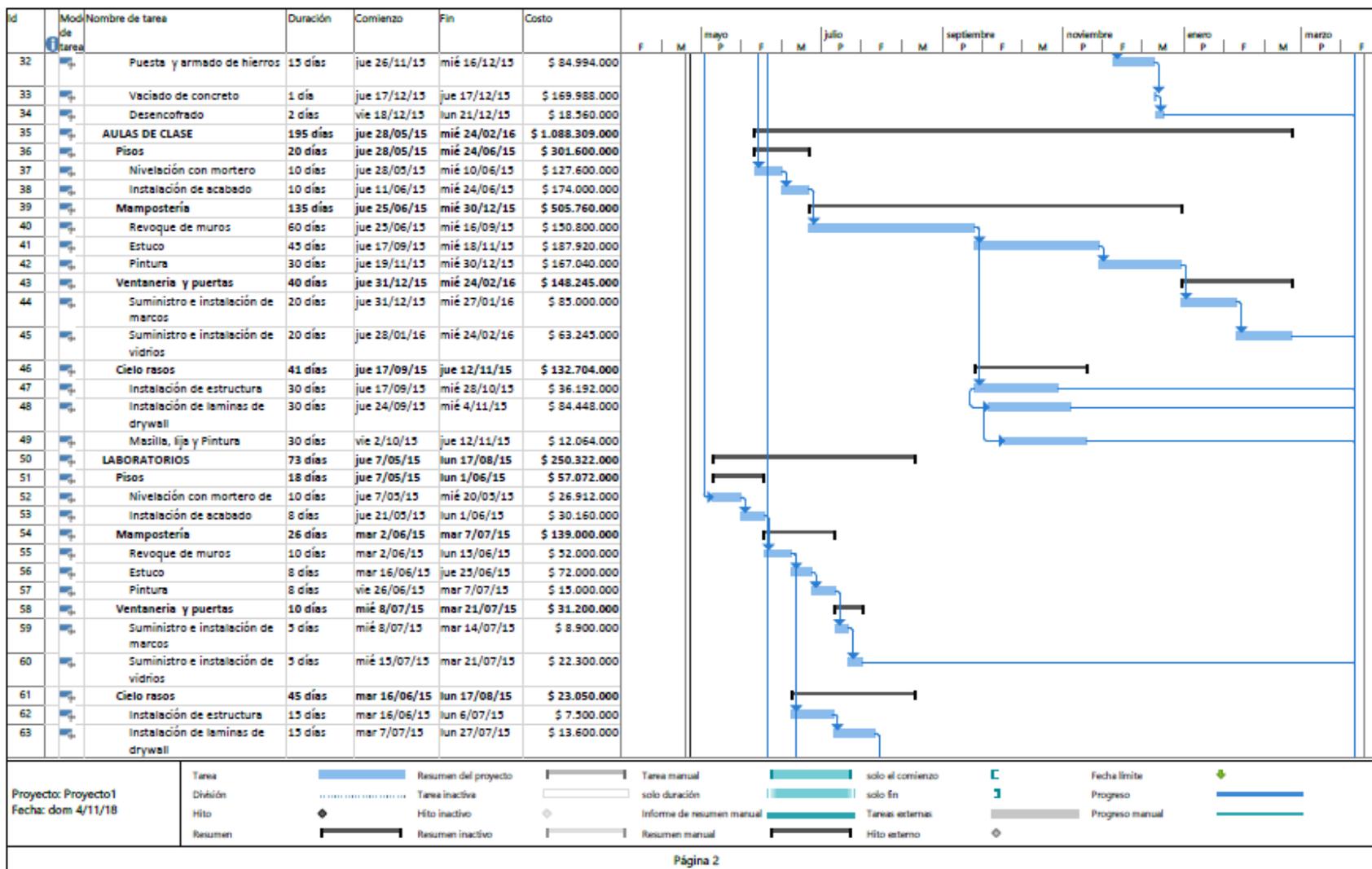


Figura 49: Cronograma proyecto convencional (fuente propia)

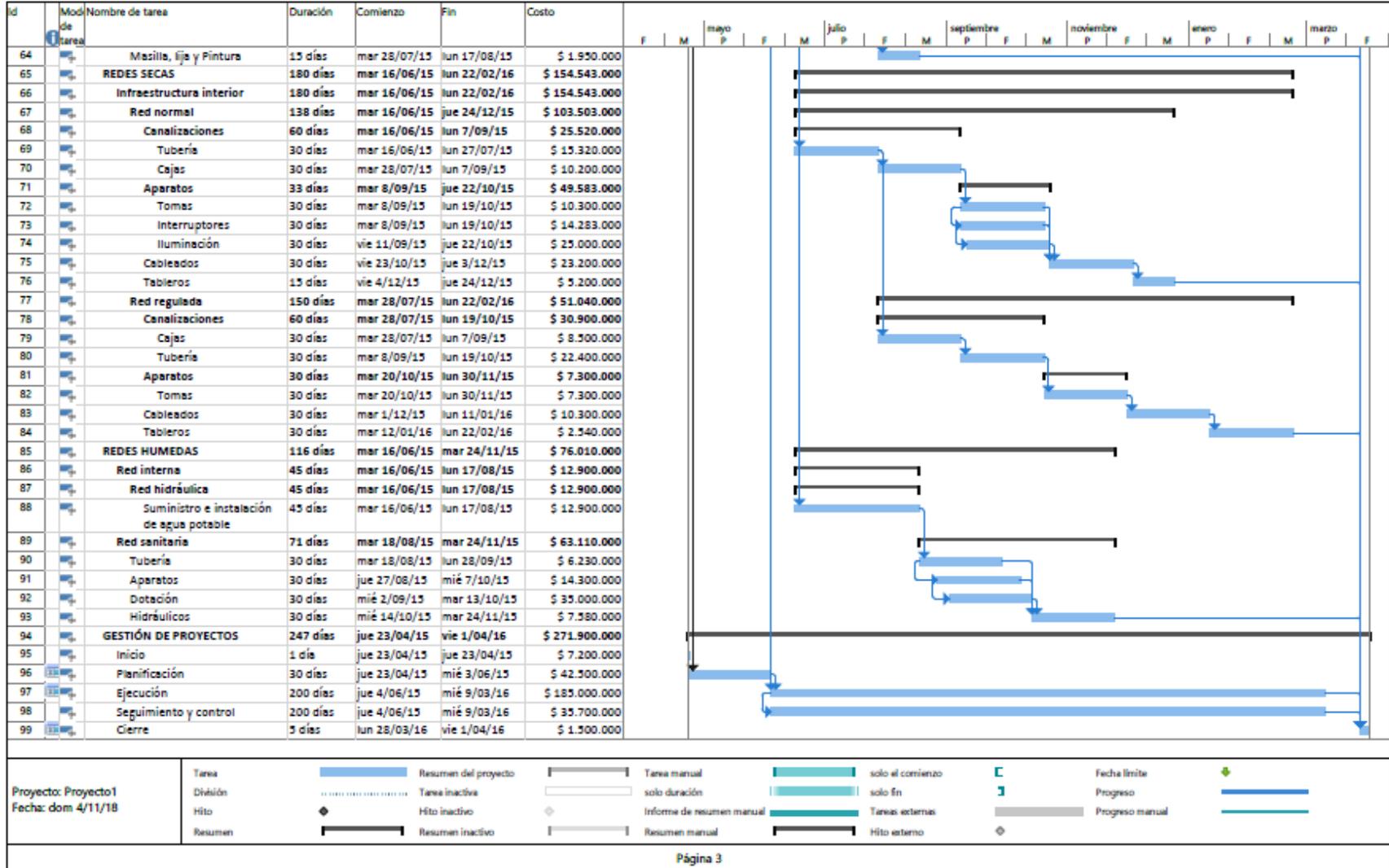


Figura 50: Cronograma proyecto convencional (fuente propia)

Gestión del costo: Se desarrollará el numeral 7.1.

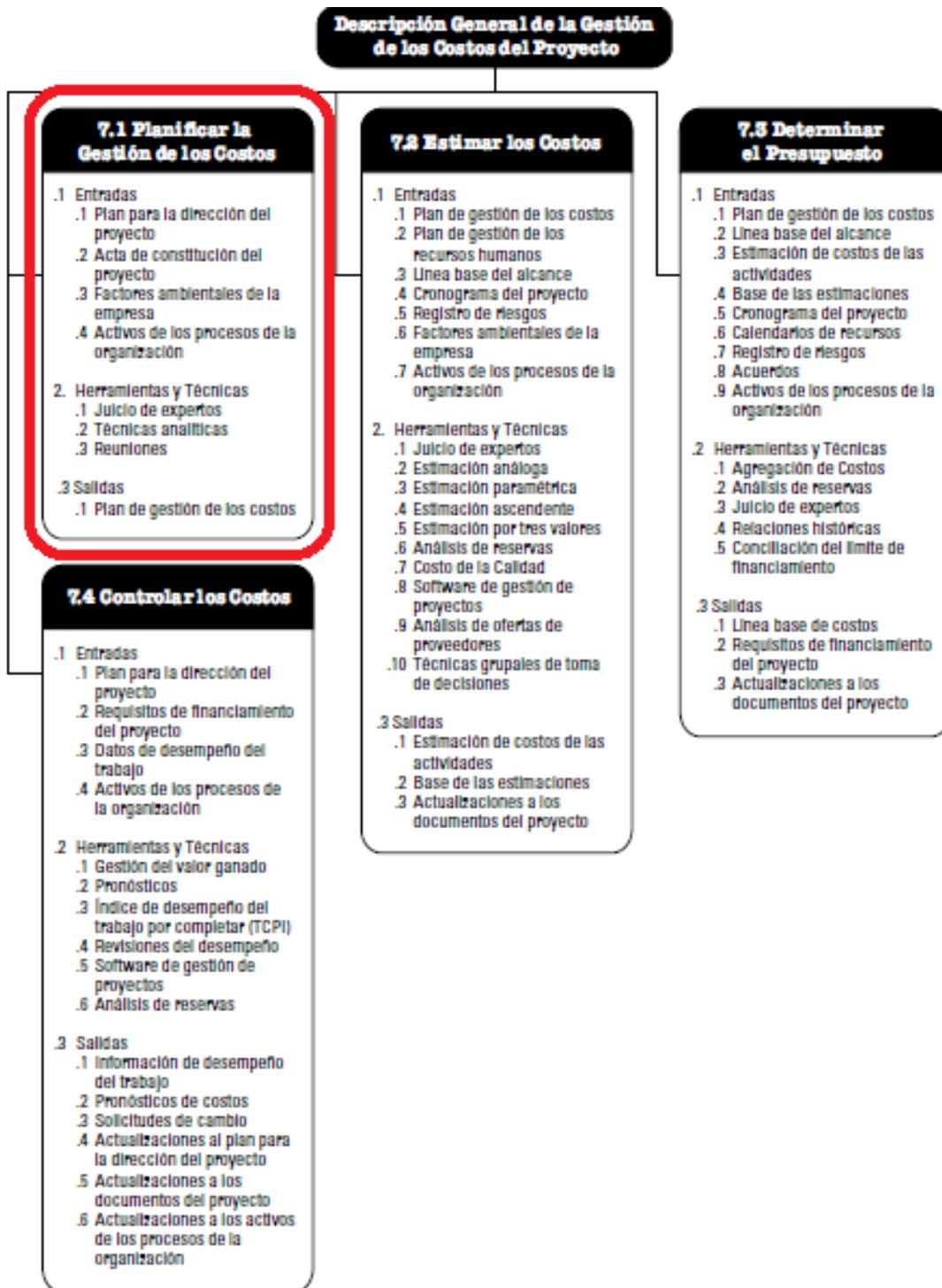


Figura 51: Descripción general de la gestión de los costos del proyecto (fuente pmbok 5ta edición)

7.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS

7.1.1 Entradas.

7.1.1.1.1 Plan para la dirección del proyecto modular.

PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO MODULAR

Fecha	Diciembre 2018
Proyecto	CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC
Dirección Responsable	Área de Proyectos
Líder del Proyecto	Ronal Villadiego Beltrán
Patrocinador Ejecutivo	Alejandro Lega Barco

SECCIÓN I. ALCANCE / CALIDAD

ALCANCE DEL PROYECTO
Especificaciones/ Características
Construcción de un edificio de 4 niveles de uso institucional en sistema constructivo modular incluyendo actividades complementarias como: actividades preliminares, cimentación, urbanismo, estructuras metálicas complementarias, acabados, redes húmedas y secas cumpliendo con los diseños y las especificaciones técnicas bajo el contrato de compraventa de espacios modulares SB-CV-150318-1 firmado el 27 de marzo de 2015 adjudicada mediante contratación directa; ubicado en la calle 58 # 55-66. Barranquilla, Colombia, a partir del acta de inicio durante 3 meses.

ALCANCE DEL PRODUCTO	
Requisitos	Características
Debe cumplirse con las fechas de entrega establecidas dentro del cronograma.	Los módulos están diseñados para soportar cargas de 280 kg/m ² en pisos, 160kg en techos y las paredes llegan a soportar vientos de 150km/h.
Los modulares deben estar en funcionamiento 120 días después del cumplimiento de la legalización del contrato, del intercambio de pólizas de seguro,	La estructura modular es de acero Q3454 Y utiliza guías de anclaje que se ajustan por medio de pernos de alta resistencia, facilitando su ensamble. Ver anexo 1 Ficha técnica.

después de haber recibido el anticipo según las cláusulas, y después de la firma del acta de inicio y firma de planos finales.	
No debe sobrepasar el presupuesto estimado dentro del contrato.	Los paneles (muros) son tipo sándwich. su Interior es en lana de roca mineral y exterior en lámina de acero galvanizado. Con una densidad de Densidad de 120 kg/m3.
Debe cumplir con las normas de resistencia Sísmica NSR10.	Garantiza el aislamiento Termo acústico.
Debe garantizar el remplazo de cualquier elemento modular solo si este presenta daños originados por defectos de fábrica.	Los Techos poseen aislamiento en espuma de poliuretano de alta densidad.
Hacer las pruebas respectivas a todos los sistemas de servicio previo a realizar la entrega al cliente.	Se implementa ventanearía con perfilería en PVC, y vidrio templado con doble cámara de aire.
Dentro de las normas aplicables.	Los pisos deben ser en fibrocemento de 5,5 mm con acabado en PVC.
Se debe realizar el seguimiento adecuado para la correcta ejecución de la obra.	Facilidad de montaje, transporte e instalación.
	Garantizar la durabilidad del proyecto, facilitar su desmonte y traslado de modulares según sea necesario.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO	
Conceptos	Criterios de Aceptación
Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> - Los diseños de todas las disciplinas deben haber sido aprobadas en su totalidad. -Deben estar al día y culminadas las actividades pactadas con los contratistas -Cumplir con las normas técnicas NSR10 - Cumplir con las normas de accesibilidad para los usuarios en condiciones de discapacidad. - Cumplir con la norma Ríete y Retilap - Garantizar el debido funcionamiento de los espacios, iluminación natural y ventilación.
De Calidad	-Implementación de mano de obra calificada

	<ul style="list-style-type: none"> -Cumplir con la norma de instalación Hidro sanitaria regidas sobre la Norma NTC 1500. -Los modulares deben encontrarse en buen estado. -Todos los sistemas de servicio deben estar en adecuado funcionamiento.
Administrativos	<ul style="list-style-type: none"> -Haber cumplido con los requerimientos legales, normativos y reglamentarios ante las diferentes entidades que garantizan el uso adecuado del producto. - Haber realizado un adecuado control y gestión de los gastos presupuestados inicialmente, en conformidad con los procedimientos establecidos por la empresa. -Estar al día con las actividades ejecutadas previas a la entrega de los modulares y haber generado los pagos correspondientes a proveedores y contratistas.
Comerciales	<ul style="list-style-type: none"> -Garantizar que el producto tenga las características y condiciones necesarias para posicionarse competitivamente dentro del mercado de la construcción no convencional. -Entregar un buen producto al cliente con la finalidad de ser contratados para nuevos proyectos.
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> - El proyecto está en la posición promover nuevas alternativas de construcción con el fin de aumentar la credibilidad sobre las construcciones livianas. -El producto debe garantizar un beneficio para todas las personas que van a hacer uso de este. - El proyecto dentro de su ejecución debe haber generado oportunidades de empleo para los habitantes de la zona.

EXCLUSIONES
Pavimentos de las zonas de ingreso al edificio.
Mobiliario de Laboratorio.
Mobiliario dotación Aulas (810 pupitres 27 puestos de docente, 27 tableros en acrílico).
Zonas verdes del proyecto.
Sobre fachadas.

RESTRICCIONES	
Internas a la Organización	Ambientales o Externas a la Organización
Los tiempos de retraso de flujo de caja pueden demorar acciones de compras y pagos a proveedores y contratistas.	En algunos casos el tiempo de retraso de aprobación de documentos y licencias por parte de entidades de control y normativa, interfieren en la planeación del proyecto
La renuncia o ausencia del personal calificado en la ejecución puesta en marcha reduce el rendimiento de mano de obra y puede generar retrasos en la programación.	El clima del sitio de ejecución de la obra puede favorecer o retardar las labores del personal o retrasar los procesos físicos de la fundida de cimentación.
No obtener materiales y maquinaria cerca al lugar de ejecución puede llegar a afectar el rendimiento y alterar los costos.	Incumplimiento de las actividades programadas.
No encontrar el personal necesario en el lugar de ejecución puede llegar a generar sobrecostos.	Retrasos por parte de la comunidad, huelgas, protestas y desacuerdo con la ejecución del proyecto.
Retraso en la importación de modulares para puesta en obra.	Retrasos en la llegada de maquinaria al sitio de ejecución

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO

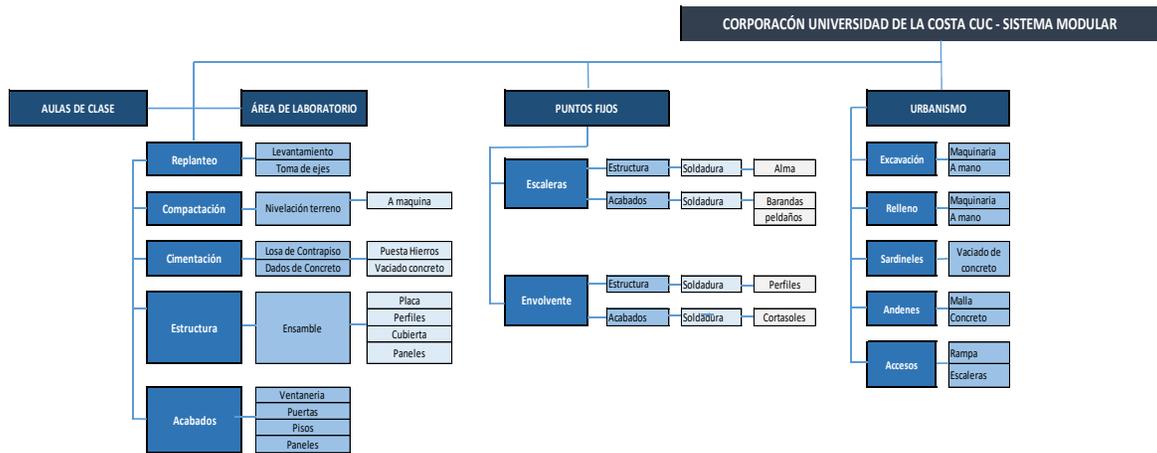


Figura 52: EDT proyecto modular (fuente propia)

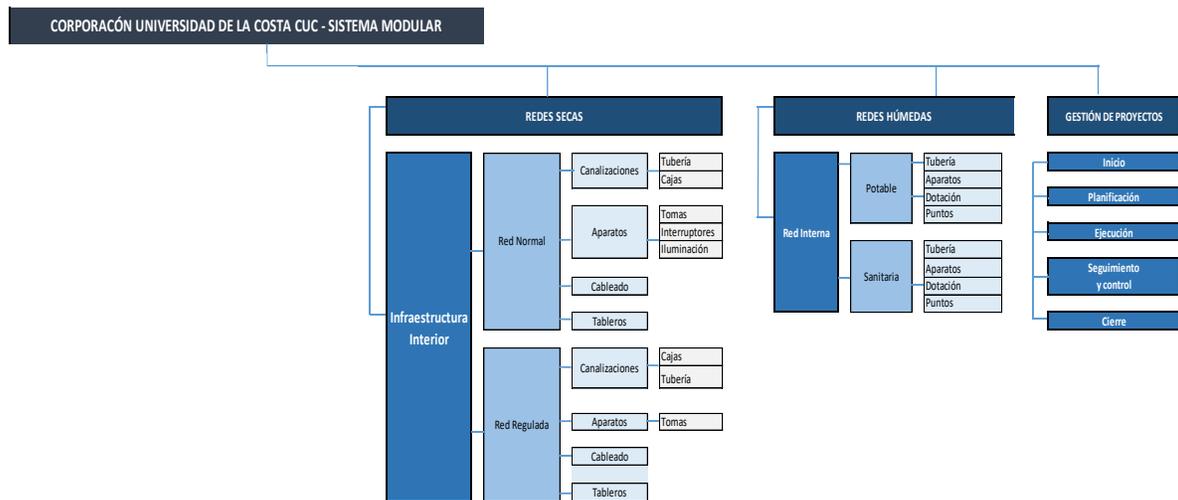


Figura 53: EDT proyecto modular (fuente propia)

SECCIÓN II. TIEMPO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
#	Actividades	Entregable/ Producto	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Cantidad Días
1	Replanteo	Aulas de clase y laboratorio	23/04/15	29/04/15	5
2	Excavación y compactación	Aulas de clase y laboratorio	30/04/15	10/06/15	30
3	Estructura modular	Aulas de clase y laboratorio	11/06/15	21/07/15	29
4	Acabados	Aulas de clase y laboratorio	10/07/15	20/08/15	30
5	Escalera	Punto fijo	19/06/15	01/07/15	9
6	Envolvente	Punto fijo	26/06/15	15/07/15	14
7	Urbanismo	Urbanismo	11/06/15	26/08/15	55
8	Red normal	Redes secas	03/07/15	13/08/15	30
9	Red regulada	Redes secas	03/07/15	03/08/15	22
10	Red potable	Redes húmedas	10/07/15	30/07/15	15
11	Red sanitaria	Redes húmedas	31/07/15	20/08/15	15
12	Gestión de proyectos	Gestión de proyectos	23/04/15	27/08/15	91

SECCIÓN III. COSTO – ADQUISICIONES

PLAN DE ADQUISICIONES				
#	Adquisición	Cantidad	Presupuesto	Fecha requerida
1	Subcontratación	Global	\$3.890.000	23/04/15
2	Subcontratación	Global	\$181.270.573	30/04/15
3	Subcontratación	Global	\$2.609.976.913	11/06/15
4	Subcontratación	Global	\$114.307.612	10/07/15
5	Subcontratación	Global	\$204.608.891	19/06/15
6	Subcontratación	Global	\$68.845.905	26/06/15
7	Subcontratación	Global	\$165.160.463	11/06/15
8	Subcontratación	Global	\$136.422.953	03/07/15
9	Subcontratación	Global	\$158.832.049	03/07/15
10	Subcontratación	Global	\$10.987.562	10/07/15
11	Subcontratación	Global	\$22.635.892	31/07/15
12	Administración propia	Global	\$69.000.000	23/04/15
		Presupuesto Total	\$3.745.938.813	

SECCIÓN IV. PLAN DE RECURSOS HUMANOS

MIEMBROS DEL EQUIPO DEL PROYECTO			
Código	Nombre/Cargo	Rol	Área
ALB	Alejandro Lega Barco	Patrocinador ejecutivo	Gerencia
RVB	Ronal Villadiego Beltrán	Líder del proyecto	Proyectos
SD	Sergio de la Puente	Director de proyecto	Proyectos
OC	Oscar Capera	Líder técnico	Proyectos
JE	Jorge Espitia	Especialista	Proyectos

SECCIÓN V. PLAN DE COMUNICACIONES

PLAN DE COMUNICACIÓN					
Interesados	Información requerida	Frecuencia	Responsable de comunicación	Medio	Nivel de Impacto
Patrocinador ejecutivo	Información detallada de la ejecución del proyecto	Semanal	Líder de Proyecto	Presentaciones e informes	Alto
Líder de proyecto	Información detallada de la ejecución del proyecto	Diaria	Director de proyecto	Presentaciones, informes y email	Alto
Director de proyecto	Información detallada de la ejecución del proyecto	Diaria	Líder técnico y especialista	Presentaciones, informes y email	Alto
Líder técnico	Información detallada de la ejecución del proyecto	Diaria	Residentes y ejecutores en obra	Informes, chats, fotos, llamadas y comunicación directa	Alto
Especialista	Información detallada de la ejecución del proyecto	Diaria	Residentes y ejecutores en obra	Informes, chats, fotos, llamadas y comunicación directa	Alto

SECCIÓN VI. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

RIESGOS				
Riesgo		Descripción	Probabilidad	Impacto
Logística		Cumplir con el tiempo estimado de producción de sistema modular.	5	7
Logística		Naufragio durante el transporte marítimo de la carga.	2	9
Logística		Cumplir con los procesos de nacionalización y transporte local dentro de los tiempos establecidos.	7	8
Jurídicos Legales	y/o	Manejo de anticipo de la obra.	8	2
Jurídicos Legales	y/o	Manejo de tráfico.	8	5
Jurídicos Legales	y/o	Elaboración de actas.	9	3
Recursos Humanos		Personal calificado.	9	3
Recursos Humanos		Ausentismo laboral.	8	5
Recursos Humanos		Renuncias de personal operativo.	9	7
Financiero		Flujo de caja.	9	3
Financiero		Pagos anticipados a proveedores y contratistas.	9	7
Financiero		Costos adicionales.	8	6
Operación Equipos	y	Ingreso de maquinaria con la capacidad requerida para la ejecución del izaje.	3	7
Operación Equipos	y	Documentación certificada.	8	3
Operación Equipos	y	Operarios certificados.	8	3

SECCIÓN VII FIRMAS

FIRMAS				
Nombre	Cargo o Rol en el Proyecto	Creador/ Revisor / Aprobador	Fecha	Firma
Alejandro Lega Barco	Patrocinador ejecutivo	ALB	Diciembre 2018	
Ronal Villadiego Beltrán	Líder del proyecto	ALB	Diciembre 2018	
Sergio de la Puente	Director de proyecto	ALB	Diciembre 2018	
Oscar Capera	Líder técnico	ALB	Diciembre 2018	
Jorge Espitia	Especialista	ALB	Diciembre 2018	

7.1.1.1.2 Plan para la dirección del proyecto convencional.

PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO CONVENCIONAL

Fecha	Diciembre 2018
Proyecto	CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC
Dirección Responsable	Área de Proyectos
Líder del Proyecto	Ronal Villadiego Beltrán
Patrocinador Ejecutivo	Alejandro Lega Barco

SECCIÓN I. ALCANCE / CALIDAD

ALCANCE DEL PROYECTO	
Especificaciones/ Características	
<p>Construcción de un edificio de 4 niveles de uso institucional en sistema constructivo convencional incluyendo actividades complementarias como: actividades preliminares, cimentación, urbanismo, estructuras metálicas complementarias, acabados, redes húmedas y secas cumpliendo con los diseños y las especificaciones técnicas bajo el contrato de venta SB-CV-150318-1 firmado el 27 de marzo de 2015 adjudicado mediante contratación directa; ubicado en la calle 58 # 55-66. Barranquilla, Colombia, a partir del acta de inicio durante 10,66 meses.</p>	

ALCANCE DEL PRODUCTO	
Requisitos	Características
Debe cumplirse con las fechas de entrega establecidas dentro del cronograma.	Cimentación Profunda con pilotes en concreto
La ejecución del proyecto debe iniciar cuando ya estén aprobadas todas las disciplinas correspondientes para el adecuado funcionamiento del edificio.	Estructura en concreto con una resistencia de 4.000 psi
El material que se suministre debe cumplir con las certificaciones de calidad, cumpliendo con las especificaciones técnicas vigentes en Colombia.	Placa maciza de contra piso y entrepiso en concreto con una resistencia de 3.000 psi
Los concretos fundidos deben haber realizado las pruebas de laboratorio correspondientes a su resistencia de compresión.	Los pisos deben ser nivelados con mortero, con un acabado en porcelanato tráfico medio antideslizante de 60x60.
No debe sobrepasar el presupuesto estimado dentro del contrato.	Se implementarán puertas metálicas de chapa antipánico con pintura electroestática.
Se deben haber realizado los estudios de suelo correspondientes para determinar el sistema de cimentación para la estructura en concreto.	Se implementa ventanearía con perfilaría en acero inoxidable, y vidrio templado con una cámara de aire. Para garantizar su aislamiento termo acústico.

Debe cumplir con las normas de resistencia Sísmica NSR10, normas ambientales, norma Retie, Retilap.	Muros en mampostería confinada en bloque n°4 Tradicional, pañetado, estucado y pintado.
Debe garantizar la calidad estructural, y de acabados óptimos para su funcionamiento.	Garantizar la iluminación y ventilación natural.
Hacer las pruebas respectivas a todos los sistemas de servicio previo a realizar la entrega al cliente.	Escaleras metálicas con recubrimiento y protección de corta soles metálicos.
Haberse tramitado la licencia de construcción a cabalidad, con su aprobación por parte de la curaduría.	Cielo raso descolgado en Drywall.
Se debe realizar el seguimiento adecuado para la correcta ejecución de la obra.	Garantizar la durabilidad del proyecto.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO	
Conceptos	Criterios de Aceptación
Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> - Los diseños de todas las disciplinas deben haber sido aprobadas en su totalidad. -Deben estar al día y culminadas las actividades pactadas con los contratistas. -Cumplir con las normas técnicas NSR10 -Debe tener la certificación de licencia de construcción y licencias ambientales. -Cumplir con las normas de accesibilidad para los usuarios en condiciones de discapacidad. - - Cumplir con la norma Retie y Retilap - Garantizar el debido funcionamiento de los espacios, iluminación natural y ventilación.
De Calidad	<ul style="list-style-type: none"> - La supervisión del lapso de tiempo de ejecución del contrato debe estar controlada por la interventoría designada. -Implementación de mano de obra calificada -Cumplir con la norma de instalación Hidro sanitaria regidas sobre la Norma NTC 1500. -Se debe haber realizado las pruebas de compresión a los concretos fundidos -Todos los sistemas de servicio deben estar en adecuado funcionamiento. (Eléctrico, hidráulico, red contraincendios) además del debido funcionamiento de aires acondicionados y extractores.

Administrativos	<p>-Haber cumplido con los requerimientos legales, normativos y reglamentarios ante las diferentes entidades que garantizan el uso adecuado del producto.</p> <p>- Haber realizado un adecuado control y gestión de los gastos presupuestados inicialmente, en conformidad con los procedimientos establecidos por la empresa.</p> <p>-Estar al día con las actividades ejecutadas previas a la entrega del edificio y haber generado los pagos correspondientes a proveedores y contratistas.</p>
Comerciales	-Entregar un buen producto al cliente con la finalidad de ser contratados para nuevos proyectos.
Sociales	<p>-El producto debe garantizar un beneficio para todas las personas que van a hacer uso de este.</p> <p>- El proyecto dentro de su ejecución debe haber generado oportunidades de empleo para los habitantes de la zona de intervención.</p>

EXCLUSIONES
Pavimentos de las zonas de ingreso al edificio.
Mobiliario de Laboratorio.
Mobiliario dotación Aulas (810 pupitres 27 puestos de docente, 27 tableros en acrílico).
Zonas verdes del proyecto.
Sobre fachadas.

RESTRICCIONES	
Internas a la Organización	Ambientales o Externas a la Organización
Retraso en la finalización de los diseños de todas las disciplinas.	Retraso en la aprobación de la licencia de construcción.
Los tiempos de retraso de flujo de caja pueden demorar acciones de compras y pagos a proveedores y contratistas.	En algunos casos el tiempo de retraso de aprobación de documentos por parte de entidades de control, como lo es la interventoría, esto interfiere en la planeación del proyecto y su ejecución.
La renuncia o ausencia del personal calificado en la ejecución puesta en marcha reduce el rendimiento de mano de obra y puede generar retrasos en la programación.	El clima del sitio de ejecución de la obra puede favorecer o retardar las labores del personal o retrasar los procesos físicos de la fundida de cimentación, estructura, placas y levantamiento de muros.
No obtener materiales y maquinaria cerca al lugar de ejecución puede llegar a afectar el rendimiento y alterar los costos.	Incumplimiento de las actividades programadas.
No encontrar el personal necesario en el lugar de ejecución puede llegar a generar sobrecostos.	Retrasos por parte de la comunidad, huelgas, protestas y desacuerdo con la ejecución del proyecto.
	Retrasos en la llegada de maquinaria y materiales al sitio de ejecución.
	-Retraso por movimientos de tierras en la excavación de la cimentación. -Retraso por aparición de niveles freáticos en excavaciones profundas de pilotaje.

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO

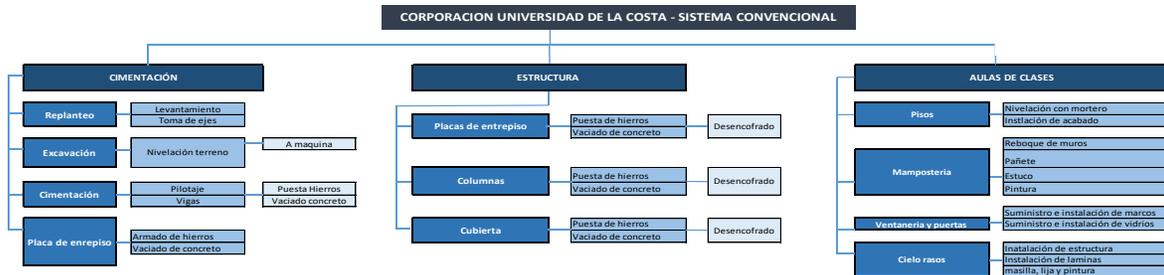


Figura 54: EDT proyecto convencional (fuente propia)

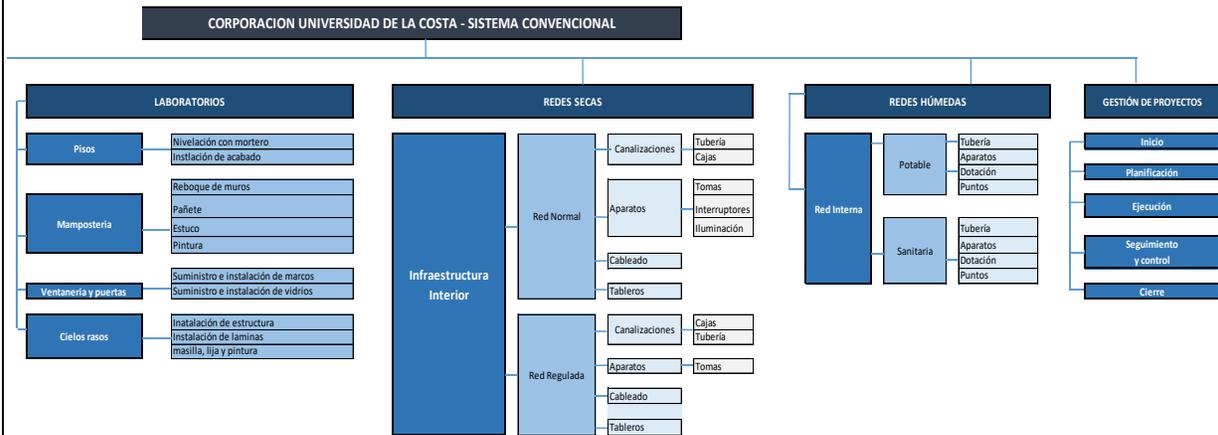


Figura 55: EDT proyecto convencional (fuente propia)

SECCIÓN II. TIEMPO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
#	Actividades	Entregable/ Producto	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Cantidad Días
1	Replanteo	Cimentación	23/04/15	01/05/15	7
2	Excavación	Cimentación	04/05/15	26/06/15	40
3	Cimentación	Cimentación	29/06/15	14/08/15	35
4	Placa de Contra piso	Cimentación	23/04/15	27/05/15	25
5	Placa de entrepisos	Estructura	28/05/15	02/09/15	70
6	Columnas	Estructura	03/09/15	11/11/15	50
7	Cubierta	Estructura	12/11/15	21/12/15	28
8	Pisos	Aulas de clase	28/05/15	24/06/15	20
9	Mampostería	Aulas de clase	25/06/15	30/12/15	135
10	Ventanería y puertas	Aulas de clase	31/12/15	24/02/16	40
11	Cielos rasos	Aulas de clase	17/09/15	12/11/15	41
12	Pisos	Laboratorios	07/05/15	01/06/15	18
13	Mampostería	Laboratorios	02/06/15	07/07/15	26
14	Ventanería y puertas	Laboratorios	08/07/15	21/07/15	10
15	Cielo raso	Laboratorios	16/06/15	17/08/15	45
16	Infraestructura interior	Redes secas	16/06/15	22/02/16	180
17	Red potable	Redes húmedas	16/06/15	17/08/15	45
18	Red sanitaria	Redes húmedas	18/08/15	24/11/15	71
19	Gestión de proyectos	Gestión de proyectos	23/04/15	13/07/16	320

SECCIÓN III. COSTO - ADQUISICIONES

PLAN DE ADQUISICIONES				
#	Adquisición	Cantidad	Presupuesto	Fecha requerida
1	Subcontratación	Global	\$4.808.020	23/04/15
2	Subcontratación	Global	\$179.636.949	04/05/15
3	Subcontratación	Global	\$666.200.000	29/06/15
4	Subcontratación	Global	\$145.704.000	23/04/15
5	Subcontratación	Global	\$2.068.810.000	28/05/15
6	Subcontratación	Global	\$1.425.864.500	03/09/15
7	Subcontratación	Global	\$300.020.900	12/11/15
8	Subcontratación	Global	\$301.600.000	28/05/15
9	Subcontratación	Global	\$505.760.000	25/06/15
10	Subcontratación	Global	\$148.245.000	31/12/15
11	Subcontratación	Global	\$132.704.000	17/09/15
12	Subcontratación	Global	\$57.072.000	07/05/15
13	Subcontratación	Global	\$139.000.000	02/06/15
14	Subcontratación	Global	\$31.200.000	08/07/15
15	Subcontratación	Global	\$23.050.000	16/06/15
16	Subcontratación	Global	\$154.543.000	16/06/15
17	Subcontratación	Global	\$12.900.000	16/06/15
18	Subcontratación	Global	\$63.110.000	18/08/15
19	Administración propia	Global	\$271.900.000	23/04/15
		Presupuesto Total	\$6.632.128.369	

SECCIÓN IV. PLAN DE RECURSOS HUMANOS

MIEMBROS DEL EQUIPO DEL PROYECTO			
Código	Nombre/Cargo	Rol	Área
ALB	Alejandro Lega Barco	Patrocinador ejecutivo	Gerencia
RVB	Ronal Villadiego Beltrán	Líder del proyecto	Proyectos
SD	Sergio de la Puente	Director de proyecto	Proyectos
OC	Oscar Capera	Líder técnico	Proyectos
JE	Jorge Espitia	Especialista	Proyectos

SECCIÓN V. PLAN DE COMUNICACIONES

PLAN DE COMUNICACIÓN					
Interesados	Información requerida	Frecuencia	Responsable de comunicación	Medio	Nivel de Impacto
Patrocinador ejecutivo	Información detallada de la ejecución del proyecto	Semanal	Líder de Proyecto	Presentaciones e informes	Alto
Líder de proyecto	Información detallada de la ejecución del proyecto	Diaria	Director de proyecto	Presentaciones, informes y email	Alto
Director de proyecto	Información detallada de la ejecución del proyecto	Diaria	Líder técnico y especialista	Presentaciones, informes y email	Alto
Líder técnico	Información detallada de la ejecución del proyecto	Diaria	Residentes y ejecutores en obra	Informes, chats, fotos, llamadas y comunicación directa	Alto
Especialista	Información detallada de la ejecución del proyecto	Diaria	Residentes y ejecutores en obra	Informes, chats, fotos, llamadas y comunicación directa	Alto

SECCIÓN VI. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

RIESGOS			
Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto
Materiales	Entrega y recepción de materiales según los tiempos estipulados.	9	4
Materiales	Costo de compra anticipada.	8	5
Materiales	Especificaciones técnicas requeridas.	9	2
Jurídicos / Legales	Manejo de anticipo de la obra.	8	2
Jurídicos / Legales	Manejo de tráfico.	8	5
Jurídicos / Legales	Elaboración de actas.	9	3
Recurso Humano	Personal calificado.	9	2
Recurso Humano	Ausentismo laboral.	8	5
Recurso Humano	Renuncias de personal operativo.	9	7
Financiero	Flujo de caja.	9	3
Financiero	Pagos anticipados a proveedores y contratistas.	9	7
Financiero	Costos adicionales.	8	6
Operación y Equipos	Ingreso de maquinaria.	8	7
Operación y Equipos	Documentación certificada.	8	3
Operación y Equipos	Operario calificado.	8	3
Seguridad Industrial	Personal de seguridad.	8	3
Seguridad Industrial	Controles de entrada y salidas de materiales.	7	2
Seguridad Industrial	Seguridad industrial.	8	2

SECCIÓN VII. FIRMAS

FIRMAS				
Nombre	Cargo o Rol en el Proyecto	Creador/ Revisor / Aprobador	Fecha	Firma
Alejandro Lega Barco	Patrocinador ejecutivo	ALB	Diciembre 2018	
Ronal Villadiego Beltrán	Líder del proyecto	ALB	Diciembre 2018	
Sergio de la Puente	Director de proyecto	ALB	Diciembre 2018	
Oscar Capera	Líder técnico	ALB	Diciembre 2018	
Jorge Espitia	Especialista	ALB	Diciembre 2018	

7.1.1.2 Acta de constitución del proyecto modular y convencional.

Ver 5.3.1.2.1 y 5.3.1.2.2 Acta de constitución del proyecto modular y convencional.

7.1.1.3 Factores ambientales de la empresa modular y convencional.

Ver 5.4.1.4 Factores ambientales de la empresa modular y convencional.

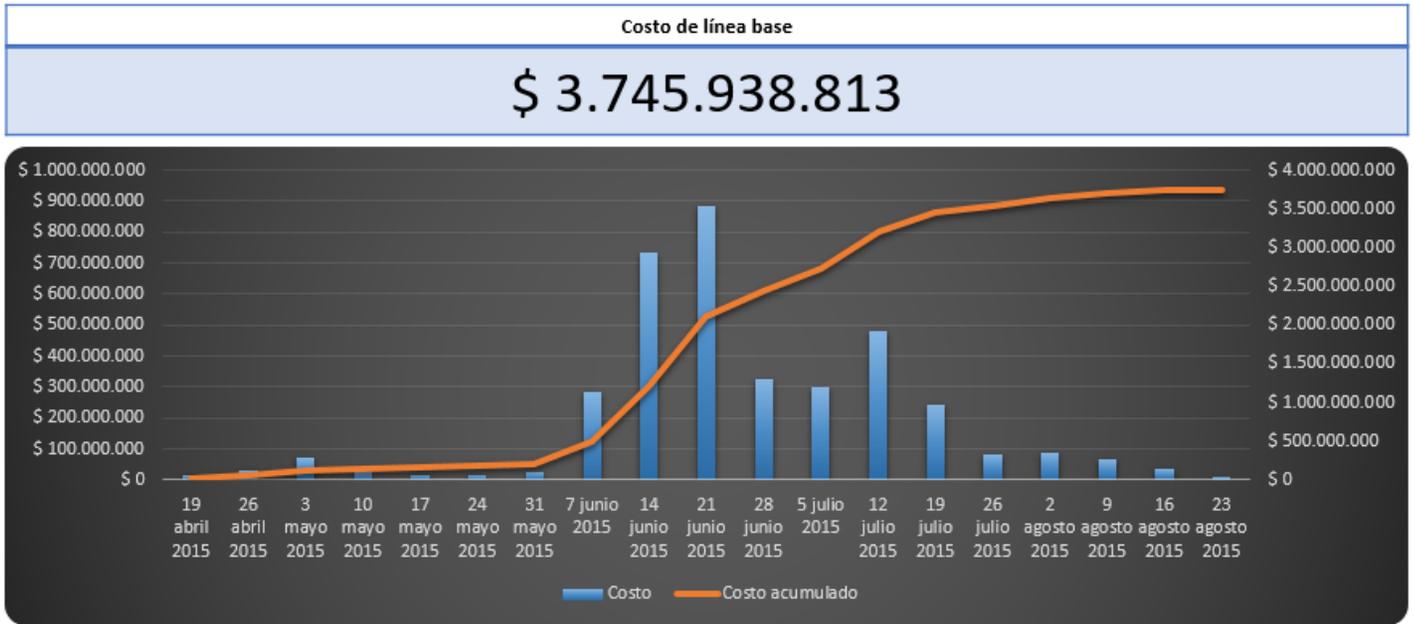
7.1.1.4 Activos de los procesos de la organización proyecto modular y convencional.

Ver 5.3.1.4.1 y 5.3.1.4.2 Activos de los procesos de la organización proyecto modular y convencional.

7.1.3 Salidas.

7.1.3.1.1 Plan de gestión de los costos del proyecto modular.

FLUJO DE CAJA



Nombre	Costo	Comienzo
Replanteo	\$ 3.890.000	jue 23/04/15
Excavación y compactación	\$ 181.270.573	jue 30/04/15
Estructura modular	\$ 2.609.976.913	jue 11/06/15
Acabados	\$ 114.307.612	vie 10/07/15
Escalera	\$ 204.608.891	vie 19/06/15
Envolvente	\$ 68.845.905	vie 26/06/15
Excavación	\$ 26.245.965	jue 11/06/15
Relleno	\$ 37.895.230	jue 25/06/15
Sardineles	\$ 25.456.283	jue 2/07/15
Andenes	\$ 75.562.985	jue 30/07/15
Red normal	\$ 136.422.953	vie 3/07/15
Red regulada	\$ 158.832.049	vie 3/07/15
Red potable	\$ 10.987.562	vie 10/07/15
Red sanitaria	\$ 22.635.892	vie 31/07/15
Inicio	\$ 0	jue 23/04/15
Planificación	\$ 15.000.000	jue 23/04/15
Ejecución	\$ 0	jue 23/04/15
Seguimiento y control	\$ 54.000.000	jue 23/04/15
Cierre	\$ 0	jue 27/08/15

Figura 56: Flujo de caja proyecto modular (fuente propia)

7.1.3.1.2 Plan de gestión de los costos del proyecto convencional.

FLUJO DE CAJA



Nombre	Costo	Comienzo
CORPORACION UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC - CONVENCIONAL	\$ 6.632.128.369	jue 23/04/15
INICIO	\$ 0	jue 23/04/15
CIMENTACIÓN	\$ 996.348.969	jue 23/04/15
Replanteo	\$ 4.808.020	jue 23/04/15
Excavación	\$ 179.636.949	lun 4/05/15
Cimentación	\$ 666.200.000	lun 29/06/15
Placa de entrepiso	\$ 145.704.000	jue 23/04/15
ESTRUCTURA	\$ 3.794.695.400	jue 28/05/15
Placa de entre piso	\$ 2.068.810.000	jue 28/05/15
Columnas	\$ 1.425.864.500	jue 3/09/15
Cubierta	\$ 300.020.900	jue 12/11/15
AULAS DE CLASE	\$ 1.088.309.000	jue 28/05/15
Pisos	\$ 301.600.000	jue 28/05/15
Mampostería	\$ 505.760.000	jue 25/06/15
Ventanería y puertas	\$ 148.245.000	jue 31/12/15
Cielo rasos	\$ 132.704.000	jue 17/09/15

LABORATORIOS	\$ 250.322.000	jue 7/05/15
Pisos	\$ 57.072.000	jue 7/05/15
Mampostería	\$ 139.000.000	mar 2/06/15
Ventanería y puertas	\$ 31.200.000	mié 8/07/15
Cielo rasos	\$ 23.050.000	mar 16/06/15
REDES SECAS	\$ 154.543.000	mar 16/06/15
Infraestructura interior	\$ 154.543.000	mar 16/06/15
REDES HUMEDAS	\$ 76.010.000	mar 16/06/15
Red interna	\$ 12.900.000	mar 16/06/15
Red sanitaria	\$ 63.110.000	mar 18/08/15
GESTIÓN DE PROYECTOS	\$ 271.900.000	jue 23/04/15
Inicio	\$ 7.200.000	jue 23/04/15
Planificación	\$ 42.500.000	jue 23/04/15
Ejecución	\$ 185.000.000	jue 4/06/15
Seguimiento y control	\$ 35.700.000	jue 4/06/15
Cierre	\$ 1.500.000	lun 28/03/16

Figura 57: Flujo de caja proyecto convencional (fuente propia)

ANÁLISIS OBJETIVO 2

CARACTERÍSTICAS	CONSTRUCCIÓN MODULAR	CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL	RELACIÓN	DIFERENCIAS
Tramites previos al inicio de la construcción	Cumplir a cabalidad con toda la documentación de trámites aduaneros y nacionalización	Tener aprobadas la licencia de construcción	N/A	El sistema modular no requiere licencia de construcción para el inicio de sus actividades, mientras la construcción tradicional requiere de un lapso de tiempo mayor para su inicio de ejecución
Documentos base para la ejecución	Documentación Técnica	Documentación Técnica	los dos sistemas constructivos requieren toda la Planimetría correspondiente aprobada del diseño a ejecutar desde todas sus disciplinas junto a los detalles constructivos requeridos y despieces.	El nivel de detalle de la planimetría para la construcción convencional es mucho mas extensa por la cantidad de procesos constructivos que conlleva, mientras que para la construcción modular incluye detalles típicos de producción e industrialización
Documentación de seguimiento y control	Control de cambios	Control de cambios	N/A	En el sistema modular el control de cambios es inferior por los pocos procesos constructivos que este conlleva, mientras en la construcción convencional adopta un seguimiento mas detallado, que a su vez pueden generar reprocesos y perdidas de avance
Especificaciones técnicas	Implementación de materiales estandarizados prefabricados	Implementación de todo tipo de materiales constructivos comunes	N/A	Para la construcción modular es aplicable los mismos materiales, mientras que para la construcción convencional puede sufrir variaciones dependiendo de requerimientos especiales del proyecto

Figura 58: Comparación construcciones - Análisis objetivo 2 (fuente propia)

CARACTERÍSTICAS	CONSTRUCCIÓN MODULAR	CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL	RELACIÓN	DIFERENCIAS
Implantación del proyecto	Concepto de temporalidad	Concepto de permanencia	Se pueden implantar en cualquier tipo de terreno siempre y cuando la adecuación del mismo facilite su construcción	El sistema constructivo modular facilita su traslado reutilizando el 90% de sus elementos constructivos, mientras que el sistema constructivo convencional se limita a que las edificaciones deben ser fijas.
Aceptación del producto	Calidad del proyecto	Calidad del proyecto	Haber realizado las pruebas correspondientes a todos los sistemas de suministro previo a su entrega	N/A
Base de costos	Modelo estandarizado de cotización general	Historial de proyectos ya construidos, construdata, juicio de expertos	Ambos incrementan sus costos según la ubicación del proyecto	La construcción modular facilita la estimación de costos por ser parte de un proceso de fabricación estandar, los elementos que componen el sistema modular son menores a los que se logran costear en una construcción convencional.
Cumplimiento Legal	Normativa	Normativa	Para los dos sistemas constructivos es necesario cumplir con la normatividad vigente NSR10, retie, retilap, normas ambientales	N/A

Figura 59: Comparación construcciones - Análisis objetivo 2 (fuente propia)

ANÁLISIS OBJETIVO 3

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC				
ALCANCE	DESCRIPCIÓN	CONSTRUCCIÓN MODULAR	CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL	RESULTADO
	Construcción de un edificio de 4 niveles de uso institucional el cual cuenta con 27 aulas de clases con capacidad para 40 personas cada uno y un laboratorio con 20 puestos, además cuenta con batería de baños para hombres y mujeres en cada piso, totalizando 12 puestos más para mujeres y 24 para hombres.	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	REPLANTEO	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	COMPACTACIÓN	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	CIMENTACIÓN	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	ESTRUCTURA	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	ACABADOS	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	ESCALERAS	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	ENVOLVENTES	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	RED NORMAL	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	RED REGULADA	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	RED POTABLE	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	RED SANITARIA	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	EXCAVACION URBANISMO	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	RELLENO URBANISMO	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	SARDINELES	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
	ANDENES	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala
GESTIÓN DE PROYECTOS	Si Cumple	Si Cumple	Se Iguala	

Figura 60: Cuadro comparativo alcance – Análisis objetivo 3 (fuente propia)

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC					
TIEMPO	DESCRIPCIÓN	CONSTRUCCIÓN MODULAR (DURACIÓN DÍAS)	CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL (DURACIÓN DÍAS)	DIFERENCIA	RESULTADO
	REPLANTEO	5	7	2	Se Iguala
	COMPACTACIÓN	30	40	10	Se Iguala
	CIMENTACIÓN	23	35	12	Se Iguala
	ESTRUCTURA	29	148	119	Se Iguala
	ACABADOS	30	299	269	Se Iguala
	ESCALERAS	9	9	0	Se Iguala
	ENVOLVENTE	14	14	0	Se Iguala
	RED NORMAL	30	138	108	Se Iguala
	RED REGULADA	22	150	128	Se Iguala
	RED POTABLE	15	45	30	Se Iguala
	RED SANITARIA	15	71	56	Se Iguala
	EXCAVACION URBANISMO	10	10	0	Se Iguala
	RELLENO URBANISMO	5	5	0	Se Iguala
	SARDINELES	20	20	0	Se Iguala
	ANDENES	20	20	0	Se Iguala
	GESTIÓN DE PROYECTOS	91	320	229	Se Iguala
	91	320	229		

Figura 61: Cuadro comparativo tiempo – Análisis objetivo 3 (fuente propia)

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC					
COSTO	DESCRIPCIÓN	CONSTRUCCIÓN MODULAR (COP)	CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL (COP)	DIFERENCIA	RESULTADO
	REPLANTEO	\$ 3,890,000	\$ 4,808,020	\$ 918,020	Se Iguala
	COMPACTACIÓN	\$ 109,345,546	\$ 179,636,949	\$ 70,291,403	Se Iguala
	CIMENTACIÓN	\$ 71,925,029	\$ 811,904,020	\$ 739,978,991	Se Iguala
	ESTRUCTURA	\$ 2,609,976,913	\$ 3,794,695,290	\$ 1,184,718,377	Se Iguala
	ACABADOS	\$ 114,307,614	\$ 1,338,631,000	\$ 1,224,323,386	Se Iguala
	ESCALERAS	\$ 204,608,891	\$ 204,608,891	\$ -	Se Iguala
	ENVOLVENTE	\$ 68,845,905	\$ 165,160,463	\$ 96,314,558	Se Iguala
	RED NORMAL	\$ 136,422,953	\$ 103,502,991	\$ (32,919,962)	No se Iguala
	RED REGULADA	\$ 158,832,049	\$ 51,040,000	\$ (107,792,049)	No se Iguala
	RED POTABLE	\$ 10,987,562	\$ 12,900,000	\$ 1,912,438	Se Iguala
	RED SANITARIA	\$ 22,635,892	\$ 63,110,000	\$ 40,474,108	Se Iguala
	EXCAVACION URBANISMO	\$ 26,245,964	\$ 26,245,964	\$ -	Se Iguala
	RELLENO URBANISMO	\$ 37,895,229	\$ 37,895,229	\$ -	Se Iguala
	SARDINELES	\$ 25,456,284	\$ 25,456,284	\$ -	Se Iguala
	ANDENES	\$ 75,562,987	\$ 75,562,987	\$ -	Se Iguala
	GESTIÓN DE PROYECTOS	\$ 69,000,000	\$ 271,900,000	\$ 202,900,000	Se Iguala
	\$ 3,745,938,818	\$ 6,632,127,856	\$ 2,886,189,038		

Figura 62: Cuadro comparativo costo – Análisis objetivo 3 (fuente propia)

5.1 APOORTE DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS

El resultado de la anterior investigación es la herramienta de soporte para los Gerentes de obras y su equipo de trabajo, este referente facilitara la dirección de proyectos de construcción específicamente de educación superior, dado a que a partir del método comparativo del sistema constructivo modular y sistema convencional de un mismo proyecto, se obtiene la información específica para dimensionar las limitaciones y rendimiento de ejecución, además de la trazabilidad financiera de la totalidad de la duración del proyecto que permite estimar el costo de cada uno de los sistemas, así mismo visualizar cual puede llegar a ser rentable y económicamente más atractivo para el cliente.

Además, la investigación promueve un punto de partida para las empresas pioneras de la construcción, el presente documento puede lograr incentivar la implementación de nuevas alternativas de construcción de proyectos, que brinda la misma capacidad funcional, reduciendo tiempos de ejecución y entrega, obteniendo proyectos más rentables y amigables con el medio ambiente, lo cual para la gestión de proyectos de cualquier constructora es un plus de innovación arquitectónica y constructiva.

Dado a que Colombia es un país en vía de desarrollo en todos sus aspectos y más cuando se trata del sector de la construcción, es allí donde a través de la implementación de nuevos sistemas constructivos se pueden reducir las prácticas tradicionales para el mejoramiento y rendimiento de los procesos de ejecución, como aporte agregado desde la gerencia de obras, el sector de industrialización se puede potencializar si se crearan empresas dedicadas a la producción en serie y tipificación constructiva en fin de potencializar la eficiencia de alcance, optimización de tiempos y reducción de costos de cualquier tipo de proyecto de construcción.

5.2 COMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS

El sistema modular si puede igualarse a un sistema constructivo convencional si es evaluado desde el triángulo de la triple restricción (Alcance, tiempo y costo) de la guía PMBOK 5 Edición, por las razones que se nombran a continuación:

Desde el alcance, el sistema constructivo modular se iguala al sistema constructivo convencional, dado a que tiene la misma capacidad de cumplir con las necesidades técnicas, funcionales, estructurales y estéticas, además de garantizar el confort térmico espacial del edificio, tal como se evidenció en el proyecto objeto de comparación Corporación Universidad de la Costa CUC, donde se comprobó que este proceso constructivo modular logra el mismo alcance de cumplimiento arquitectónico que el proceso convencional al finalizar su ejecución.

Dentro de la trazabilidad del proyecto desde el inicio hasta su fin, interfieren dos grandes variables como el tiempo y costo, ya que es allí donde el sistema modular resalta sus características propias para evidenciar los beneficios de optimización, rendimiento y costeo.

Conforme a los resultados obtenidos anteriormente, se puede garantizar que cuando se habla de tiempo, el sistema constructivo modular iguala y supera la construcción convencional, dado a que un proyecto de esta magnitud puede construirse reduciendo un 70% del tiempo a comparación de un sistema constructivo convencional ejecutado bajo las mismas actividades planeadas. Por ser un sistema industrializado y prefabricado reduce tiempos de ejecución en sitio y a su vez otorga ciertas ventajas que hacen más exacta la planeación del proyecto, como la reducción de riesgos, disminución de imprevistos y optimización de recursos.

Evaluado desde los costos, el sistema constructivo modular iguala el sistema constructivo convencional, dado que al realizar la relación de costeo entre las mismas actividades es evidente que para el sistema modular es inferior, simplemente porque requiere menos procesos constructivos, menos manejo e implementación de materiales y menos contratación de mano de

obra a diferencia de la cantidad de actividades y procesos que requiere una construcción convencional.

Un ejemplo claro es el entregable estructural del edificio que para el sistema modular no tiene mayor implicación, ya que debido a la estandarización del sistema conlleva a variaciones mínimas de costos debido al cambio diario del TRM, mientras que para el sistema constructivo convencional el entregable estructural es uno de los ítems más relevantes por la variación de costos que puede llegar a tener durante el tiempo de ejecución, esto puede darse ya sea por incidencias de agentes externos como su localización, retrasos en la obra a causa del clima o por retrasos propios de los materiales por su tiempo de fraguado y rigidez.

5.3 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

La divulgación de la presente documentación es de vital importancia para comunicar a los posibles interesados la viabilidad que representa la construcción modular prefabricada en comparación con la construcción convencional, influenciar el análisis de los sistemas desde la gestión de proyectos y su aplicación en la ejecución de los mismos. Con las siguientes estrategias se pretende dar a conocer esta investigación.

Documento Escrito entregado en Biblioteca: Funcionara como apoyo referente para aquellos estudiantes que estén interesados en el tema, y como base bibliográfica para la realización de documentos de investigación similares.

Publicación de Artículo: con la publicación del documento será más amplio el campo de divulgación dado a que la búsqueda y lectura del mismo será más eficiente vía web por parte de personas externas a la universidad.

Presentación del documento a empresas constructoras: Influenciar la lectura del documento y más que ello el propósito que se quiere lograr con la investigación, sensibilizar el método de gestión de proyectos de empresas que cuenten la capacidad de apertura de nuevas tendencias de construcción, del mismo modo puedan tener el documento como soporte para el análisis y posterior planeación de nuevos proyectos.

Postulación de Publicación: solicitar la revisión y lectura del documento para la publicación en plataformas web de arquitectura y construcción.

6 NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO

- Investigación y análisis detallado de la influencia de nuevos sistemas constructivos no convencionales industrializados en la arquitectura colombiana, como el sistema Steel framing.
- Investigación y comparación de los dos sistemas constructivos en diferentes usos: habitacional, hospitalario, comercial, industrial, cultural.
- Investigación y análisis de la estructura portante de cada uno de los sistemas constructivos, cálculos estructurales y comportamiento sísmico del edificio.
- Aportes y afectaciones ambientales de los dos sistemas constructivos, analizados durante la ejecución del proyecto, al finalizar y durante su puesta en funcionamiento.
- Investigación y análisis de edificaciones de educación superior como la Universidad la Gran Colombia, Universidad de la Salle, Politécnico, Universidad del rosario.
- Índices y porcentajes de rentabilidad del proyecto para cada uno de los dos sistemas constructivos.
- Gestionar y coordinar proyectos de construcción modular, con base a la implementación de la metodología BIM.

7 CONCLUSIONES

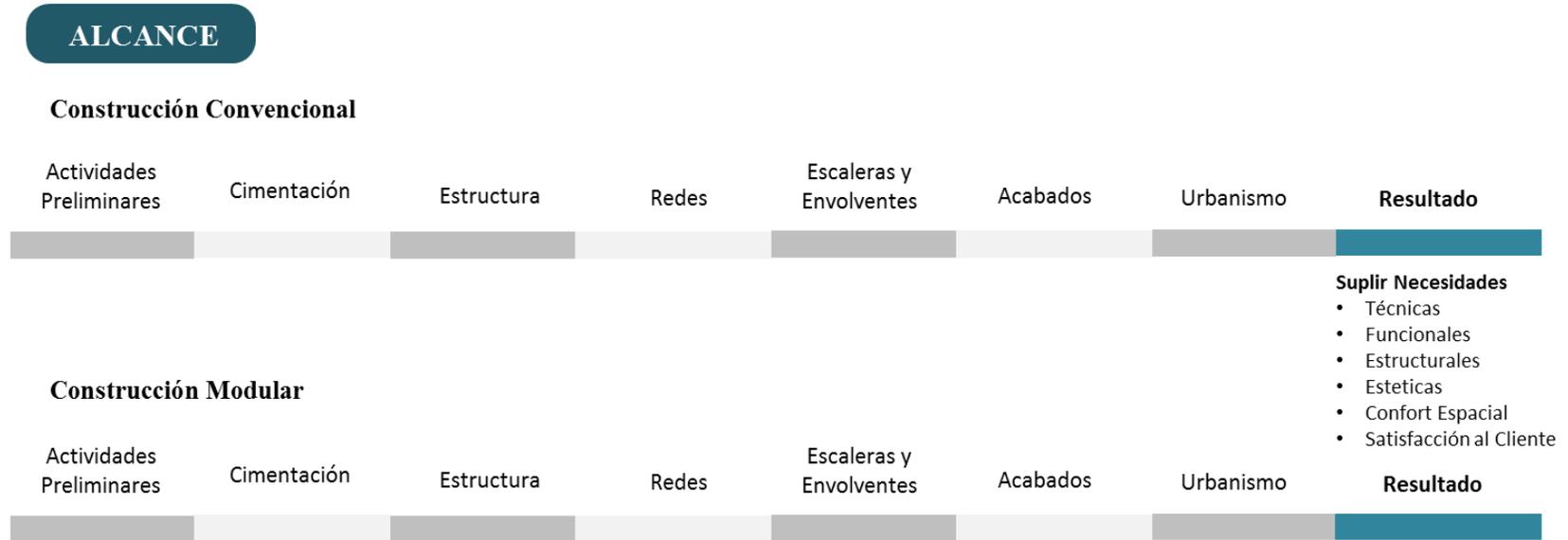
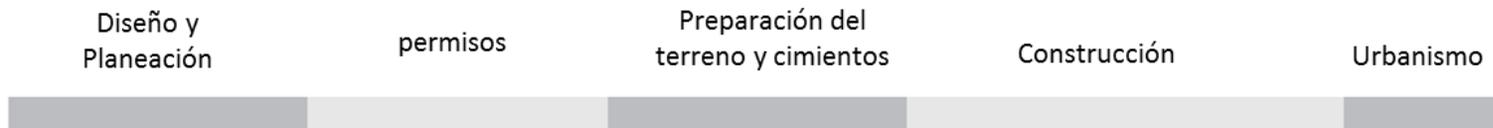


Figura 63: Conclusión alcance del proyecto – fuente propia

Como resultado del análisis de los objetivos en relación al alcance, se observa que tanto la construcción modular como la construcción convencional cumplen a cabalidad con el alcance del proyecto, desarrollando cada una de las especificaciones técnicas, funcionales, estructurales y estéticas, plasmadas y definidas desde el acta de inicio, la recopilación de los requerimientos, documentación de requisitos y especificación de los entregables.

TIEMPO

Construcción Convencional



Construcción Modular

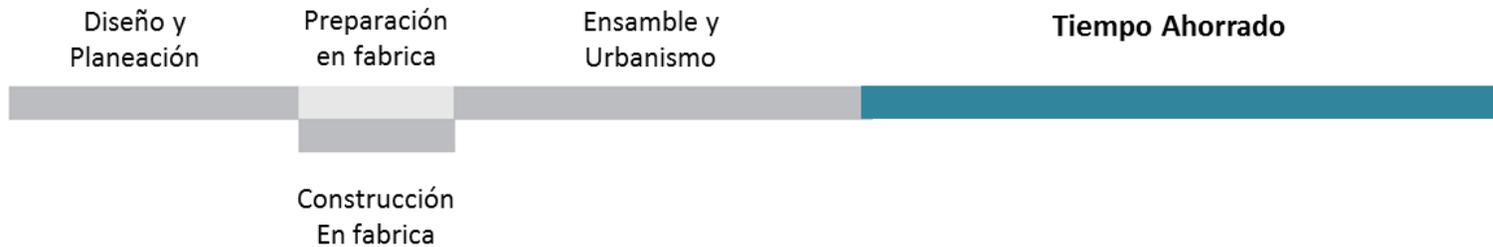


Figura 64 Conclusión tiempo del proyecto – fuente propia

Como resultado del análisis de los objetivos en relación al tiempo, se observa que el total de días para la ejecución del proyecto modular es de (91 días) y el total de días para la ejecución del proyecto convencional es de (320 días), arrojando una diferencia total de (229 días) equivalente a una reducción significativa del 71,56% en ahorro del tiempo.

COSTO

Construcción Convencional



Construcción Modular

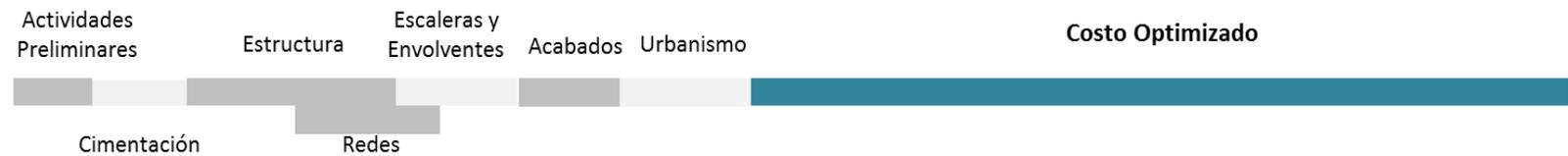


Figura 65: Conclusión costo del proyecto – fuente propia

Como resultado del análisis de los objetivos en relación al costo, se observa que el valor total de la construcción modular es de (\$3.745.938.818) y el valor total de la construcción convencional es de (\$6.632.127.856), arrojando una diferencia total de (\$2.886.189.038) equivalente a una reducción significativa del 43,51% en ahorro del costo.

ANÁLISIS FINAL COMPILADO

■ Alcance (GLB) ■ Tiempo (DIAS) ■ Costo (MM)

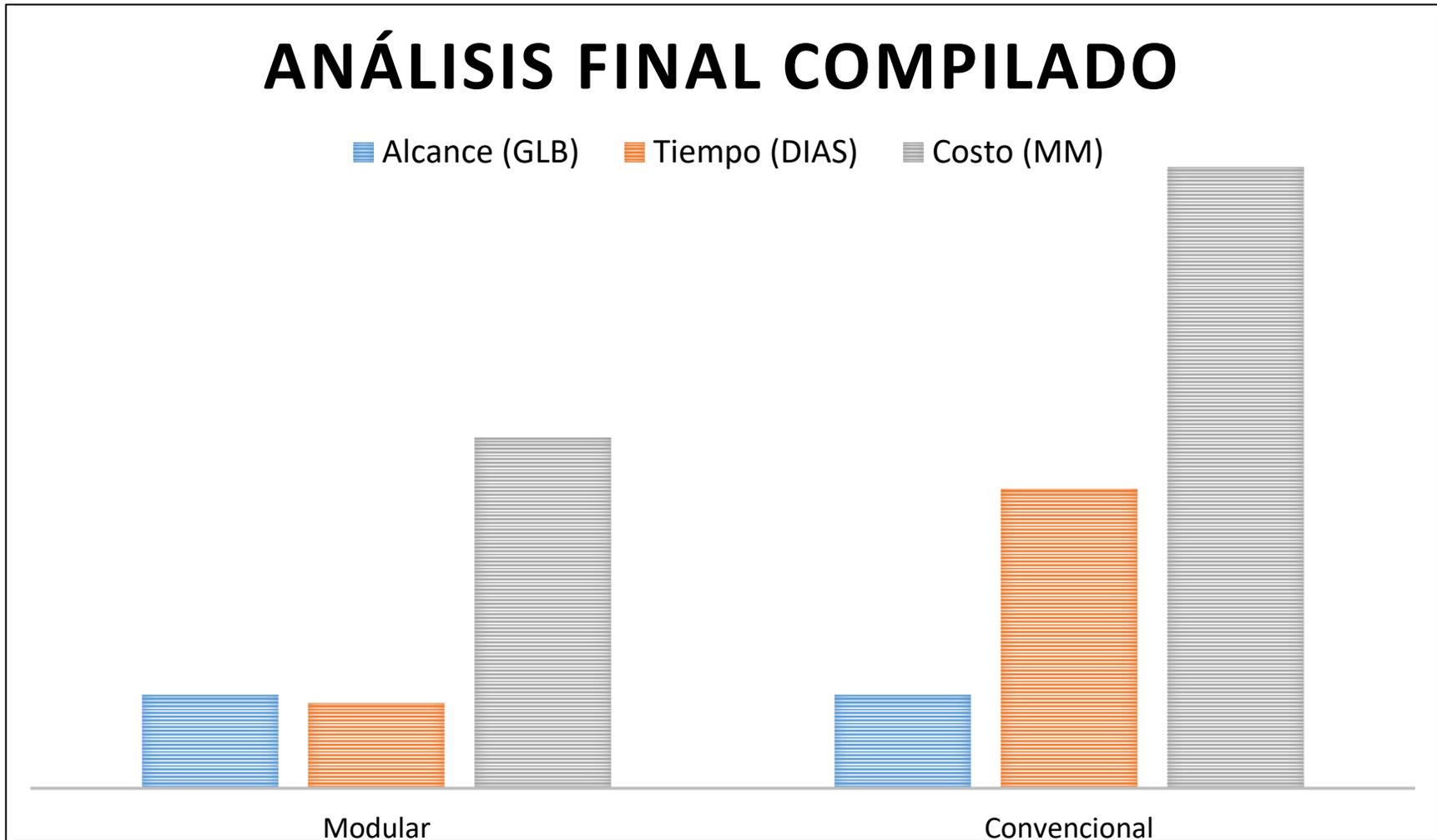


Figura 66: Análisis final compilado ambos sistemas – fuente propia

Actualidad: Publicación emitida por eltiempo.com, aporte de la construcción modular en el sector educativo:

EL TIEMPO | Obras del sector educativo dinamizan la construcción

Obras del sector educativo dinamizan la construcción

Demanda de proyectos obligaron a las firmas edificadoras a ofrecer valores agregados.



Treinta días fue el tiempo que tardó el ensamble de los laboratorios del área de microbiología de la Universidad de la Sabana, en Chía.

Foto: Foto: cortesía Smartbrix

La directiva recordó que “entre las instituciones que optaron por el sistema se encuentran la Universidad del Rosario, para sus sedes Norte y Mutis. Otros proyectos son la Corporación Universitaria de la Costa (CUC), las universidades Pública de Kennedy y de la Sabana, y los proyectos en obra del Colegio Fundación Alfonso Jaramillo y el Gimnasio Fontana”.

Fuente: www.eltiempo.com/economia/sectores/sector-educativo-dinamiza-la-construccion-en-colombia-291380

8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. R. Roper, *CONSTRUCCIÓN MODULAR DE VIVIENDAS Y ARQUITECTURA*, valencia, 2013, p. 77.
- [2] ROMEROHECTOR, proyectos 8, proyectos4etsa.wordpress.com, abril 2015.
- [3] G. W. R. -. 2009, «La evolución de la vivienda industrializada,» 2009. [En línea]. Available: www.tdx.cat.
- [4] D. D. Roper, *CONSTRUCCIÓN MODULAR DE VIVIENDAS Y ARQUITECTURA*, Valencia, España,, 2013, p. 77.
- [5] ONU, «SISTEMA DE LAS NACIONES UNIDAS EN EL PERU,» 2017. [En línea]. Available: <http://onu.org.pe/ods-9/#>.
- [6] J. A. L. Flores, «TODO SOBRE ARQUITECTURA,» 2016. [En línea]. Available: <http://blogdearquitectura-juli.blogspot.com.co/p/sistemaconstructivo-tradicional-podemos.html>.
- [7] J. A. N. cabrera, *SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PREFABRICADOS APLICABLES A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN PAISES EN*

DESARROLLO, Madrid, 2010.

- [8] S. Plata, «CONTENIDOS INFORMÁTICOS,» 10 11 2015. [En línea]. Available: <http://saraplata1999.blogspot.com.co/2015/11/tecnologias-en-las-construcciones.html>. [Último acceso: 10 05 2018].
- [9] E. Orozco, «Notas sobre materiales, técnicas y sistemas constructivos,» UNET, Tachira, 2008.
- [10] L. M. F. TORO, «VENTAJAS COMPARATIVAS ENTRE SISTEMAS TRADICIONALES Y,» 2013.
- [11] J. Caviglioni, «PROCESOS CONSTRUCTIVOS,» Buenos Aires, Argentina, 2014.
- [12] R. Paredes A, «DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MÁS UTILIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIS EN COLOMBIA».
- [13] A. J. c. s. /. Gonzales, «PROCESOS CONSTRUCTIVOS,» Cataluña, España.
- [14] A. d. A. García, «Industrialización de la Edificacion de Viviendas. Tomo 1: Sistemas,» 1ª Edición ed., E. T. S. d. A. d. Madrid, Ed., Mairena Libros, 2006, p. 192.

- [15] B. V. Garzón, «INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN,» España y Colombia, 2007.
- [16] s. Babcock, «FACHADAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN,» Hermann blune Ediciones, Madrid,España, 1976.
- [17] C. S. Flores, «CONSTRUCCIÓN MODULAR, UN SISTEMA QUE GANA TERRENO,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=136>. [Último acceso: 10 05 2018].
- [18] J. E. R.-F. O. H.-S. Ligia Alba Melo-Becerra, «La educación superior en Colombia: situación,» *Revista desarrollo y sociedad*, p. 111, 2017.
- [19] U. d. l. G. Colombia, *informe de gestion gran colombia*, Bogota D.C., Bgota, 2017.
- [20] U. d. Rosario, «<http://www.urosario.edu.co>,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.urosario.edu.co>.
- [21] U. d. l. Salle, «Informe de gestion Salle 2017,» 2017. [En línea]. Available: www.lasalle.edu.co.

- [22] <http://www.universia.net.co>, Universidades de Colombia, Universia Colombia, 2018.
- [23] U. d. I. c. CUC, «Universidad de la Costa avanza en Infraestructura,» 2015. [En línea]. Available: www.cuc.edu.co.
- [24] P. U. N. d. la, CCCCCC, Argentina.
- [25] J. A. N. Cabrera, *SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PREFABRICADOS APLICABLES A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN PAISES EN DESARROLLO*, Madrid, 2010.
- [26] D. R. Rago, «CONSTRUCCIÓN MODULAR DE VIVIENDAS Y ARQUITECTURA,» 2013, p. 77.
- [27] D. R. Rago, «CONSTRUCCIÓN MODULAR DE VIVIENDAS Y ARQUITECTURA,» Valencia, España, 2013, p. 77.
- [28] D. A. Diaz, «ESTUDIOS SOBRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PREFABRICADOS APLICABLES A LA CONSTRUCCIÓN DE GUATEMALA,» Guatemala, 2003.

[29] R. A. PÉREZ, «EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD ESTRATÉGICA, TÉCNICA Y ECONÓMICA DE,» Santiago de Chile, 2017.

30] Project Management Institute, Inc, GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS, (Guía del PMBOK®) Quinta edición, Capítulo 1.