



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN



**PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA
BODEGA DEL SECTOR TEXTIL UBICADA EN LA CRA. 43 CON
CALLE 20C DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

Luz Marina González Alzate
Edwin Andrés Arango López
Edgar Arias Leal

Universidad Santo Tomás
Vicerrectoría De Universidad Abierta Y A Distancia
Facultad de Ciencias y Tecnologías
Construcción en Arquitectura e Ingeniería
Centro de Atención Universitario
Bogotá, Colombia
Agosto 2019



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN



**PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA
BODEGA DEL SECTOR TEXTIL UBICADA EN LA CRA. 43 CON
CALLE 20C DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

Luz Marina González Alzate
Edwin Andrés Arango López
Edgar Arias Leal

Proyecto de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Constructor en Arquitectura e Ingeniería

Director:

CARLOS ALEJANDRO RIVEROS VILLALOBOS

Ingeniero Especialista

Universidad Santo Tomás

Vicerrectoría De Universidad Abierta Y A Distancia

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Construcción en Arquitectura e Ingeniería

Centro de Atención Universitario

Bogotá, Colombia

Agosto 2019

CONTENIDO

INTRODUCCION	5
DESCRIPCION DEL PROBLEMA	6
JUSTIFICACION	8
OBJETIVOS	9
General:	9
Especificos:	9
Planteamiento de hipótesis:	9
MARCO DE REFERENCIA	10
Sistemas Constructivos	10
Interventoria y supervision	12
PROPOUESTA DE AMPLIACION PARA LA BODEGA DE TEXTILES	13
Necesidades de la empresa.....	13
Desarrollo del concepto de Arquitectura Low Tech	15
Materiales en los sistemas constructivos inspirados en el “Low Tech”.	17
Caracterizacion del espacio objetivo de la empresa ABC	23
Identificacion y seleccion de alternativas	27
Caracterizacion del sistema Polli – Brick	35
Planeacion y programacion de actividades	38
Presupuesto (Proyectado) de la obra.....	42
lineamientos de interventoría y supervisión	43
Lineamientos Técnicos de la interventoría:	44
Lineamientos financieros y contables para la interventoría.....	45
Lineamientos legales para la interventoría	45
Lineamientos operativos y generales para la interventoría.....	46
BIBLIOGRAFÍA	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variables determinantes del proyecto	15
Figura 2. Ubicación física de la bodega	23
Figura 3. Estado actual de la bodega	24
Figura 4. Plano de distribución de elementos físicos	26
Figura 5. Composición general de la estructura de madera serrada	28
Figura 6. Obras realizadas en madera.....	29
Figura 7. Sistema constructivo Polli - Brick.....	31
Figura 8. Uso de los BTC como sistema constructivo	33
Figura 9 Diagrama de Red: Ampliación de la bodega ABC	41

INTRODUCCION

La planeación y gestión de instalaciones ha ido adquiriendo un rol determinante en el desarrollo de la economía, a tal punto que actualmente es un elemento indiscutible de la estrategia que toda industria desarrolla, esta transformación ha llevado a la aparición de nuevos campos de aplicación para el sector de la construcción y motiva la evolución de los conocimientos en pro de mejoras significativas bajo condiciones especiales, estas aplicaciones permiten que los conceptos desarrollados con las técnicas y métodos que las conforman tengan una representación en el mundo real y que en el ejercicio de estos desarrollos los ejecutores sean requeridos como parte importante de las transformaciones que el mundo moderno requiere.

Se espera desarrollar una propuesta de ampliación que determine no solo la planeación, programación y ejecución de la obra sino que proporcione una hoja de ruta adecuada para la interventoría, seguimiento y evaluación del proyecto en todos los aspectos que sea requerida por la empresa. Dentro de los resultados esperados se espera el desarrollo de una obra con base en las necesidades específicas detectadas en un análisis previo, que busca el aumento de la eficiencia operativa de la planta de producción de artículos textiles y que en todo caso deberá responder a las especificaciones y realidades de la empresa.

Como principal ventaja de esta investigación se tiene la aplicación práctica de un problema cotidiano del sector manufacturero colombiano estableciéndose como un referente para el desarrollo laboral y profesional de los estudiantes de construcción en arquitectura e ingeniería, adicionalmente se tiene que permite la interdisciplinariedad, ya que para resolver el caso deben considerarse conocimientos de diversas áreas, obligando a que se desarrollen habilidades para la solución pragmática de problemas reales. Como ventajas también se tiene que este tipo de investigación promueve el trabajo colaborativo

no solo entre los autores sino que en relación al entorno en el cual está inmersa la empresa ya que la solución necesariamente debe ser factible para todos los órganos de la misma.

Como desventaja se tiene que se cuenta con poco poder decisorio dado que las consideraciones están sujetas a la gerencia general de la empresa, que si bien la sustentan en resultados y opiniones también las preponderan con otros aspectos de la compañía. En términos generales los estudios de casos pretenden una solución muy específica, lo cual supone que se sacrifica alcance por profundización del tema.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En el entorno actual de la globalización la competitividad de las empresas es un factor determinante para la consolidación de cualquier empresa, por ende, la maximización de los procesos es un hecho cierto que todas en algún determinado momento buscan explorar y en determinada forma atacar para lograr una optimización que les permita obtener ventajas competitivas relevantes para el mercado; en estos procesos de mejora indiscutiblemente se debe abordar cuestiones relativas al espacio arquitectónico donde se ejecutan los procesos, pretendiendo maximizar las relaciones entre el espacio físico y los procesos fomentando un aumento de la productividad y en términos más generales potencializando las características del sistema constructivo en favor del modelo de negocio.

En la empresa ABC¹ se está adelantando un proceso de optimización de operaciones que contempla la renovación arquitectónicamente hablando de sus instalaciones físicas, las cuales cumplen más de un decenio de operación y se considera que los parámetros bajo los cuales fue concebida su planta de producción han quedado obsoletos o simplemente ya no responden de

¹ Por solicitud expresa de la compañía se omite el nombre real de la compañía para mantener cierta reserva de la información, de cualquier modo los datos y demás información son los que maneja la compañía y las certificaciones de esta son entregadas al director de la investigación para su validación

manera efectiva a las condiciones actuales del mercado. Por tal razón la empresa considera prudente en el marco de un proceso de optimización intervenir dichas instalaciones para que bajo un nuevo sistema constructivo el espacio físico maximice la incidencia que tiene en los procesos de la empresa y repercuta directamente en un aumento de la productividad.

La empresa entiende que el proceso de mejoramiento es una oportunidad para introducir en su recurso físico (Planta de producción) un nuevo sistema constructivo que esté a la vanguardia y ofrezca nuevos elementos diferenciadores que no solo conlleven beneficios para la compañía sino que puedan ser reconocidos por los clientes como modelos de construcción amigable con el medio ambiente, con alto grado de responsabilidad social, que favorezcan las condiciones de trabajo al mismo tiempo que representan un hito en la forma como las empresas conciben sus espacios físicos en pro de una serie de elementos que hasta ahora se enmarcan como relevantes para la sociedad.

Cuando se abordan cuestiones de sistemas constructivos “innovadores” con características especiales como lo es la protección del medio ambiente, entre otras, la principal dificultad radica en la percepción de alto costo que dichas instalaciones pueden tener, percepción que ha sido desmitificada por las alternativas “low cost” que se han ido desarrollando y que de forma alguna están llamadas a regular las propuestas más innovadoras y eficientes en esta materia, la nueva concepción del espacio físico de la empresa ABC se dará atendiendo las más novedosas técnicas que el estado del arte en términos de sistemas constructivos ha desarrollado, lo que implica que la propuesta a desarrollar contiene un alto grado de innovación como factor determinante para garantizar una larga vida útil en términos de externalidades positivas.

El principal reto es lograr mediante un sistema constructivo novedoso la adecuación de la planta física de estampados de la empresa ABC, con el objetivo principal de mejorar la productividad de las operaciones y obtener un elemento diferenciador enmarcado por la utilización de un sistema constructivo amigable con el medio ambiente, facilitador de las condiciones laborales y de bajo costo.

JUSTIFICACION

La bodega a intervenir es un edificio industrial situado en la Kr 43 con calle 20C en la ciudad de Bogotá, dicha estructura fue construida hace más de 50 años y no ha tenido modificaciones significativas en su estructura, salvo las adecuaciones técnicas para el mobiliario necesario de la operación; durante estos 50 años han aparecido nuevas técnicas y métodos constructivos que desarrollan metodologías y técnicas que favorecen los procesos, adicionalmente dado el crecimiento de la empresa se hace necesario una reforma estructural que modernice el espacio arquitectónico y favorezca la productividad al interior de la planta de producción.

La empresa ABC mantiene una posición significativa en el sector de los textiles en Colombia y su portafolio de productos es observado por clientes y competidores como un ejemplo a seguir en cuanto al manejo de sus distintos recursos, apostar por una propuesta creativa con alto grado de innovación le asegurará el reconocimiento de la marca que lo ha posicionado como líder del sector, por ende la empresa ha optado por involucrar un sistema constructivo diferente que resalte sus políticas y valores corporativos, siempre y cuando los costos derivados sean consonantes con el beneficio obtenido a mediano plazo; de ahí que las alternativas “low cost” estén en la mira del contratista del proyecto.

Es habitual que en los proyectos arquitectónicos el contratante dentro de los requisitos incluya salvedades como las que nos ocupan, pues la simple optimización del espacio puede ser ejecutada desde otros campos del saber pero la condición de un sistema constructivo innovador requiere de la intervención de un constructor en arquitectura e ingeniería que logre la convergencia de todos los factores decisivos para la ejecución del proyecto en los términos requeridos por la empresa.

OBJETIVOS

General:

Desarrollar una propuesta constructiva para la ampliación de la planta de estampados textiles

Específicos:

1. Determinar los elementos y variables que determinan las necesidades de la empresa en cuanto a adecuaciones físicas que faciliten los procesos operativos.
2. Recopilar la información existente que sirva como fuente primaria para la toma de decisiones y permita realizar los análisis correspondientes.
3. Establecer un sistema constructivo que atienda las necesidades detectadas y cumpla con los requerimientos técnicos y económicos definidos para el proyecto.
4. Elaborar una propuesta de ampliación para la sección de estampados que incluya la planeación y programación de actividades para el sistema constructivo sugerido.
5. Determinar el presupuesto de la obra junto con los elementos requeridos para la culminación de la obra.
6. Desarrollar los lineamientos de la interventoría y supervisión requeridas para la culminación del proyecto.

Planteamiento de hipótesis:

La presente investigación abordará la siguiente hipótesis: *El espacio arquitectónico tiene una incidencia directa en la productividad de las operaciones*

MARCO DE REFERENCIA

Sistemas Constructivos

Conceptualmente la noción de sistema constructivo no es única, aunque el estado del arte en cuestión apunta a la convergencia de las definiciones en elementos clave; una primera aproximación al concepto puede ser la presentada por la Universidad de Valladolid quien afirma que: Un sistema constructivo es como el conjunto de materiales, elementos y unidades constructivas relacionadas y coordinadas entre sí por leyes físicas y geométricas, con el objetivo final de diseñar y construir un edificio o parte de él (Monjo Garrió, 1986).

En la obra “Losas reticulares mixtas: Proyecto, análisis y dimensionamiento” se entiende por sistema estructural toda solución estructural válida en un campo de aplicación y con unos determinados procedimientos de análisis y dimensionamiento propios. Una estructura está formada, en general, por subsistemas estructurales para cargas verticales y para cargas laterales, sean estas últimas de viento o sísmicas. Un edificio se puede considerar como bien logrado o eficiente si presenta los mecanismos de transmisión de cargas bien definidos (Bozzo & Bozzo, 2003). La secretaria de vivienda de Argentina lo define como un conjunto integral de materiales y elementos constructivos combinados según determinadas reglas tecnológicas para conformar una obra completa.

De la revisión bibliográfica realizada se encuentra que la definición desarrollada por Monjo es, no solo para efectos de esta investigación, la más completa ya que al hablar de «conjunto de materiales, elementos y unidades constructivas» admitimos que el sistema los define de tal manera que no se deben dejar para una selección final ninguno de ellos. Este es el modo de controlar el proceso constructivo. En cuanto a la segunda parte de la

definición «relacionados y coordinados entre sí por las leyes físicas y geométricas», La construcción es un proceso agregado en el que se unen una serie de componentes para obtener el producto final. Dichos componentes son objetos físicos que, al unirse, sufren una interacción físico-química, según su composición y la misión que se les encomiende, y cuyas dimensiones deben permitir el acoplamiento; las leyes físicas de interrelación indicarán el modo adecuado de instalar los materiales y elementos juntos. Dichas leyes, definirán, precisamente, la técnica constructiva adecuada.

El ultimo aparte «con el objetivo final de diseñar y construir un edificio o parte de él», revela la existencia de dos tipos de sistemas. Los llamados sistemas totales o globales, que acometen la solución de todo el edificio, y los sistemas parciales o subsistemas, que tienen por objeto resolver una parte constructiva del edificio. En este último aspecto hay una divergencia que vale la pena resaltar y es que muchos autores e instituciones consideran que dentro de los sistemas constructivos existen tipologías constructivas que con el propósito de ordenar, sistematizar y categorizar las diversas soluciones constructivas con las que podemos encontrarnos, se debe dar una clasificación en dos grandes grupos: las actuaciones de obra nueva y las de rehabilitación. La creación desde la nada y la intervención en lo existente, son escenarios tan diferentes que resulta imprescindible el planteamiento de soluciones constructivas radicalmente distintas y desde luego la contemplación individual de los problemas y situaciones que cada una de ellas demandan (Universidad de Alcala, 2015).

Interventoría y supervisión

Conceptualmente se tiene que la diferencia entre el concepto de supervisión y el de interventor está determinada por la naturaleza de la vinculación de la persona que ejerce la actividad de seguimiento al contrato y eventualmente el alcance de esa actividad (Metro de Medellín, 2018). Ambas figuras pretenden realizar seguimiento y control a la ejecución del contrato, por parte de la entidad contratante respecto de las obligaciones a cargo del contratista para garantizar los componentes establecidos para la labor a desarrollar; los cuales según las normas legales deben ser cuando menos 5, a saber : técnico, administrativo, contable, financiero y legal.

Jurídicamente los términos y sus alcances están definidos legalmente por lo establecido en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2001 que define lo siguiente:

“La supervisión consistirá en el seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable, y jurídico que sobre el cumplimiento del objeto del contrato, es ejercida por la misma entidad estatal cuando no requieren conocimientos especializados. Para la supervisión, la Entidad estatal podrá contratar personal de apoyo, a través de los contratos de prestación de servicios que sean requeridos.

La interventoría consistirá en el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la Entidad Estatal, cuando el seguimiento del contrato suponga conocimiento especializado en la materia, o cuando la complejidad o la extensión del mismo lo justifiquen.

No obstante lo anterior, cuando la entidad lo encuentre justificado y acorde a la naturaleza del contrato principal, podrá contratar el seguimiento administrativo, técnico, financiero, contable, jurídico del objeto o contrato dentro de la interventoría. Por regla general, no serán concurrentes en relación con un mismo contrato, las funciones de supervisión e interventoría. Sin embargo, la entidad puede dividir la vigilancia del contrato principal, caso en el cual en el contrato respectivo de interventoría, se deberán indicar las actividades técnicas a cargo del interventor y las demás quedarán a cargo de la Entidad a través del supervisor.” (Congreso de la Republica de Colombia, 2001)

PROPOUESTA DE AMPLIACION PARA LA BODEGA DE TEXTILES

Necesidades de la empresa

Si bien las instalaciones de la empresa ABC datan de décadas atrás, sus procesos productivos si han seguido estrictos planes de mejora continua que han situado a la empresa dentro de las primeras en producción industrial y que en definitiva han sido un pilar importante para la consolidación de la empresa como el referente del sector en Colombia; de esta forma aunque el espacio físico no ha sufrido modificaciones, la producción de la empresa ha incorporado herramientas de la administración de la producción tal como el Just in Time, Kaizen y 5'S, por nombrar solo algunas.

Aun así análisis de tiempo y movimientos, clima laboral, reingeniería y propuestas de mejora abordan cuestiones sobre el espacio físico que deben ser tomadas en consideración. Las necesidades de la empresa se desglosaran en las siguientes categorías:

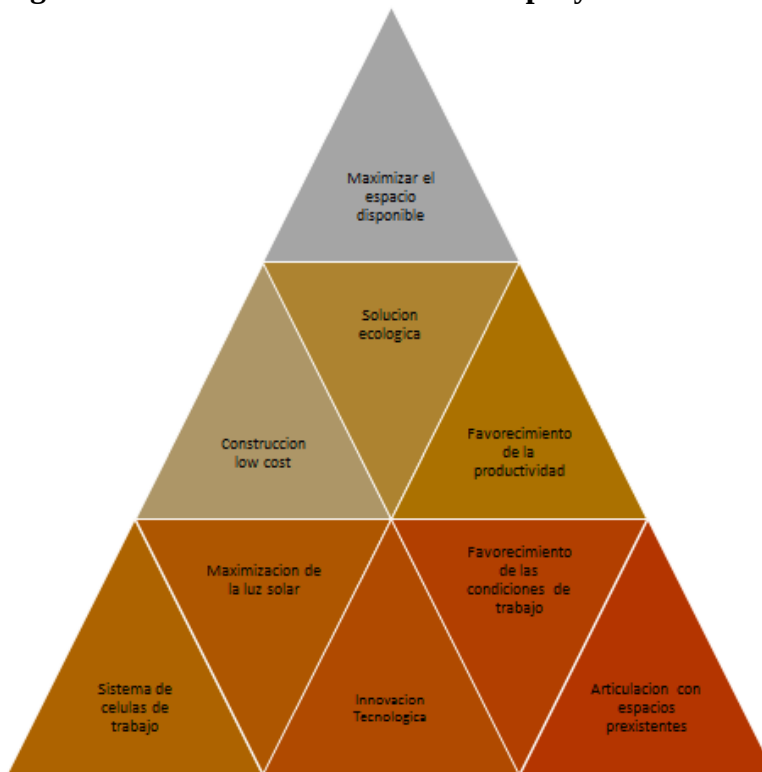
- a) Operativas: La empresa quiere adoptar un sistema de células de trabajo, agrupando las distintas máquinas que usa en sus procesos productivos y desarrollar un sistema de estaciones de trabajo con una secuencia que minimice los recorridos al interior de la planta, disminuya el tiempo en traslados de mercancías y a futuro permita la instalación de sistemas de transporte de mercancías en proceso.
- b) Estructurales: ABC ha detectado una serie de factores ligados al espacio físico que actúan como externalidades y afectan su productividad, tal es el caso de la iluminación, sensación térmica, contaminación olfativa y manejo del ruido; por ende se toman como necesidades el manejo de la iluminación con estricto aprovechamiento de la luz del día, una intervención sobre los flujos de aire para controlar la sensación térmica en el

ambiente laboral y facilitar la pérdida de concentración de olores fuertes con su respectiva diseminación por todas las instalaciones, y por último, en los lugares que se estimen convenientes se deben adecuar los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de las maquinarias de ser necesario se deben insonorizar los espacios que mantengan un nivel de ruido por encima del entorno social.

- c) Coyunturales: Las actuales tendencias en responsabilidad social empresarial, tanto en el ámbito social como en el ambiental, han generado cierta conciencia a nivel corporativo que en la búsqueda de elementos diferenciadores, aspectos medioambientales generan ventajas competitivas de gran valor; por esta razón la empresa ABC ha determinado que como elemento diferenciador de la marca quiere incorporar a sus instalaciones un sistema constructivo diferenciador, sostenible, amigable con el medio ambiente, que favorezca el trabajo de sus empleados y que le permita mostrar una imagen de compromiso con el medio ambiente, siendo un ícono del compromiso con la sociedad y una referente para futuros proyectos.

De estos grupos de necesidades se logran desprender una serie de variables que deben ser consideradas como elementos decisorios para la selección del sistema constructivo y la consecuente propuesta de ampliación factible para la bodega de textiles de la empresa ABC, estas variables determinan la factibilidad de uno u otro sistema constructivo y del análisis que de ellas se realiza se deriva el diseño final de la propuesta de ampliación a desarrollar, para la formulación de las mismas se contó con la participación de un grupo interdisciplinar conformado por el gerente de la compañía, los autores del proyecto y varios asesores de la empresa ABC. Ver figura 1.

Figura 1. Variables determinantes del proyecto



Fuente: Autores, 2019

Desarrollo del concepto de Arquitectura Low Tech

Acorde con los conceptos expresados en la Universidad de Belgrado Low Tech es una forma de arquitectura ecológica que reivindica las técnicas constructivas del pasado buscando que la arquitectura del futuro conserve la eficiencia actual y al mismo tiempo se preocupe por aspectos éticos que de ella derivan. En las últimas décadas la tecnología permitió avances significativos y muchas veces sin las cuales sería impensable imaginar ciertas edificaciones; pero, sin embargo, esta innovación tiende a obviar los efectos en el ambiente causados por los materiales que se utilizan, siendo producidos en lugares distantes de las zonas donde se construye. Así pues esta conciencia de los impactos colaterales pasa a ser el motor de la construcción Low Tech, en la que la ruptura primordial es con el modelo

del actual sistema económico, que solamente procura conseguir un enorme beneficio financiero y corporativo. Ser respetuoso con el entorno natural y social desde tres principios: 1) potenciando el uso de materiales locales 2) adaptando técnicas de antaño que están desapareciendo 3) logrando que las técnicas se encuentren al alcance de todos (Prandi, 2015).

Podemos hablar de una convergencia del término a ciertos aspectos clave, al respecto tenemos como ejemplo la opinión de la Arq. Montse Bosch quien lo resume de una manera muy clara: *“Consideramos construcción “Low Tech” aquella que está relacionada con materiales y soluciones constructivas cercanas, adecuadas a las realidades de los territorios, incluso, fácilmente realizables con pocos medios”* (Bosch , 2013). De tal forma se considera que los principios de la arquitectura y construcción LOW TECH se pueden resumir en:

- Recursos materiales de origen local
- Transferencia o adopción de la cultura tecnológica que se adapte a los recursos locales disponibles
- Sinceridad y facilidad de reproducción de la técnica constructiva empleada.
- Conocimientos accesibles alejados de tecnicismos abstractos
- Simbiosis y colaboración con otros sistemas

En síntesis podemos afirmar que existe, una nueva alternativa de entender la arquitectura ecológica que pretende la revisión de las técnicas constructivas del pasado, para que la arquitectura del futuro mantenga la eficiencia actual y se preocupe, al mismo tiempo, por

los aspectos éticos que derivan de ella; esta es la conceptualización de la construcción “Low Tech”.

Materiales en los sistemas constructivos inspirados en el “Low Tech”.

El primer elemento del sistema constructivo a analizar son los materiales sobre los cuales se despliega la técnica que dará como resultado la obra que se pretende, el uso de materiales Low Cost está vinculado a la adaptación de la estética del resultado final y flexibilidad del presupuesto. La amplia variedad de materiales influye de manera directa en el costo final de la construcción, es decisivo sin tener que disminuir calidad y mejorando enormemente la calidad de vida de los interesados, profundizando nuevas técnicas y comprometiendo al constructor con una responsabilidad ambiental decisiva y de preservación del entorno desde su compromiso con la recuperación del valor de los materiales locales. Los materiales a utilizar buscan favorecer formas de evolución arquitectónica con proyección de tipologías sostenibles, orientados a la disminución de emisiones ambientales, siendo necesario integrar conocimientos, procesos y herramientas con alternativas basadas en reciclado, reutilización o aprovechamiento para lograr una reducción en el gasto energético y la huella ambiental de la construcción.

La arquitectura Low Cost potencia el diseño creativo, fomenta el análisis de materiales y técnicas, la observación y el estudio permanente de alternativas que consideran aspectos que van más allá del simple uso del espacio arquitectónico, de tal forma que la morfología, materialidad y técnicas constructivas Low Tech responderán a condiciones específicas de cada sociedad y cultura. Como afirma Prandi:

“Este método constructivo rompe con el modelo impuesto, genera transversalidades en recursos materiales, aprovecha cada uno de los saberes y modifica impactos sociales vinculados a lo arquitectónico. En la construcción los consumos altos de energías no renovables están vinculados al ciclo de vida ya que este sector dispara variables a considerar como: el ahorro de consumo de energía primaria, la climatización y emisiones de GEI, el consumo de recursos minerales y la generación de residuos sólidos. Construir en armonía con la naturaleza y de acuerdo al abundante acervo de ideas tradicionales, preservando el medio ambiente, la protección de recursos y la reciclabilidad es una lucha permanente no sólo en la producción de teoría sino en la práctica” (Prandi, 2015).

Dentro de los materiales de mayor frecuencia de uso en la arquitectura “Low Cost” tenemos:

Madera: Material que por la flexibilidad y posibilidades que ofrece en las construcciones, su manipulación sencilla y el requerimiento de herramientas de baja complejidad, se muestra como una gran alternativa. Por su estructura, las hay de tipos duras, semiduras y blandas y facilita los diferentes usos tanto en exteriores como en interiores. Desde el punto de vista estético otorga calidez y permite presentar diversas tonalidades y texturas. Es soporte estructural, es de fácil acceso y se puede conseguir de modo industrializado en aserraderos o madereras que proveen amplia gama. Las propiedades de la madera son: resistencia, dureza, rigidez y densidad. Dependiendo la densidad de su composición es más fuerte y dura, resistente a la flexión, buena capacidad de tracción y compresión de las fibras

paralelas, si bien escasa resistencia al corte. Tiene poca resistencia a la tracción y a la compresión en el sentido perpendicular a las fibras y bajo módulo de elasticidad. La resistencia depende de lo seca que la madera se encuentre y la dirección en que se cortó con respecto a la veta. Adicionalmente la madera es higroscópica, es decir, absorbe y desprende humedad, de allí los diferentes tratamientos que se le realizan para protegerla y hacerla perdurar. Las variaciones en la humedad ambiente harán se abulte o contraiga, variando su volumen y por ende su densidad, pudiendo poner en riesgo la construcción.

Piedra: Habitualmente el uso de la piedra y sus aplicaciones en la construcción se reducen a relleno de cimientos, bases para columnas, zapatas o a decoración de pisos, fachadas, y espacios verdes. Este material contribuye desde el punto de vista estético vinculada a su variedad de colores, posibilidad de labrarlas, durabilidad, diferentes texturas, porosidad y la disponibilidad. La piedras más usadas en la construcción son los granitos, calizas, pizarras, areniscas; en cualquiera de los casos las fases más impactantes de su uso son la extracción en canteras y transporte hasta la obra ya que en este trayecto se consume mucha energía, se emiten sustancias nocivas para el medio ambiente y provocan profundas transformaciones en el paisaje y los ecosistemas. Durante el resto de las fases constructivas es un material con muchas virtudes ya que su mantenimiento es escaso, es durable y puede ser recuperado como árido para hormigones.

Tierra y Arcilla: La tierra es el material de construcción natural más abundante y generalmente puede ser adquirido en el mismo lugar de la obra a partir de la excavación de cimientos, desbroce y limpieza del terreno. La tierra es una mezcla de cuatro tipos de suelos

a saber: Grava o suelo de tamaño superior a 2 mm, Arena de un tamaño que oscila entre los 2 y 0,06 mm, Limo cuyo espesor es de 0,06 a 0,002 mm. Arcilla de un tamaño inferior a 0,002 mm. La arcilla es el conglomerante que sirve para aglutinar y adherir las partículas entre sí (como el cemento en el hormigón) y es posible encontrarla en composiciones varias dependiendo su procedencia serán las proporciones de aluminio y sílice, con presencia o no de óxidos de hierro, manganeso lo que le da nombres tales como montmorillonita, caolinita, illita, entre otras. Las variaciones de humedad de la arcilla producirán erosiones y cambios importantes que hacen el surgimiento de grietas, razón por la cual es muy frecuente mezclarla con estabilizantes como cal hidráulica o cemento en proporciones variables. Las técnicas de construcción con tierra son variadas, se destacarán: .Tapial: construcción de muros de tierra compactada (tapia) entre dos encofrados que frecuentemente se estabiliza con cal. Adobe, ladrillos (piezas prismáticas) que se fabrican a partir de arcilla, arena y elementos vegetales y son usadas tras su secado asentadas con arcilla en estado plástico. Para la fabricación de BTC (bloques de tierra comprimida) a los que se les adosa elementos vegetales y se los estabiliza con cal hidráulica o cemento.

Bambú: Pertenece a la subfamilia Bambusoideae (Gramineae-Poaceae) y cuenta aproximadamente con 120 géneros y 1200 especies, que se dividen en herbáceos y leñosos. Los bambúes herbáceos son menos numerosos y su uso es principalmente ornamental y muchas veces constituyen solamente curiosidades botánicas; por otra parte los leñosos o lignificados son de enorme interés por sus usos variados, rápido crecimiento y enorme capacidad de regeneración, se los puede agrupar en trepadores o recostados, arbustivos o arborescentes. Los bambúes leñosos son las plantas de más rápido crecimiento, un culmo tarda en arribar a su longitud máxima 3 o 4 meses y luego comienza a ramificar, los culmos

son capaces de crecer entre 10 a 30 cm por día en horas nocturnas, y otras especies como la Bambusa Bambos crece hasta 50 cm por día, la Bambusa Tulda 70 cm por día y el Phyllostachys Edulis tiene un crecimiento de 120 cm por día. La Guadua es una especie de bambú usado en la región cafetera de Colombia diseminada a partir de los bosques nativos, es muy denso y monovarietal. Su aplicación requiere de mano de obra especializada en su manejo y es muy usada para hacer estructuras laminadas, pero en la vivienda popular es donde brinda mayores utilidades desde diversos aspectos: constructivo, social, laboral, cultural. Es muy apta para ser parte de sistemas constructivos integrales donde se complementa con otros materiales Low Cost de modo muy eficiente.

Materiales Reciclados: Para muchos autores la sustentabilidad, la eficiencia y la sostenibilidad a partir de materiales que pueden ser ensamblados sin la necesidad de maquinaria pesada, energéticamente eficiente y respetuosos con el medio ambiente solo es posible si se involucra el reciclaje de materiales al proceso. En los últimos años mucho se ha avanzado en la investigación de aprovechamiento de materiales de consumo masivo por el hombre y que en antaño fueran decretados como basura y ahora se exige un cambio de pensamiento para reconsiderarlos como materias primas para otros procesos. Tal es el caso del corcho, el vidrio, los plásticos especialmente el PET, envases en todo tipo de materiales, en la mayoría de los casos se opta por “fabricar” bloques, pallets, armazones y demás estructuras desmontables que unidas de manera adecuada logren articular un sistema constructivo eficiente. El uso de materiales reciclados es la mayor muestra de la arquitectura Low Cost, las ideas innovadoras promueven la utilización, cada vez mayor, de ciertos elementos que abundan en la sociedad de consumo y que de no ser reutilizados terminan por generar problemas ambientales; dentro de la investigaciones que se realizan

para establecer nuevos sistemas constructivos se analizan todas y cada una de la propiedades de los ensamblajes realizados con estos materiales para establecer un símil que permita la certificación de las estructuras bajo pruebas convencionales.

En la misma vía se han dado desarrollos para los bloques o ladrillos, los cuales son elemento constructivo de mayor transformación por la innovación en los últimos años, con el surgimiento de las tendencias de arquitectura, entre ellas la low cost, se han dado importantes desarrollos para este componente; uno de ellos fue desarrollado por los investigadores del Royal Melbourne Institute of Technology, como un claro ejemplo del infinito potencial que tiene el reciclaje industrial. En ella, desarrollan una técnica para la fabricación de ladrillos mediante colillas de cigarros desechados en la que, con tan solo un 1 por ciento de contenido de colillas, pueden compensar por completo la producción anual mundial de cigarrillos, así como fabricar ladrillos más ligeros y más eficientes (Arquitectura alternativa II: Construcción Low-cost. Reciclar y construir con el desecho., 2016).

La fuente anteriormente citada expone que la introducción de las colillas en la arcilla de los ladrillos previo a su cocción, no solo tiene beneficios ambientales, sino que también ahorra hasta un 58 % más de energía en el proceso de producción. Los ladrillos terminados mantienen las propiedades estructurales de los ladrillos normales y además, ganan ligereza y capacidad de aislamiento. El proceso de cocción también atrapa los contaminantes tóxicos de los cigarrillos dentro de los ladrillos, de manera que no son expulsados al medio ambiente. Incluso se ha originado toda una rama de investigación, La Waste Based Brick es una línea de ladrillos fabricados a base de diferentes residuos de la construcción en la que la

mezcla de los diferentes materiales de desecho ofrece una gran gama de posibilidades estéticas para la fachada de los edificios. Los ladrillos son sostenibles y de fabricación local, puesto que los materiales se recogen en un radio de 150 kilómetros de distancia de las fábricas con las que trabajan.

Caracterización del espacio objetivo de la empresa ABC

Si bien en apartados anteriores definimos una serie de variables determinantes para el proyecto, es necesario puntualizar la información sobre el espacio arquitectónico a intervenir, dado que de esta información se desprenden una serie de consideraciones que afectan la selección de uno u otro sistema constructivo y se fijan las características operativas de la obra. La bodega de estampados está ubicada en la Carrera 43 A entre calles 20 C y 21, si bien la bodega es una estructura independiente hace parte de un grupo de edificaciones en donde se desarrollan las operaciones de la empresa ABC. En la Figura 2 se puede identificar el espacio marcado con CEDI.

Figura 2. Ubicación física de la bodega



Foto satelital

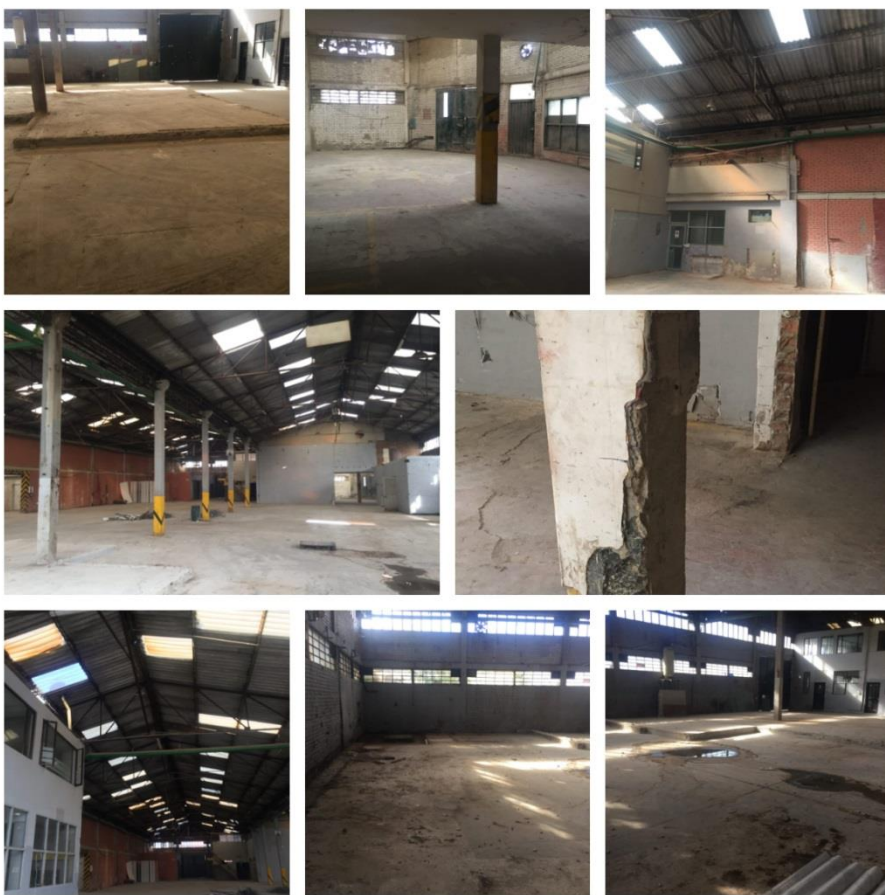


Plano de loteo

Fuente: Autores, 2019

La bodega a intervenir tiene 14.25 metros de ancho por 63.80 Metros de fondo, es una estructura de 4 metros de altura, con un área total de 909 metros cuadrados de los cuales por la disposición de columnas y otros elementos constructivos solo tiene disponibles para su operación 850 metros cuadrados, la edificación es de una sola planta, en donde se encuentran ubicados los procesos de estampados de la empresa. La necesidad de restructuración se da principalmente por el deterioro de la estructura la cual data de principios de los años 70, salvo las adecuaciones requeridas por las normas técnicas y demás disposiciones legales y a la fecha presenta un deterioro notable que no se compadece con la imagen de la empresa y es un factor de riesgo para las operaciones. Ver Figura 3.

Figura 3. Estado actual de la bodega



Fuente: Autores, 2019

Es necesario resaltar que el presente estudio tiene un alcance limitado, cuyo objetivo se centra en la reestructuración de la bodega en cuestión, ya la forma como la empresa disponga de los elementos físicos dentro del espacio desarrollado hace parte de un estudio de tiempos y movimientos que maximice y optimice los recursos bajo los parámetros que la empresa defina; en todo caso la reestructuración proyectada debe garantizar el mayor grado de flexibilidad para la configuración de las operaciones y optimizar los factores que inciden en la producción para fomentar un aumento de la productividad.

La bodega se proyecta como una unidad productiva de mayor amplitud y organización respecto al estado actual, y es fundamental que la nueva estructura permita sectorizar los procesos en forma de célula con una gran diversidad y flexibilidad para posteriores cambios. Con el ánimo de reducir costos la empresa ha establecido que de las posibles soluciones a adoptar ponderará aquellas que mantengan ciertos elementos constructivos, reutilicen materiales y apliquen la arquitectura low cost, tomando como objetivo secundario experimentar con tecnologías innovadoras que le permitan contar con un espacio físico que resalte la imagen corporativa y sirva para afianzar la imagen de empresa amigable con el medio ambiente, ya que de esto se derivan una serie de ventajas competitivas en la preferencia de compra en mercados nacionales y extranjeros.

Para mayor información y como ejemplificación del estado actual se presenta en la figura 4 un plano con la distribución de los elementos físicos en el espacio, de tal forma que se logre una esquematización de las operaciones y de las rutas de trabajo para que en la toma de decisiones sea considerado el flujo de elementos, materiales, y personas durante las jornadas habituales de trabajo. Ver figura 4

[illegible]

Identificación y selección de alternativas

Retomando las variables claves de decisión se opta mediante una revisión bibliográfica exhaustiva “rescatar” algunas de las soluciones que se han dado bajo la lógica de low cost y adaptarlas al proyecto para someterlas a consideración de la empresa y mediante la ponderación frente a las variables claves seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades y metas de la empresa.

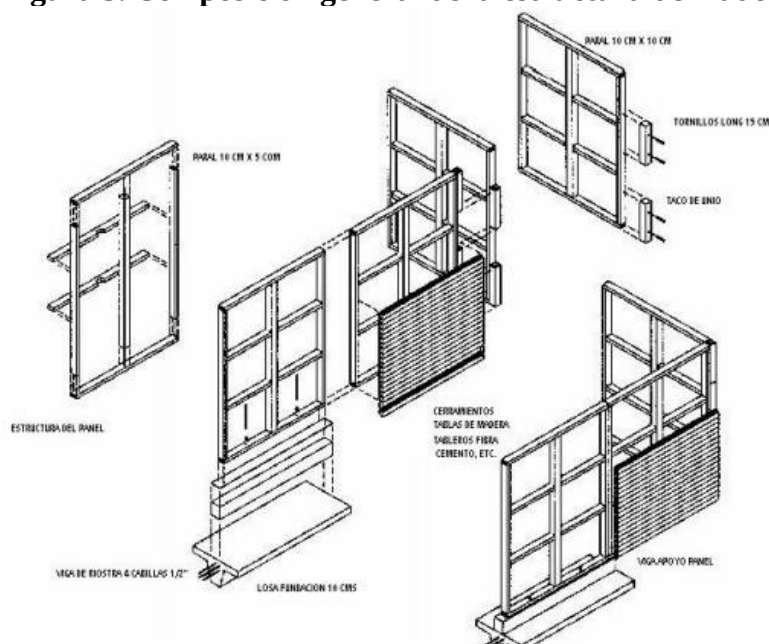
Sistema constructivo en madera aserrada: Como primera medida este sistema constructivo favorece el presupuesto de obra aproximándose a ser lo más bajo posible, y este tipo constructivo, de los comúnmente conocidos, es uno de los más económicos. La madera es uno de los poquísimos materiales que puede considerarse como polivalente: se ha usado como estructura y como cerramiento interior y exterior, también en laminados, en carpintería, techumbres y cubiertas, pavimentos, lámparas, mobiliario, accesorios, etc. La afirmación de Ferrater, enunciaba algunas de sus múltiples aplicaciones en los campos constructivo y estructural, aplicaciones que europeos y norteamericanos reconocen por su efectividad, belleza, costo y seguridad (Ferrater, 1995).

Esta alternativa parte de la concepción en que se fundamenta el Sistema Estructural Entramado de Plataforma, incluyendo desde los valores dimensionales de sus elementos estructurales y de cerramientos, los principios técnicos de conservación de la madera por procesos naturales y químicos, conservación de la madera por diseño, tal como lo expuesto en los conceptos básicos del JUNAC, o cualquier manual de construcción que haga uso del

sistema², ejemplo: El Manual de Viviendas Prefabricadas de Bajo Costo y el manual para el desarrollo de los países editado por la Organización para el Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas (Contreras, Owen de Contreras, & Contreras Miranda, 2019).

El sistema ha sido desarrollado con bastante éxito en países como estados Unidos, España o inclusive Chile, y se tiene experiencias muy positivas donde este sistema ha sido aplicado para la construcción de diferentes propuestas de viviendas de interés social, por sus bajos costos, simplicidad en la forma de construir y en los detalles constructivos, facilidad del proceso de diseño, dinamismo en el proceso de construcción y costos competitivos por el empleo de muy pocos elementos dimensionales a nivel estructural y de cerramientos tales como el stud o pie derecho.

Figura 5. Composición general de la estructura de madera serrada



Fuente: Extraído de Contreras, Owen de Contreras, & Contreras Miranda, 2019

² Al respecto consultar Junac. Manual de Diseño para Madera del Grupo Andino. Junta del Acuerdo de Cartagena JUNAC. Lima, Perú. 1987.

Este sistema constructivo contempla el uso alternativo de otros materiales que pueden ser usados como paneles de cierre y simplemente adaptados para maximizar el uso de la luz solar como lo es la adopción de láminas de vidrio en lugar de algunos paneles, tal es el caso de una variante, u otro sistema si se quiere, determinado por la madera contralaminada³, cuya traducción al inglés es Cross Laminated Timber (CLT), la cual fue desarrollada por primera vez en Austria y Alemania, como un producto innovador de madera que ha ido ganando popularidad en los últimos años, promovida principalmente por nuevos proyectos pilotos en base a “construcción verde”, como también por la mejora en la eficiencia del proceso productivo y el marketing de distribución. Otro factor importante fue el cambio en la percepción general que sostenía que el CLT era un material ligero de construcción que no se encontraba a la par de materiales como el hormigón armado o la albañilería, que han sido ampliamente usados alrededor del mundo por muchas décadas. La experiencia europea indica que el CLT es un tipo de construcción competitiva, sobre todo en estructuras de mediana y gran envergadura (Gagnon & Pirvu, 2011). Ver figura 6.

Figura 6. Obras realizadas en madera



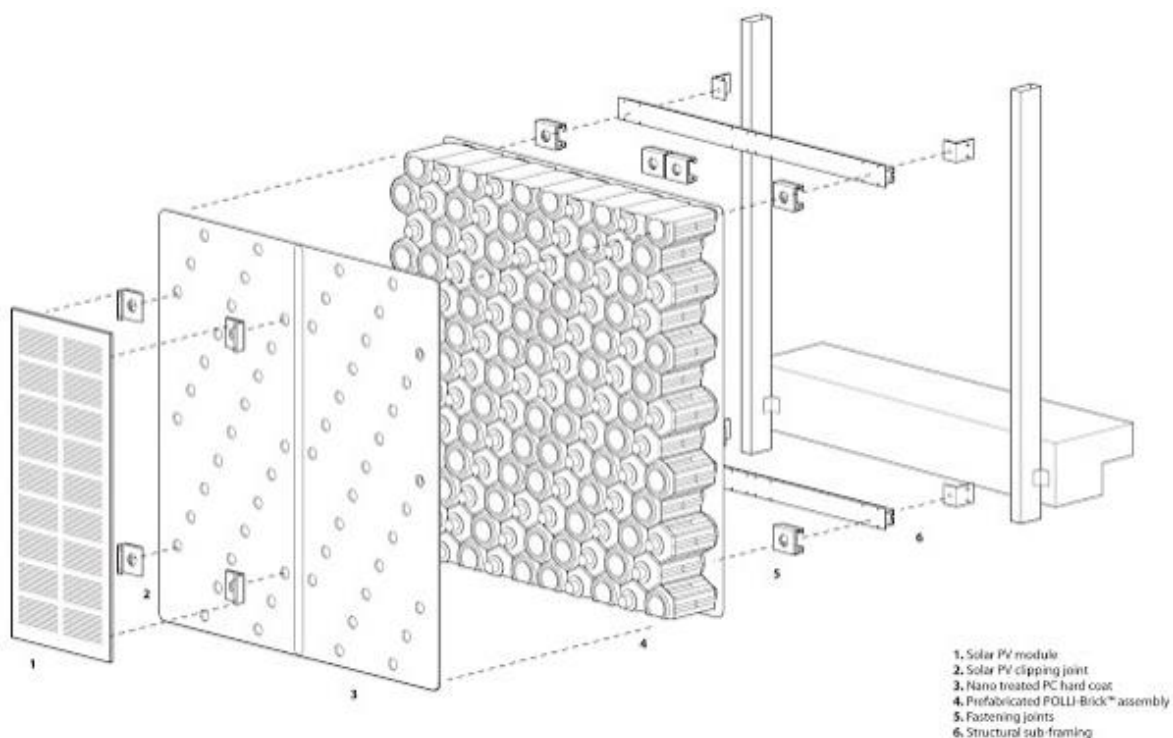
Fuente: Vivienda unifamiliar, Sistrans - Austria Arquitecto: Maaars architecture ZT GmbH
Año: 2008, Tomado de <http://www.clt.info/>

³ La madera contralaminada está formada por capas de madera (conífera) encoladas por su cara ancha (a veces también por el canto) y dispuestas en forma cruzada (típicamente en 90°), aplicando posteriormente un prensado para formar elementos de madera maciza de gran tamaño.

Sistema constructivo con botellas recicladas: Polli-bricks: Sistema desarrollado por la empresa Miniwiz empresa fundada en 2006 por Arthur Huang, arquitecto formado en Harvard y director del Instituto de Desarrollo Energético Sostenible de Taiwan; quien desarrolló un sistema constructivo formado por botellas de plástico, el Polli-Brick. El Polli-Brick está fabricado por Tereftalato de Polietileno 100% reciclado, un polímero transparente, aislante y duradero. Este tipo de plástico es muy usado para la fabricación de envases y textiles. El PET desechado es un material con un gran potencial como recurso, debido a su abundancia y facilidad de reciclaje. Se construye como un sistema de módulos con una estructura en forma de panel de abeja tridimensional ensamblados sin adhesivo alguno (Constructora MEVECO, 2019).

La anterior referencia afirma que a pesar de su gran solidez estructural su peso es aproximadamente una quinta parte de un sistema de vidrio y acero convencional. Se puede adaptar tanto para un revestimiento modular simple, rápido de instalar y de bajo costo como a una fachada interactiva con un sistema integrado de iluminación LED, en el que cada unidad funciona como un pixel y es alimentado por paneles fotovoltaicos. El sistema constructivo del módulo estándar para muros cortinas se compone por una subestructura metálica fijada a la estructura del edificio y el módulo de Polli-Bricks. Éste se compone de un panel sándwich de dos láminas de policarbonato nano tratado que contienen las unidades, solidarizando las partes mediante un sistema de “tapones” que fijan el policarbonato a las “botellas”. Estas láminas de policarbonato rigidizan así el panel además de protegerlo de la radiación UV, el agua y el fuego. Ver Figura 7.

Figura 7. Sistema constructivo Polli - Brick



Fuente: Tomado de <http://www.miniwiz.com/>

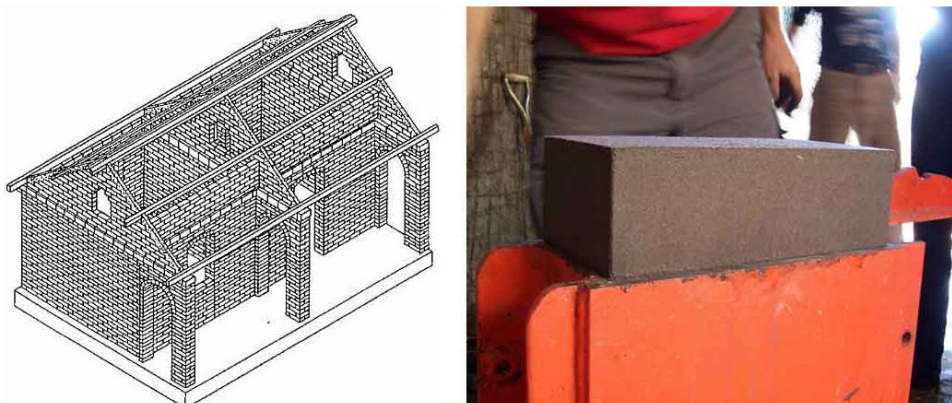
Sistema constructivo con bloque de tierra: La tierra es el material de construcción utilizado con mayor antigüedad por la humanidad, y es la base de una de las tecnologías que mejor se adaptan al medioambiente y a formas contemporáneas de concebir la construcción sostenible. La tecnificación de esta modalidad da a conocer el resurgimiento de la ingeniería y arquitectura con tierra. Las técnicas de construcción con tierra, consideradas ahora sistemas constructivos, son: adobe (sin estabilizar, estabilizado), bahareque y tierra pisada (muros, bloque). Algunos de estos sistemas constructivos han sido objeto de mejoras, y otros se han dejado de utilizar, debido a la vulnerabilidad que tiene el material tierra con respecto a esfuerzo a tracción. Se debe tener en cuenta que las cargas que afectan la estructura afectan

los materiales que la componen, por lo cual es importante tener conocimiento del trabajo en conjunto que realiza la tierra con algún agregado.

En este sistema los bloques de tierra comprimida (BTC): Se obtienen a partir de la mezcla de tierra (82,75%), arena (6,20%) y cemento (11,03%), para luego ser compactada. El material debe ser cernido previamente al mezclado y estabilizado. La máquina utilizada para la compactación es conocida como prensa o bloquera. Para realizar un bloque se debe preparar el material, abrir la caja e introducir la tierra estabilizada. La caja es cerrada para poner la barra metálica, se aplica la presión necesaria hasta que la barra baja. Posteriormente el bloque es sacado del molde y trasladado para el curado o secado, en el que puede durar de dos días a una semana, dependiendo del contenido de humedad que presente el bloque luego de la compactación. Las dimensiones de los bloques son 9.5 x 14 x 29 cm. (Arteaga Medina, Medina, & Gutiérrez Junco, 2011)

La empresa EBA de estructuras bioclimáticas avanzadas referente en sistemas constructivos con este material detalla el sistema explicando que para construir una casa con BTC debería utilizarse una cimentación continua, bien sea en hormigón o piedra y cal, de anchura de 10 cm más por cada lado que el de los propios muros. Se construye conformando un entramado de vigas bajo los muros principales. La profundidad de la cimentación alcanza el suelo firme por debajo de la capa orgánica. Al construir una casa con BTC los muros se pueden dejar sin enfoscado, pero procurando una buena protección del agua. También se pueden acabar con un enlucido de arcilla o, en caso necesario, otro material que permita la transpiración natural como los morteros de cal (EBA, 2019).

Figura 8. Uso de los BTC como sistema constructivo



Fuente: Tomado de “Unidad de producción de bloques de tierra comprimida – BTC”. Arquitectura construida en tierra, Tradición e Innovación. Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2004/2009 Universidad de Valladolid. 2010

Aun cuando existen múltiples sistemas constructivos bajo los principios del “Low Cost” la selección de la alternativa de construcción para el proyecto se realizará con base a las anteriormente descritas, pues se considera que las demás alternativas no son lo suficientemente compatibles con los propósitos de la empresa, la disponibilidad de recursos, la normatividad vigente y el impacto esperado.

Para la selección de alternativas se realizara una reunión de interesados y se evaluarán las alternativas en torno a tres aspectos (Económico, Ambiental y Técnico Operativo) para cada aspecto se han definido unas variables claves que permiten evaluar cada alternativa en aspectos sustanciales del proyecto; el valor final de cada aspecto es el promedio de las calificaciones asignadas por los participantes, los cuales evalúan cada variable en una escala de 1 a 10 donde 1 es muy desfavorable y 10 altamente conveniente. Los resultados de la evaluación de las alternativas se presentan en la siguiente tabla.

Indicadores de Viabilidad	<i>Madera Aserrada</i>	<i>Polli - Brick</i>	<i>Bloques de Tierra</i>
Viabilidad Económica			
Costo Total	9	6	8
Ahorros futuros derivados del sistema	6	8	5
Costo de mantenimiento	7	8	5
Total	22	22	18
Viabilidad Ambiental			
I+D sostenible	7	9	6
Impacto Ambiental	8	9	7
Reutilización de materiales	5	9	8
Total	20	27	21
Viabilidad Técnica Operativa			
Favorecimiento de la iluminación natural	7	9	6
Aislamiento acústico y térmico	6	8	8
Condiciones de mantenimiento	8	9	6
Posibilidades de reestructuración del sistema	9	9	6
Favorecimiento de la imagen y RSE	9	9	7
Total	39	44	33
TOTAL GENERAL	81	93	72

Del proceso de evaluación se obtiene que la alternativa que mejor se aproxima a las necesidades de la empresa y que según sus particularidades presenta los mejores beneficios para el proyecto es la utilización del sistema constructivo basado en Polli – Bricks, por lo que la propuesta de reestructuración de la bodega de la empresa ABC adoptará esta tecnología y la implementará en el mencionado proyecto adaptándola a las particularidades y necesidades de la empresa ABC.

Caracterización del sistema Polli – Brick

El sistema de Polli – Brick es un sistema constructivo no convencional con un alto grado de innovación y con un desarrollo sostenible que lo hacen un referente en el sector por el uso de materiales reciclados y el alto contenido estético que se puede lograr con él; las construcciones que aplican esta tecnología se fundamentan en la integración de dos estructuras, un esqueleto de acero (u otro material) y paneles de polli – brick's los cuales pueden ser acondicionados con paneles solares y luces led para tener una variante de iluminación según se requiera. El sistema constructivo del módulo estándar para muros cortinas se compone por una subestructura metálica fijada a la estructura del edificio y el módulo de Polli-Bricks. Éste se compone de un panel sándwich de dos láminas de policarbonato nano tratado que contienen las unidades, solidarizando las partes mediante un sistema de “tapones” que fijan el policarbonato a las “botellas”. Estas láminas de policarbonato rigidizan así el panel además de protegerlo de la radiación UV, el agua y el fuego. Las paredes modulares de este sistema constructivo pueden emplear botellas PET en su estado natural o hacer uso del reciclaje para fabricar unas que se acoplen y adapten de mejor manera para maximizar sus propiedades.

Para el presente proyecto se recomienda que la empresa inicie una campaña de reciclaje que permita asociar la marca al cuidado del medio ambiente y tenga desde la concepción de la obra un impacto positivo en su imagen, una vez recolectado el material se reciclan para hacer "Poli-ladrillos" (Polli-bricks), que no son más que ladrillos hexagonales de construcción que encajan entre ellos a la perfección, como si fueran piezas de un set de construcción de juguete. Reutilizar el PET y construir envases de forma “conveniente”

asegura que el edificio sea perfectamente resistente a las fuerzas a las que es sometido y lo suficientemente fuerte como para resistir ráfagas de viento de hasta 130 km / h, según sus diseñadores (ECOPLAST, 2011). Los poli-ladrillos estarán hechos completamente de botellas de PET, que se recogen a nivel local, evitando así el costo y el impacto de transportar estos materiales de construcción.

El equipo de Miniwiz, empresa desarrolladora de esta tecnología, ha identificado las propiedades aislantes de los Poli-ladrillos que lo vuelven un material adecuado para todos los climas. Cuando hace calor, los espacios de aire en los ladrillos forman una barrera natural contra él. En temperaturas más frías, los ladrillos se pueden llenar con agua o arena para un mejor aislamiento; ofrecen un sistema de refrigeración pasiva, con ventilación e iluminación natural. Son mucho más livianos que los ladrillos convencionales y están llenos de un pequeño volumen de aire que les da útiles propiedades de aislamiento térmico. Son baratos para usar debido a su bajo peso y porque, en consecuencia, se reducen los costos de transporte y también la cantidad de CO2 emitida (Constructora MEVECO, 2019).

Debido al apilamiento de las unidades en forma de panal de abeja, Polli-Brick se puede ensamblar en paneles cuadrados o cualquier otra forma; entre las principales ventajas de los Polli – Brick´s se tienen:

- Resistencia máxima de 3300 pascales de fuerza para cada panel.
- Costo absoluto cercano a 1 / 4 el precio del sistema convencional de muros cortina.
- Reduce el consumo de energía tanto de transporte como en fases de construcción
- Proporciona una iluminación uniforme natural.

- Su revestimiento de PC hace que el Polli-Brick TM sea resistente a los arañazos y fácil de limpiar.
- Instalación simple, es de peso ligero y por su entre lazado permite la instalación fácil.
- Las películas que lo componen tienen un alto rendimiento, además de que proporcionan una protección adicional contra los rayos UV, agua y fuego.
- Se puede adaptar tanto para un revestimiento modular simple, rápido de instalar y de bajo costo como a una fachada interactiva con un sistema integrado de iluminación LED, en el que cada unidad funciona como un pixel y es alimentado por paneles fotovoltaicos.

Especificaciones técnicas:

- Dimensión del módulo: 162.4 cm x 176cm
- Grosor del módulo: 38.5 cm
- Peso del módulo: 63 kg
- Opción de color: translúcido, semi translúcido y blanco
- Carga: 245 kg/m²

Desventajas:

- Al ser modulado impide la diversidad de diseño.
- Requiere un grosor de pared inusualmente alto.
- Solamente Soporta cargas limitadas de fuerza.

Planeación y programación de actividades

La obra a desarrollar se ejecutara en 6 fases continuas y una etapa de recolección de material PET que se realizará previamente mediante una campaña de reciclaje que la empresa ABC diseñará para materializar las ventajas competitivas que ello conlleva, esta fase aunque independiente del desarrollo de la obra es aquella donde se materializa el uso de tecnologías low cost.

La primera fase consiste en un reforzamiento en la estructura interna de la bodega mediante un proceso de recalzado en todas las columnas presentes, esto con el fin de aumentar la resistencia de la estructura y adecuarla para nuevos procesos industriales que podrían ser llevados a cabo en el espacio.

Las siguientes tres fases, consisten en la modernización de la cubierta de toda la bodega, se reemplazará el enteado presente que tiene varios defectos y es casi obsoleto, frente a otro tipo de cubiertas menos costosas, que ofrecen mayor durabilidad y presentan un diseño moderno.

La fase 5 y 6 corresponden a retirar las paredes de concreto y ladrillo, para ser reemplazadas por paneles de Polli Brick, una nueva alternativa para el diseño de estructuras, ofrecen una gran resistencia y uno de los puntos más importantes, es su sostenibilidad con el medio ambiente.

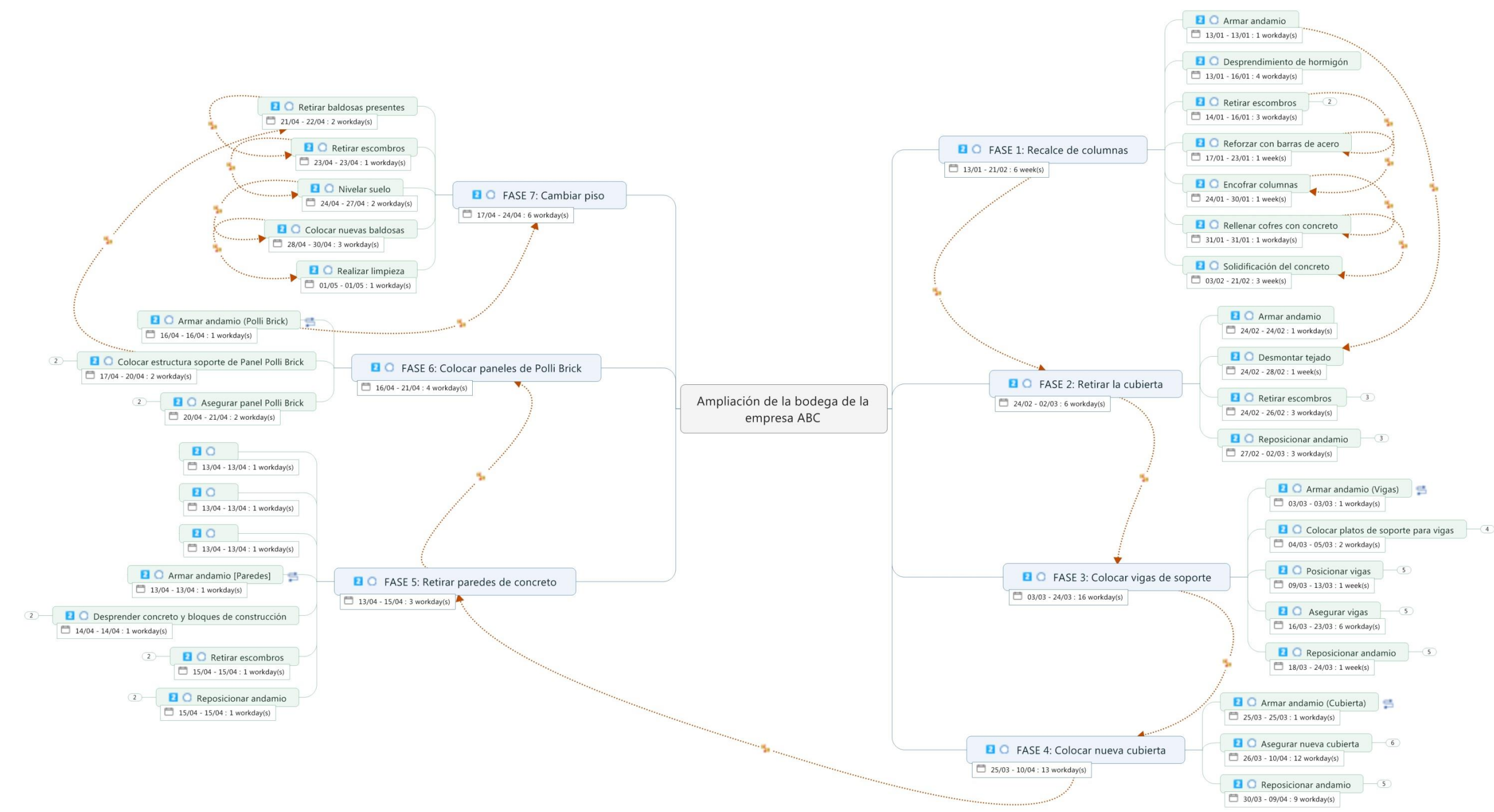
La última fase se basa en propiciar para la bodega un piso limpio, nivelado, con buen acabado superficial y con una estética particularmente alta. Para este paso, se tuvo en

cuenta que el piso es de carácter industrial, por ende, se hará un recubrimiento especial para su aplicación.

En la siguiente tabla, se podrá visualizar el cronograma de trabajo para la propuesta de ampliación de la bodega ABC. Se logró estimar que el proyecto estará completamente finalizado 75 días después de haber iniciado con la primera operación y su fecha de inicio corresponde a la segunda semana del mes de enero del año 2020. Por otro lado, en la figura 9 se puede observar un diagrama de red con el orden correspondiente de cada una de las tareas de cada fase, así como la del orden de cumplimiento de cada actividad.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Polli Brick	75 días	lun 13/01/20	vie 24/04/20
FASE 1: Recalce de columnas	30 días	lun 13/01/20	vie 21/02/20
Armar andamio	1 día	lun 13/01/20	lun 13/01/20
Desprendimiento de hormigón	4 días	lun 13/01/20	jue 16/01/20
Retirar escombros	3 días	mar 14/01/20	jue 16/01/20
Reforzar con barras de acero	5 días	vie 17/01/20	jue 23/01/20
Encofrar columnas	5 días	vie 24/01/20	jue 30/01/20
Rellenar cofres con concreto	1 día	vie 31/01/20	vie 31/01/20
Solidificación del concreto	15 días	lun 03/02/20	vie 21/02/20
FASE 2: Retirar la cubierta	6 días	lun 24/02/20	lun 02/03/20
Armar andamio	1 día	lun 24/02/20	lun 24/02/20
Desmontar tejado	5 días	lun 24/02/20	vie 28/02/20
Retirar escombros	3 días	lun 24/02/20	mié 26/02/20
Reposicionar andamio	3 días	jue 27/02/20	lun 02/03/20
FASE 3: Colocar vigas de soporte	16 días	mar 03/03/20	mar 24/03/20
Armar andamio (Vigas)	1 día	mar 03/03/20	mar 03/03/20
Colocar platos de soporte para vigas	2 días	mié 04/03/20	jue 05/03/20
Posicionar vigas	5 días	lun 09/03/20	vie 13/03/20
Asegurar vigas	6 días	lun 16/03/20	lun 23/03/20
Reposicionar andamio	5 días	mié 18/03/20	mar 24/03/20
FASE 4: Colocar nueva cubierta	13 días	mié 25/03/20	vie 10/04/20
Armar andamio (Cubierta)	1 día	mié 25/03/20	mié 25/03/20
Asegurar nueva cubierta	12 días	jue 26/03/20	vie 10/04/20
Reposicionar andamio	9 días	lun 30/03/20	jue 09/04/20
FASE 5: Retirar paredes de concreto	3 días	lun 13/04/20	mié 15/04/20
Armar andamio [Paredes]	1 día	lun 13/04/20	lun 13/04/20
Desprender concreto y bloques de construcción	1 día	mar 14/04/20	mar 14/04/20
Retirar escombros	1 día	mié 15/04/20	mié 15/04/20
Reposicionar andamio	1 día	mié 15/04/20	mié 15/04/20
FASE 6: Colocar paneles de Polli Brick	4 días	jue 16/04/20	mar 21/04/20
Armar andamio (Polli Brick)	1 día	jue 16/04/20	jue 16/04/20
Colocar estructura soporte de Panel Polli Brick	2 días	vie 17/04/20	lun 20/04/20
Asegurar panel Polli Brick	2 días	lun 20/04/20	mar 21/04/20
FASE 7: Cambiar piso	6 días	vie 17/04/20	vie 24/04/20
Retirar baldosas presentes	2 días	mar 21/04/20	mié 22/04/20
Retirar escombros	1 día	jue 23/04/20	jue 23/04/20
Nivelar suelo	2 días	vie 17/04/20	lun 20/04/20
Colocar nuevas baldosas	3 días	mar 21/04/20	jue 23/04/20

Figura 9 Diagrama de Red: Ampliación de la bodega ABC



Presupuesto (Proyectado) de la obra

Para la obra, se ha estimado el costo de los recursos principales para llevar a cabo la ampliación de la bodega mediante cotizaciones a empresas como lo es PROING, quienes realizaron una oferta económica con respecto a las láminas de acero galvanizado para la cubierta. No obstante, para otros materiales se consultaron los precios por vía electrónica desde diferentes fuentes.

Para esta obra, se estima un presupuesto de \$ 324.946.385 de pesos colombianos, teniendo en cuenta recursos humanos y servicios de transporte para la eliminación de los escombros. En la siguiente tabla puede visualizar como se distribuyen todos los costos principales de la obra.

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio por unidad	Total
Materiales				
Varilla corrugada	Und	96	\$ 7.400	\$ 710.400
Arena	kg	690	\$ 1.400	\$ 966.000
Cemento	kg	342	\$ 700	\$ 239.400
Vigas	Und	60	\$ 195.000	\$ 11.700.000
Lamina de acero estructural galvanizado calibre 22	m2	2025	\$ 85.619	\$ 198.430.585
Panel de Polli Brick	Und	475	\$ 82.000	\$ 38.950.000
Baldosa	m2	2025	\$ 12.000	\$ 24.300.000
Resina epóxica	kg	30	\$ 30.000	\$ 900.000
Pintura	gal	20	\$ 22.000	\$ 440.000
Mano de Obra				
Maestro de obra	Und	3	\$ 1.900.000	\$ 5.700.000
Trabajador	Und	12	\$ 980.000	\$ 11.760.000
Soldador	Und	2	\$ 1.600.000	\$ 3.200.000
Equipos				
Andamio	80 días	1 Und	\$ 20.000	\$ 1.600.000
Carretillas	80 días	2 Und	\$ 15.000	\$ 2.400.000

Formaletas	25 días	20 Conjuntos	\$ 45.000	\$ 22.500.000
Servicios				
Transporte Escombres	días	5	\$ 210.000,00	\$ 1.050.000,00
TOTAL				\$ 324.946.385

lineamientos de interventoría y supervisión

Toda vez que la empresa ABC dentro de su portafolio de negocios no tiene relación directa con la ejecución de obras civiles, se recomienda asignar mediante un contrato independiente con otra organización la realización de las actividades de interventoría y supervisión de la obra, dicha interventoría tendrá como propósito hacerle seguimiento y control a la acción del contratista, con el fin de: verificar el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato y el respeto de las especificaciones técnicas ofrecidas; supervisar la ejecución de las actividades administrativas establecidas y derivadas del contrato; acreditar la sujeción al presupuesto asignado; y verificar antes del inicio de la obras que se cuenta con todos los permisos necesarios. En términos generales el interventor será responsable de velar por la correcta ejecución del contrato objeto de interventoría (Universidad Javeriana, 2011).

En consecuencia corresponderá al interventor asignado por la empresa ABC, supervisar, controlar y coordinar la ejecución del contrato de construcción y ampliación de la bodega de estampados de la empresa, a fin de garantizarle, el cumplimiento de las condiciones y obligaciones pactadas en la utilización del sistema constructivo Polli - Brick, así como el control técnico y la atención de las variables claves determinadas por la empresa en la justificación del proyecto. La Interventoría, implica una posición imparcial, por lo tanto, en

la interpretación del contrato y en la toma de decisiones, la Interventoría debe ser consecuente con sus objetivos.

Lineamientos Técnicos de la interventoría:

Estas directrices contemplan el control y seguimiento de todas las tareas y labores correspondientes a la ejecución del contrato de ampliación y remodelación de la bodega de estampados de la empresa ABC, el cumplimiento de los estándares de calidad contenidos en el mismo y de los términos definidos en el cronograma. Entre los que se encuentran:

- La calidad de la obra deberá ser verificada permanentemente.
- El control del avance deberá realizarse de acuerdo con el cronograma de ejecución aprobado, llevar un registro de las novedades, órdenes e instrucciones impartidas durante la ejecución y recomendar los ajustes necesarios.
- Se deben presentar los informes de avance y estado del contrato, y los que exijan su ejecución.
- Se debe velar por el cumplimiento de las normas, especificaciones técnicas y procedimientos, incluidos los que se establezcan en los planos de construcción y/o fabricación.
- El personal y los equipos ofrecidos que utilice el contratista, deben contar con las condiciones de seguridad estipuladas en el ordenamiento jurídico colombiano.
- Se debe realizar mediciones de cantidades de obra ejecutada, verificar las entregas de los bienes y la realización de hitos constructivos.

- Garantizar que la documentación que se maneje en obra (Planos, memorias, licencias, autorizaciones) se encuentre actualizada de acuerdo a los cambios generados durante la ejecución del proyecto.

Lineamientos financieros y contables para la interventoría

En términos financieros y contables la interventoría debe asegurar el cumplimiento de las siguientes normas:

- El Plan de Inversión del Anticipo debe ser aprobado por el interventor.
- Las facturas y/o cuentas de cobro presentadas por el contratista deben ser revisadas por el interventor.
- Los pagos y deducciones del contrato deben ser registrados cronológicamente dentro del cuadro de control de obras.
- Se debe velar por la correcta ejecución presupuestal del contrato.
- Los trabajos o actividades extras que impliquen aumento del valor del contrato se deben validar, informar y sustentar, con el fin de suscribir el acuerdo previo entre las partes.

Lineamientos legales para la interventoría

La obra debe contemplar el cumplimiento de las disposiciones vigentes aplicables que deberán ser acatadas por la empresa ABC, el contratista y ser verificadas, auditadas, y garantizadas por el interventor; por lo que se espera que se asegure que:

- El contrato deberá desarrollarse dentro del plazo y de los valores establecidos.

- Se debe controlar la vigencia de las garantías.
- Se debe velar por el cumplimiento de las normas básicas de seguridad y ambientales que sean aplicables.
- Los trámites necesarios para la liquidación del contrato deberán ser adelantados por el interventor de la obra.
- Se debe informar de los incumplimientos que se presenten en la ejecución del contrato, a fin de proceder a la aplicación de multas, notificación del siniestro ante la aseguradora, y seguimiento a los procesos de reclamación.
- Verificar que el personal empleado por el Contratista se encuentre afiliado al régimen de seguridad social.

Lineamientos operativos y generales para la interventoría

En el caso específico de la obra de remodelación y ampliación de la bodega de estampados de la empresa ABC el interventor deberá atender las siguientes consideraciones:

- Inspeccionar cada panel de Polli – Brick para garantizar la idoneidad del mismo, calidad y especificaciones técnicas.
- Registrar toda la información de la obra, para presentar en informes periódicos el estado de la misma, las proyecciones de culminación y los indicadores que se deriven de esa gestión.
- Desarrollar y presentar todos los formatos, guías e instructivos necesarios para el registro, seguimiento, presentación y archivo de la información.

- El interventor debe vigilar la responsabilidad del Contratista en cuanto al cumplimiento de las normas de salud ocupacional de todo el personal que trabaje para él.

BIBLIOGRAFÍA

- (2016). *Arquitectura alternativa II: Construcción Low-cost. Reciclar y construir con el desecho*. Valencia: Universidad Politecnica de valencia.
- Arteaga Medina, K., Medina, O., & Gutiérrez Junco, O. (2011). Bloque de tierra comprimida como material construct. *Revista Facultad de Ingenieria, UPTC*, 55 - 68.
- Bosch , M. (12 de Abril de 2013). El concepto de Arquitectura Low Tech, optimizando recursos. (R. "Constructors", Entrevistador)
- Bozzo, M., & Bozzo, L. (2003). *Sistemas estructurales*. Bogotá: Planeta.
- Congreso de la Republica de Colombia. (2001). *Ley 1474*. Bogotá: Gaceta Nacional.
- Constructora MEVECO. (01 de Mayo de 2019). *sistema constructivo con botellas recicladas: Polli-bricks*. Obtenido de <http://www.miniwiz.com/>
- Contreras, W., Owen de Contreras, M., & Contreras Miranda, Y. (2019). *Sistema constructivo con madera uverito*. Caracas: SERBIULA.
- EBA. (12 de Mayo de 2019). *Construir una casa con BTC*. Obtenido de <http://ebasl.es/construir-una-casa-con-btc/>
- ECOPLAST. (2011). *Polli-brick, un revolucionario proceso de construcción a gran escala* . Bogotá: ECOPLAS NEWS – Edición 3.
- Ferrater, C. (1995). Monografías de Arquitectura, Tecnología y Construcción. Maderas, Revestimientos. *Revista Tectónica*, Madrid.
- Gagnon, S., & Pirvu, C. (2011). *Structural design of CLT in Canada*. Quebec: FPInnovations.
- Metro de Medellin. (2018). *Procedimiento para realizar supervisión o interventoría BS006*. Medellin: Metro de Medellín Ltda.
- Monjo Garrió, J. (1986). Propuesta de evaluación de sistemas constructivos. *Informes de la Construcción*, 193 - 212.
- Prandi, M. (2015). *Arquitectura Low Cost - Low Tech: Concepto y desarrollo de un sistema constructivo a bajo costo*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Universidad de Belgrano.
- Universidad de Alcala. (2015). *Sistemas constructivos y sostenibilidad*. Alcala.
- Universidad Javeriana. (2011). *Manual de normas y lineamientos generales para la interventoría de obras civiles*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.