

**ANALISIS DE LOS PROBLEMAS DE CONSTRUCTABILIDAD EN PROYECTOS  
DE EDIFICACIÓN APLICADOS A LA ETAPA DE DISEÑO E INGENIERÍA**

DENNYZ TATIANA RONDÓN VILLARREAL

GUSTAVO ADOLFO MUÑOZ TRILLOS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA E INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES  
INTRODUCCION A LA GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA  
2010

**ANALISIS DE LOS PROBLEMAS DE CONSTRUCTABILIDAD EN PROYECTOS  
DE EDIFICACIÓN APLICADOS A LA ETAPA DE DISEÑO E INGENIERÍA**

DENNYZ TATIANA RONDÓN VILLARREAL

GUSTAVO ADOLFO MUÑOZ TRILLOS

Monografía para optar el título de Especialista en Gerencia e Interventoría de  
Obras Civiles

Asesor: Aldemar Remolina Millán  
Ing. Civil MSc.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA E INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES  
INTRODUCCION A LA GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA  
2010

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

Bucaramanga, Agosto de 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestras familias por la paciencia, sacrificio y acompañamiento incondicional durante el desarrollo de esta Especialización. Igualmente a la Universidad Pontificia Bolivariana y grupo de profesores, por la oportunidad de cursar este programa académico y replicar todo el conocimiento adquirido en nuestro ejercicio profesional, especialmente al ingeniero Aldemar Remolina, por su permanente disposición, compromiso y seguimiento en el desarrollo de esta monografía.

A nuestra empresa por su apoyo y su incondicionalidad, tanto en el desarrollo del programa académico e información para la monografía, como en las labores diarias de nuestro trabajo.

Dennyz Tatiana Rondón V.

Gustavo Adolfo Muñoz T.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS .....	i
LISTADO DE TABLAS .....	ii
LISTADO DE ANEXOS .....	iii
RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO .....	iv
INTRODUCCION .....	vi
1. OBJETIVOS .....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	1
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	1
2. LA CONSTRUCTABILIDAD EN PROYECTOS DE OBRA CIVIL .....	2
2.1 ANTECEDENTES, DEFINICION, PRINCIPIOS Y CONCEPTOS DE CONSTRUCTABILIDAD .....	2
2.2 APRECIACIONES SOBRE LA APLICACIÓN DE LA CONSTRUCTABILIDAD EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA .....	9
3. ANALISIS DE CONSTRUCTABILIDAD EN PROYECTOS CIVILES DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA .....	10
3.1 RECOPIACION DE LA INFORMACION .....	11
3.2 ANÁLISIS DE LECCIONES APRENDIDAS CLASIFICADAS A PARTIR DE UNA MATRIZ DE PRESUPUESTO WBS .....	13
3.3 ANALISIS Y APLICACION DE CONCEPTOS DE CONSTRUCTABILIDAD .....	20
3.4 APLICACION DE HERRAMIENTA CAD 3D .....	26
3.5 DESARROLLO DE LISTA DE CHEQUEO PARA APLICACIÓN DE CONSTRUCTABILIDAD EN LA ETAPA DE DISEÑO .....	34
4. RECOMENDACIONES .....	37
5. CONCLUSIONES .....	39
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	41
7. BIBLIOGRAFIA .....	42

ANEXO NO. 1. LISTA GENERAL DE LOS EVENTOS EN LA EJECUCIÓN DE  
LOS PROYECTOS

ANEXO 2. LISTA DE CHEQUEO DE ACTIVIDADES QUE INVOLUCRA  
CONSTRUCTABILIDAD

ANEXO 3. LISTA DE CHEQUEO APLICADA A UN PROYECTO ESPECÍFICO

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Influencia en el costo final sobre la vida del proyecto.....	4
Figura 2. Distribución y porcentaje de eventos .....	18
Figura 3. Porcentaje de eventos y presupuesto por capítulo .....	20
Figura 4. Planta diseño hidráulico tipo .....	28
Figura 5. Isométrica diseño red de agua fría .....	28
Figura 6. Planta de diseño eléctrico tipo .....	30
Figura 7. Modelo 3D del diseño arquitectónico y estructural .....	30
Figura 8. Diferencias entre placas tipo.....	31
Figura 9. Modelo red hidráulica y sanitaria y ventilación.....	32
Figura 10. Modelo 3D de la zona de baños .....	32
Figura 11. Vista lateral de la ubicación de las redes en la zona de baños.....	33
Figura 12. Visualización del modelo terminado .....	33
Figura 13. Vista lateral de las redes del baño.....	34

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Presupuesto .....	13
Tabla 2. Distribución de eventos dentro del presupuesto .....	14
Tabla 3. Cantidad de eventos en matriz de presupuesto .....	17
Tabla 4. Porcentaje de eventos y presupuesto por capítulo .....	19



## **LISTADO DE ANEXOS**

ANEXO NO. 1. LISTA GENERAL DE LOS EVENTOS EN LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS

ANEXO 2. LISTA DE CHEQUEO DE ACTIVIDADES QUE INVOLUCRA CONSTRUCTABILIDAD

ANEXO 3. LISTA DE CHEQUEO APLICADA A UN PROYECTO ESPECÍFICO

## **RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** ANALISIS DE LOS PROBLEMAS DE CONSTRUCTABILIDAD EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN APLICADOS A LA ETAPA DE DISEÑO E INGENIERÍA

**AUTORES:** DENNYZ TATIANA RONDON VILLARREAL  
GUSTAVO ADOLFO MUÑOZ TRILLOS

**FACULTAD:** ESP. EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

**DIRECTOR:** ALDEMAR REMOLINA MILLAN

### **RESUMEN**

La constructabilidad es la óptima utilización del conocimiento de la construcción en cuanto a la planificación, diseño, procedimientos y operaciones en el campo para alcanzar los objetivos establecidos en el proyecto. Esta definición fue enunciada por el “Construction Industry Institute” (CII) y fue tomada como base para el desarrollo de la presente investigación, en donde se identificaron los problemas típicos de constructabilidad en proyectos de edificación de vivienda de una constructora en particular y adicionalmente se analizaron las causas asociadas a dichos problemas, considerando los conceptos que sobre el tema se han desarrollado. Se elaboró una propuesta metodológica para la recolección de la información con el fin de analizar los datos obtenidos y poderlos clasificar en una estructura de WBS típica de la compañía y determinar la incidencia que tienen los eventos en la estructura del presupuesto. Así mismo, se elabora una lista de chequeo que involucra el tema de constructabilidad, la cual se puede aplicar a cualquier proyecto de vivienda, dicha lista tiene porcentajes de aceptación determinados por los autores, pero se pueden adecuar según las necesidades de la empresa. También se utilizó la herramienta CAD 3D para generar un modelo con el fin de analizar la interacción de los diferentes diseños. Como conclusión, la aplicación de la constructabilidad, genera mejoramiento en las etapas de planeación y diseño, garantizando mayor eficiencia en cuanto a calidad, costos y programación durante la construcción del proyecto; pero se hace necesario realizar una nueva investigación para cuantificar los costos directos que se pueden prevenir al implementar las mejoras desde el diseño.

### **PALABRAS CLAVES:**

Constructabilidad, Planeación, Diseños, Lista de chequeo.

### **VºBº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## GENERAL SUMMARY OF THE GRADUATIONWORK

**TITLE:** ANALYSIS OF CONSTRUCTABILITY PROBLEMS IN EDIFICATION PROJECTS APPLIED TO THE STAGE OF DESIGN AND ENGINEERING

**AUTHORS:** DENNYZ TATIANA RONDON VILLARREAL  
GUSTAVO ADOLFO MUÑOZ TRILLOS

**FACULTY:** Especialización en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles

**ADVISOR:** ALDEMAR REMOLINA MILLAN

**KEY WORDS:** Constructability, Planning, Designs, Checklist.

### SUMMARY

The constructability is the optimal use of knowledge of the construction in terms of planning, design, procedures and field operations to achieve the objectives established in the project. This definition was formulated by the Construction Industry Institute (CII) and was taken as the basis for the development of this research, where were identified the typical problems of constructability on housing construction projects of a particular construction company and additionally were analyzed the related causes to those problems, taking in account the concepts that have been developed in this field. It was developed a methodology for collecting information to analyze the data obtained and that they can be classified in a typical WBS structure of the company and determine the incidence that the events have in the budget structure. Likewise, it was developed a checklist that involves the field of constructability, which can be applied to any housing project, this list has acceptance rates determined by the authors, but these acceptance rates can be adapted to the needs of the company. It was also used the 3D CAD tool to generate a model to analyze the interaction of different designs. In conclusion, the application of constructability, generates improvement in the planning and design stages, ensuring a greater efficiency in terms of quality, cost and schedule during the construction of the project; but it is necessary to do a new research to quantify the direct costs that can be prevented by implementing improvements from the design.

### KEY WORDS:

Constructability, Planning, Designs, Checklist.

### VºBº ADVISOR OF THE GRADUATION PROJECT

## INTRODUCCION

Debido al permanente cambio que está sufriendo la Industria de la Construcción, es necesario empezar a implementar herramientas que permitan un desarrollo óptimo en cuanto a diseño y construcción de obras civiles, pues día a día se desarrollan proyectos mucho más complejos que necesitan de una previa planeación y planificación de estrategias que ayuden a alcanzar metas proyectadas en cuanto al costo, mano de obra, tiempo de ejecución, minimización de accidentes, construcción con calidad, utilización de material con poco desperdicio, uso de herramientas y maquinaria, entre otros.

Desafortunadamente, en este medio aún no se está realizando dicha planificación, pues se inician proyectos sin tener un plan de acción estipulado ni diseños de ingeniería terminados, haciendo que estos proyectos tengan pérdidas de tiempo y dinero durante las etapas de construcción y mantenimiento.

Business Roundtable's Construction Industry Cost Effectiveness Project" (CICE) 1.983, completó cerca de cuatro años de estudios sobre la manera de promover la calidad, eficiencia, productividad y efectividad en los costos de la Industria de la Construcción. Desde entonces, el "Construction Industry Institute" (CII) de la Universidad de Texas, creó un grupo investigador enfocado a desarrollar métodos de gestión de proyectos y técnicas que beneficiarán a la industria de la construcción, creando una nueva tendencia llamada Constructabilidad [ 1 ].

La constructabilidad es definida por el CII como "La óptima utilización del conocimiento de la construcción, en cuanto a la planificación, diseño, procedimientos y operaciones en el campo para alcanzar los objetivos establecidos en el proyecto." [ 2 ]

Actualmente en Colombia se están realizando proyectos de vivienda sin el uso de prácticas claras que garanticen la optimización de los diseños, generando inconsistencias y problemas al momento de la ejecución.

Ante la necesidad de una mejora continua establecida por las leyes de oferta y demanda se requiere utilizar herramientas que estimulen incrementos en la productividad y eficiencia desde las etapas iniciales de un proyecto, como son el diseño y la ingeniería.

En el capítulo 3 se hace un análisis de constructabilidad en los proyectos civiles de vivienda en la ciudad de Bucaramanga realizando una recopilación y revisión de la información existente sobre la constructabilidad con el fin de realizar un diagnóstico del estado del arte en la industria Colombiana y en especial en esta ciudad.

Tomando como base la recopilación de las lecciones aprendidas de una empresa de construcción en la etapa de diseño y los conceptos de constructabilidad, se analizaron y clasificaron a partir de una WBS, con el fin de realizar un barrido completo por todos los procesos de una obra.

Se realizó una sobreposición de los planos de diseño en CAD 3D con el fin de mostrar la interacción de los mismos y los problemas que se presentan en este campo por la falta de comunicación entre los diseñadores e independencia entre ellos.

Durante el desarrollo de la investigación se generó una lista de chequeo que sirve como guía durante el diseño para identificar posibles incongruencias y problemas en esta etapa del proyecto (Anexo 2)

# 1. OBJETIVOS

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar un análisis de los problemas de constructabilidad en proyectos de edificación aplicados a la etapa de diseño e ingeniería.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los problemas típicos de constructabilidad en proyectos de edificación.
- Análisis de las causas asociadas a los problemas de constructabilidad considerando los conceptos que sobre el tema se han desarrollado en la industria de la construcción.
- Proponer recomendaciones de mejora a las prácticas correspondientes en las etapas de diseño e ingeniería.
- Revisar la interacción del diseño-construcción en una obra civil determinada utilizando una herramienta CAD 3D para poder establecer fallas por la falta de comunicación entre las partes, realizando una sobreposición de los diseños.
- Desarrollar una lista de chequeo que sirva como guía en la planificación y diseño de futuros proyectos.

## **2. LA CONSTRUCTABILIDAD EN PROYECTOS DE OBRA CIVIL**

### **2.1 ANTECEDENTES, DEFINICION, PRINCIPIOS Y CONCEPTOS DE CONSTRUCTABILIDAD**

#### **ANTECEDENTES**

La constructabilidad fue reconocida a nivel nacional en los Estados Unidos a mediados de los años setenta en el “Boletín de Construcción y Tecnología” y en “Constructabilidad – Sí funciona”, escritos por Proctor y Gamble en 1976 y 1977. Dos años después la NSF<sup>1</sup> junto con ASCE<sup>2</sup> iniciaron estudios sobre constructabilidad en diseños estructurales. En 1983, CICE<sup>3</sup> completó cerca de cuatro años de estudios sobre la manera de promover la calidad, productividad y eficiencia en los costos en la Industria de la Construcción, desde entonces el CII<sup>4</sup> de la Universidad de Texas en Austin, se preocupó por mantener una investigación en la búsqueda de nuevos métodos y técnicas gerenciales que mejoren la industria de la construcción. Adicionalmente, surgieron grupos que se preocuparon por promocionar los beneficios que se obtenían al implementar programas con constructabilidad. En 1990, el estado de Texas desarrolla “Highway Constructability Guide”, el estado de Washington, en 1991, publicó un reporte técnico titulado “Constructability Improvement of Highway Projects in Washington”, en donde revisaron y categorizaron cientos de cambios con el fin de identificar problemas de constructabilidad [ 1 ].

---

<sup>1</sup> National Science Foundation – Fundación Nacional de Ciencias.

<sup>2</sup> American Society of Civil Engineers – Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

<sup>3</sup> Business Roundtable’s Construction Industry Cost Effectiveness Project. Es una organización fundada en 1972, conformada por gerentes de las corporaciones que son líderes a nivel internacional que tienen un gran impacto en la industria de la construcción en los Estados Unidos.

<sup>4</sup> Construction Industry Institute – Instituto de la Industria de la Construcción.

## DEFINICION

La constructabilidad es definida por el CII como “La óptima utilización del conocimiento de la construcción, en cuanto a la planificación, diseño, procedimientos y operaciones en el campo para alcanzar los objetivos establecidos en el proyecto.” [ 2 ]

Por otro lado el CIRIA<sup>5</sup> definió constructabilidad en 1983 como la metodología que proporciona al diseño del edificio la facilidad de construcción, estando sujeto a todos los requerimientos necesarios para llevarla a cabo [ 3 ].

El propósito de la revisión de la constructabilidad es identificar los posibles errores en el diseño, así mismo como la selección de los materiales y las dimensiones de los elementos, identifica también las especificaciones ambiguas, características constructivas que sean difíciles de ejecutar y costosas por la complejidad de los diseños [ 4 ]. Dentro de las bondades que se encuentran en este nuevo estilo de trabajo se pueden enumerar: reducción en costos, reducción en tiempos, construcción con calidad, aumento en la seguridad, mejor control de los riesgos, pocos cambios, pocos reclamos, entre otros [ 5 ].

Beneficios identificados al aplicar la técnica de constructabilidad [ 6 ]:

1. La contribución del personal de la construcción en el diseño de los proyectos es significativa.
2. Las relaciones iterativas entre la construcción y el diseño, en varias fases del proyecto, conlleva beneficios tangibles en cuanto a ahorro de costos, tiempo y facilidad de construcción.
3. La racionalización del diseño, la estandarización y repetición de diseños detallados es esencial para alcanzar la constructabilidad.

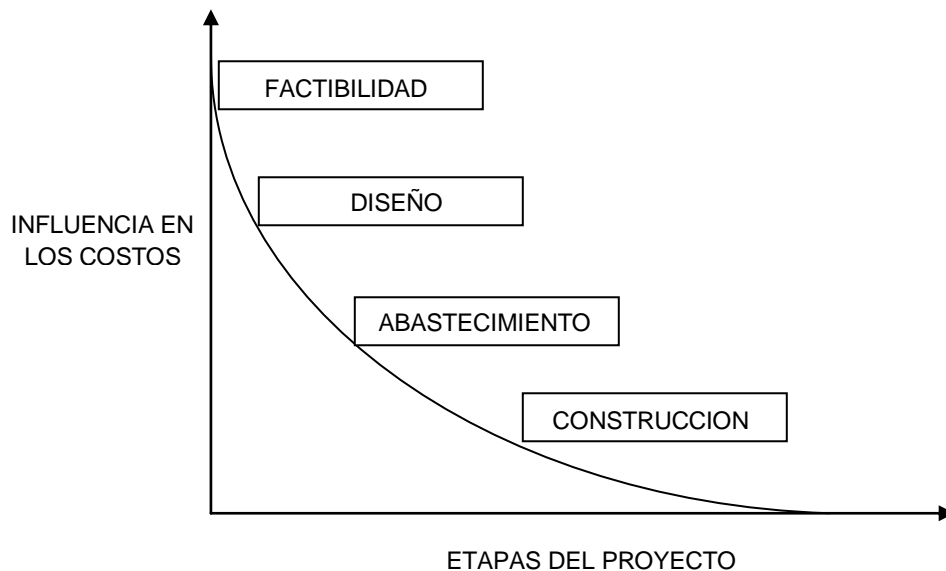
---

<sup>5</sup> Construction Industry Research and Information Association – Asociación para la investigación y la información de la Industria de la Construcción.



4. La consecución de la constructabilidad viene condicionada por factores técnicos tales como sistemas y/o técnicas de edificación, programas de rendimiento temporal, etc. en el proceso de construcción.
5. Hay muchos otros factores, sobre todo no técnicos, asociados a la gestión del proyecto de edificación (comunicación, calidad de gestión) que deben ser considerados para alcanzarlo.

En la figura 1 se presenta la interacción de la influencia de los costos de una edificación y las etapas de ejecución de un proyecto, en donde se observa la importancia que tiene la etapa de factibilidad en el valor de los costos.



**Figura 1. Influencia en el costo final sobre la vida del proyecto.  
(Tomada del Instituto de la Industria de la Construcción)**

La implementación de la constructabilidad permite que el diseño de una edificación facilite la construcción, teniendo en cuenta todos los requerimientos que este demande, también obtiene integración de la experiencia en construcción, planificación, ingeniería, procedimientos y operaciones de campo para lograr que los objetivos del proyecto se cumplan a pesar de las restricciones del medio,

finalmente, plantea un sistema integrado que logra maximizar los objetivos del proyecto en su realización. [ 7 ]

La constructabilidad debe realizarse para todos los proyectos de construcción independientemente del tamaño, lo que cambia es el alcance y la intensidad del estudio. Para proyectos cerca de los \$ 2 millones de dólares neocelandeses o menos, (cantidad que equivale a los 3.270 millones de pesos colombianos), se puede realizar un simple estudio de constructabilidad al inicio y en el 90% de la etapa del diseño. Para proyectos que están en el rango de los \$25 millones neocelandeses o menos, (equivale a 40.900 millones de pesos), la revisión de la constructabilidad se hace en el inicio y en el 30%, 60% y 90% de la etapa del diseño. Para proyectos superiores a los \$25 millones neocelandeses o menos, (equivale a 40.900 millones de pesos), el proceso de constructabilidad debe ser continuo durante toda la etapa de diseño. [ 7 ]

Consideramos que los valores de los rangos propuestos por el autor del párrafo anterior, son aplicables a proyectos de vivienda de la industria colombiana, ya que los proyectos que tienen valores de ese tipo, son proyectos de gran envergadura y ameritan iniciar con el proceso de constructabilidad desde la etapa del planeación y diseño.

## **BARRERAS QUE IMPIDEN UTILIZAR LA CONSTRUCTABILIDAD**

Dentro de las barreras para implementar la constructabilidad se encuentran [ 7 ]:

1. Complacencia con el estado actual.
2. Rechazo para invertir dinero adicional y esfuerzo en la etapa de planificación
3. Falta de experiencia en construcción por parte de la firma diseñadora.
4. Falta de mutuo respeto entre diseñadores y constructores.
5. Requisitos constructivos que no son tenidos en cuenta como valor.

## 6. Falta de comunicación entre diseñadores.

De estos factores los que más se presentan en nuestro medio son el primero, el segundo y el sexto, siendo los principales y con mayor ocurrencia los dos primeros. Existe la creencia que los diseños deben tener un valor económico reducido pues esto se compensa con la experiencia del ingeniero responsable de la obra, quien es el encargado de ir resolviendo los problemas que se vayan presentando durante la ejecución de la misma, sin considerar que muchos de los factores que ocasionan los retrasos y sobrecostos provienen de diseños deficientes que no fueron detectados a tiempo durante la etapa de planeación del proyecto.

## **CARACTERISTICAS DE LOS PROYECTOS QUE UTILIZAN CONSTRUCTABILIDAD**

El CII [ 1 ] nota que los proyectos que tienen énfasis en la constructabilidad tienen cuatro características en común:

1. Los gerentes de diseño y construcción están encargados de la efectividad de los costos de todo el proyecto. Ellos reconocen la influencia del alto costo por las decisiones que se toman tempranamente en el proyecto.
2. Los gerentes usan constructabilidad como una gran herramienta en la reunión de los objetivos del proyecto concernientes a la calidad, costo y programación.
3. Estos gerentes llevan la construcción con un abordaje temprano, es decir, utilizan personal experto que tiene suficiente conocimiento en como un proyecto es planeado y construido, más no en personas que están disponibles porque éstas personas están en otros trabajos.
4. Los diseñadores están receptivos a implementar constructabilidad para tener entradas libres y objetivas en sus diseños.

## **PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCTABILIDAD**

Durante las fases del ciclo de vida de un proyecto se pueden identificar doce principios que fueron desarrollados por el CII [ 8 ].

1. Integración. La constructabilidad debe ser parte integral del proyecto.
2. Conocimiento constructivo. El plan del proyecto debe contar con conocimiento y experiencia constructiva.
3. Equipo experto. El equipo debe ser experto y de composición apropiada para el proyecto.
4. Objetivos comunes. La constructabilidad aumenta cuando el equipo consigue el entendimiento del cliente y los objetivos del proyecto.
5. Recursos disponibles. La tecnología de la solución diseñada debe ser contrastada con los recursos disponibles.
6. Factores externos. Pueden afectar al costo y/o programación del proyecto.
7. Programa. El programa global del proyecto debe ser realista, sensible a la construcción y tener el compromiso del equipo del proyecto.
8. Métodos constructivos. El proyecto de diseño debe considerar el método constructivo a adoptar.
9. Accesible. La constructabilidad será mayor si se tiene en cuenta una construcción accesible en la fase de diseño y de construcción.
10. Especificaciones. Se aumenta la constructabilidad cuando se considera la eficiencia constructiva en su desarrollo.
11. Innovaciones constructivas. Su uso aumentará la constructabilidad.
12. Retroalimentación. Se aumenta la constructabilidad si el equipo realiza un análisis de post-construcción.

## **CONCEPTOS BASICOS DE CONSTRUCTABILIDAD**

Rosli Mohamad Zin [ 9 ] identificó 18 conceptos de constructabilidad que son aplicables durante la etapa de diseño:

1. Realizar una investigación completa del sitio.
2. Diseños que tengan mínimos tiempos de trabajo bajo tierra.
3. Diseños con montajes simples.
4. Fomentar la estandarización / repetición.
5. Implementar la modulación.
6. Análisis del acceso al sitio de trabajo.
7. Emplear herramientas de visualización CAD 3D para identificar interferencias.
8. Investigar cualquier tolerancia inesperada, irrealista o incompatible.
9. Investigar la secuencia de construcción más rápida.
10. Realizar un plan para evitar daños por operaciones mal realizadas.
11. Considerar bodegas de los materiales en el sitio de trabajo.
12. Investigar el impacto que tiene el diseño en la seguridad industrial durante la construcción.
13. Diseños que eviten continuas visitas de los diseñadores en la obra.
14. Diseños que tengan en cuenta las habilidades del personal y los recursos que están disponibles.
15. Considerar en los diseños materiales adecuados.
16. Suministrar diseños con información clara y detallada.
17. Diseños con rápidos módulos cerrados para que el personal pueda realizar labores sin verse afectado por el clima.
18. Considerar adversidades del clima en la selección del material o métodos constructivos.

## **2.2 APRECIACIONES SOBRE LA APLICACIÓN DE LA CONSTRUCTABILIDAD EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA**

La constructabilidad es una herramienta importante en la etapa de planeación, pues permite identificar falencias, detalles, procesos, almacenamientos de materiales, accesos a proyectos, entre otros, con antelación, de tal manera que se puedan corregir cuando se inicie la etapa de construcción. Es importante aplicar este concepto, en edificaciones de vivienda, ya que estos proyectos por lo general son de gran envergadura, pues se construyen cantidades importantes de viviendas, en los cuales si no se identifican los errores de diseño, se repetirán en los inmuebles y su corrección generará gastos adicionales.

Este tipo de proyectos se deben enfocar a una industria de producción en serie, en donde los diseños son la base más importante de producción, por lo tanto su corrección a tiempo, evitará que se cometan errores predecibles ya sean estructurales, arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, eléctricos, etc., que lleguen a afectar la calidad del inmueble.

En consultas virtuales, personales y académicas, la constructabilidad es un nuevo concepto que está naciendo en nuestro país, se han aplicado nuevas tendencias tales como Lean Construction, pero el tema que se está analizando en este documento, no ha logrado desarrollarse en el entorno de la industria de la construcción en Colombia. Por lo tanto es posible que aquí se encuentre una primera herramienta para empezar a desarrollar la constructabilidad en este país e iniciar con procesos que impliquen una planeación más detallada y enfocada a las necesidades que se tienen en la actualidad.

En sondeos con profesionales del gremio de la construcción de vivienda se encuentra una falta de conocimiento del tema, se evidencia la presencia repetitiva de los mismos problemas de diseño, pero las medidas que se toman son puntuales sin generar mayores diferencias para los proyectos posteriores, es decir, existe una complacencia total con el estado actual, sin mencionar que un mayor grado de detalle en los diseños representa un incremento en los valores de los mismos.

### **3. ANALISIS DE CONSTRUCTABILIDAD EN PROYECTOS CIVILES DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

De la información expuesta anteriormente se pueden obtener varios puntos importantes que soportan la aplicación de la constructabilidad en los proyectos de construcción de vivienda en Bucaramanga.

La presencia de barreras como la complacencia con el estado actual y el rechazo para invertir dinero adicional y esfuerzo en la etapa de planificación, que buscan que el ingeniero residente solucione todos los problemas que se presenten durante el desarrollo de la obra aún cuando sean situaciones que se pueden evitar desde el diseño.

Otro problema importante que se encuentra es la falta de comunicación entre los diseñadores que generalmente ocasiona interferencias entre las diferentes redes o la confluencia en la ubicación de los buitrones o la falta de ubicación de los mismos, pues como es de suponer existen redes que deben estar separadas ciertas distancias mínimas.

A pesar de lo anterior, el planteamiento de la aplicación de la constructabilidad garantiza la reducción de este tipo de errores y problemas durante la etapa de

construcción y aún más importante representa una menor inversión pues los cambios y los problemas se resuelven durante la etapa de diseño, con lo cual se disminuyen los retrasos y sobrecostos durante la construcción del proyecto.

A continuación se describe el procedimiento que se usó para el desarrollo del análisis de constructabilidad en proyectos de vivienda en Bucaramanga:

- Recopilación de información: La información recopilada se tomó de lecciones aprendidas de los proyectos de construcción de una empresa particular pero que son comunes para la mayoría de las empresas de construcción en Colombia y la aplicación del modelo se hizo sobre un proyecto específico de la misma empresa que no se menciona puntualmente por ser esta información de carácter confidencial.
- Clasificación de la información: La información obtenida fue separada en los errores producto de diseño (falta de aplicación de constructabilidad) y errores de calidad o construcción del producto.
- Elaboración de un modelo de lista de chequeo aplicable durante el periodo de diseño del proyecto.
- Validación de la lista de chequeo con un proyecto específico.
- Adicionalmente se generó un modelo en tres dimensiones del mismo proyecto usado para la validación de la lista de chequeo, teniendo en cuenta que es una de las recomendaciones establecidas durante la aplicación de la constructabilidad.

### **3.1 RECOPIACION DE LA INFORMACION**

Para la recolección de los hallazgos de problemas ocurridos en diferentes proyectos de una constructora en particular, fue necesario hacer una estructuración adecuada del procedimiento que se debe seguir para obtener dicha



información, la cual permitiera llegar a un contexto claro y preciso de la situación que se está viviendo en la actualidad.

Para ello fue necesario como primera medida hacer una lectura amplia y extensa del tema de constructabilidad, pasando por los postulados, conceptos y definiciones, con el fin de obtener un pensamiento crítico frente al tema, que ayude de manera objetiva a una clasificación de los hallazgos encontrados.

Después de realizar la lectura, se tuvieron en cuenta las posibles categorías que reunieran los errores encontrados y que para el presente documento se llamarán eventos, con el fin de hacer un sondeo en la empresa y poder organizarlos de una manera clara y precisa. Dichas categorías son: clasificación por planeación, clasificación por diseños, clasificación por calidad y clasificación por sistema constructivo.

A partir de las categorías establecidas, se hicieron reuniones con el comité de ingeniería, el cual se compone por los directores de obra, ingenieros residentes de obras y Directora de Ingeniería, en donde cada uno de los participantes aportó las diversas problemáticas que habían tenido en cada uno de sus proyectos. Adicionalmente se trabajó con la Jefe de Garantías, la cual proporcionó el informe semestral de las post-ventas que se han ejecutado en la compañía, de estas reuniones se obtuvo la lista general de los eventos.

Teniendo en cuenta la lista que se obtuvo anteriormente, se procede a una nueva clasificación basada según la constructabilidad y se eliminan las relacionadas con deficiencias en el proceso constructivo y sistema de calidad, la cual se reorganizó a partir de la WBS típica de la constructora.

En el Anexo 1, se puede observar la lista de todos los eventos que se encontraron durante esta investigación.

### 3.2 ANÁLISIS DE LECCIONES APRENDIDAS CLASIFICADAS A PARTIR DE UNA MATRIZ DE PRESUPUESTO WBS

Con el objeto de organizar la información obtenida de las lecciones aprendidas se determinó que la manera más práctica era usar una matriz de presupuesto como la que se utiliza en cualquier proyecto de construcción de vivienda y de apartamentos en nuestro medio y en general en el país, este modelo surgió de comparar varias estructuras de presupuesto, en general incluye todos los capítulos que se observaron, puede sufrir variaciones en su organización y numeración.

**Tabla 1. Matriz de Presupuesto**

<b>No</b>	<b>CAPITULO</b>
01	PRELIMINARES DE VIVIENDA
02	CIMENTACION
03	DESAGÜES SUBTERRANEOS
04	MAMPOSTERÍA
05	FRISOS
06	ESTRUCTURA
07	CUBIERTAS
08	CIELO RASOS
09	PISOS
10	ENCHAPES
11	INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS
12	INSTALACIONES ELECTRICAS
13	APARATOS SANITARIOS
14	CARPINTERIA DE MADERA
15	CARPINTERIA METALICA
16	APARATOS Y EQUIPOS DE VIVIENDA
17	CERRAJERIA
18	VIDRIOS Y ESPEJOS
19	PINTURA

**Tabla 1. Matriz de Presupuesto**

<b>No</b>	<b>CAPITULO</b>
20	VARIOS
21	GASTOS DE ADMINISTRACION
22	PRELIMINARES DE URBANISMO
23	OBRAS EXTERIORES
24	MOVIMIENTO DE TIERRA
25	ALCANTARILLADO
26	ACUEDUCTO
27	VIAS
28	REDES ELECTRICAS
29	PRADOS Y ARBOLES
30	SOTANOS

Con la estructura de presupuesto definida se procedió a organizar los eventos, dentro del capítulo correspondiente.

**Tabla 2. Distribución de eventos dentro del presupuesto**

<b>CAPITULO</b>	<b>EVENTO</b>
01. PRELIMINARES DE VIVIENDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las especificaciones técnicas definidas por arquitectura no coincidían con las autorizadas por la Gerencia.</li> </ul>
02. CIMENTACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se han presentado humedades de muros en ciertas viviendas, debido al cambio de niveles entre las terrazas y no se instaló filtros para el desagüe de las aguas lluvias.</li> </ul>
03. DESAGÜES SUBTERRANEOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debido al tipo de cimentación que se tenga en el proyecto, ésta interfiere con las cajas de desagües de la tubería sanitaria.</li> </ul>
04. MAMPOSTERÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>En los planos arquitectónicos ponen espesores de muros de diez (10) centímetros, pero dichos muros se construyen en mampostería H-10 y frisados, haciendo que se disminuya la medida del espacio construido.</li> <li>Los muros de las ventanas se dilatan debido al vano que se deja para su instalación.</li> <li>En el último piso, los muros se dilatan más fácil que en los otros pisos.</li> <li>Para poder instalar las cajas de los contadores de agua se ha tenido que hacer dicho muro en una mampostería de ancho superior al de los diseños arquitectónicos para poder</li> </ul>

**Tabla 2. Distribución de eventos dentro del presupuesto**

CAPITULO	EVENTO
	instalarlas.
06. ESTRUCTURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se hizo sobre posición de planos estructurales y arquitectónicos y los bordes de las placas no coincidían.</li> <li>• En los diseños estructurales no especificaban que las mallas de refuerzo de los muros en sistema outinord, deben llevar en su parte superior pelos sueltos y no la retícula característica de la malla (refuerzo transversal).</li> <li>• En ciertos proyectos se llevan unos remarcos en las fachadas los cuales los ingenieros calculistas no han tenido en cuenta, por lo tanto en obra se deben aumentar las áreas de las placas en estas zonas para poder construirlos.</li> <li>• En el momento de sobreponer las mallas estructurales en un plano arquitectónico, las dimensiones que tienen propuestas el diseñador no son las adecuadas, pues quedan en algunos casos más grandes que los espacios o más pequeños, por lo tanto se debe cambiar el pedido de mallas.</li> <li>• En la sobreposición de los planos estructurales y arquitectónicos la altura de entrepiso no era la misma.</li> <li>• No existen diseños estructurales para los puntos de anclajes de los andamios cuando se vayan a hacer trabajos en fachadas.</li> <li>• En el en sistema outinord, al momento de ingresar las mesas para iniciar con la armada de la estructura, con la parte inferior de éstas se parten los arranques de los tubos hidráulicos.</li> <li>• En donde se cruzan las tuberías hidráulicas, sanitarias y eléctricas como por ejemplo en la zona de los baños, ocurre un sobre espesor en el concreto de la placa que no estaba contemplado.</li> </ul>
07. CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar los sistemas de ventilación en las zonas en donde se instale cubierta en fibro – cemento para evitar la condensación.</li> </ul>
08. CIELO RASOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la zona de ropas al momento de instalar el cielo raso (para recubrir la tubería sanitaria existente), no se deja espacio para colgar la ropa.</li> </ul>
10. ENCHAPES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el sistema constructivo outinord, en la zona de los baños, en el momento de enchaparlos no coinciden las escuadras, por lo tanto se debe frisar internamente.</li> </ul>
11. INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balcones que no tienen desagües sanitarios.</li> <li>• En los baños sólo se han dejado desagües en la zona de la ducha.</li> <li>• La posición de la tubería hidráulica coincidía con la posición del closet, de tal manera que al momento de instalarlo la perforaba y se generan humedades.</li> </ul>

**Tabla 2. Distribución de eventos dentro del presupuesto**

CAPITULO	EVENTO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la zona de la cocina se hizo un buitrón para bajar la tubería sanitaria alterando la circulación normal que debe tener una cocina, esto se tuvo que demoler, pues no se podía ingresar una nevera.</li> <li>• En la zona de ropas existe una aglomeración de tubería sanitaria (bajantes) tales como los de la lavadora, lavadero, ventilación, adicionalmente, la tubería hidráulica y de gas. Este problema se solucionó haciendo un muro en mampostería de celda vertical.</li> <li>• Por lo general, los diseñadores no entregan desagües de cubiertas.</li> <li>• En la zona de la cocina se debe tener cuidado al ubicar las válvulas de gas, pues deben estar alejadas de la tubería eléctrica mínimo 30 cm.</li> <li>• En un proyecto el buitrón del gas no estaba contemplado en el diseño arquitectónico.</li> <li>• En un proyecto, todos los diseñadores ubicaron en un sitio específico (en el ojo de la torre) los montantes de las tuberías, produciendo una convergencia de tubos.</li> <li>• No se tuvo en cuenta en el diseño que en la cocina se debe dejar una rejilla de ventilación para el gas a 20 cm del piso, el único lugar disponible en donde se pudo instalar fue debajo del lavadero.</li> <li>• El sifón del balcón quedó retirado del buitrón, por lo tanto al momento de instalarlo, fue necesario colocar un tramo de tubería con una determinada pendiente, haciendo que ésta quedara por fuera del espesor de la placa.</li> <li>• Los codos de las acometidas hidráulicas están ubicados en donde se debe instalar el marco de la puerta principal, haciendo que éstos se partieran al momento de instalarlo.</li> <li>• La posición de la tubería hidráulica coincidía con la posición del cielo raso en los baños, de tal manera que al momento de instalarlo la perforaba.</li> </ul>
<p>12. INSTALACIONES ELECTRICAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El toma que se deja para la instalación de la campana extractora quedaba entre el borde del enchape que se deja sobre el mesón de la cocina y el muro en estuco.</li> <li>• Se han presentado fallas eléctricas debido a que no se utiliza soldadura en las uniones de la tubería permitiendo el paso del agua en el momento de las fundidas.</li> <li>• La modulación de la carpintería de madera debe ser de tal manera que contemple la ubicación de la estufa y del horno con los aparatos eléctricos y no afecte el RETIE y las normas de los proveedores de gas.</li> <li>• Mal funcionamiento de las tapas de comunicaciones, pues no</li> </ul>

**Tabla 2. Distribución de eventos dentro del presupuesto**

<b>CAPITULO</b>	<b>EVENTO</b>
	se pueden cerrar.
13. APARATOS SANITARIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En las especificaciones de arquitectura, las incrustaciones no vienen con la unidad para colocar el shampo.</li> <li>• Las especificaciones de los aparatos sanitarios no son comerciales generando problemas al momento de hacer una reposición.</li> </ul>
14. CARPINTERIA DE MADERA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debido a que las puertas se instalan de piso a techo, en el momento de abrirlas o cerrarlas, se golpeaban con los bombillos en la zona de los baños.</li> <li>• Los closets que se instalan deben ser de corredera pues cuando son de puertas batientes cortan la circulación en las habitaciones.</li> </ul>
15. CARPINTERIA METALICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la puerta ventana del balcón, es necesario hacer un dintel para que ayude a nivelar el vano de la puerta ventana y sea más fácil su instalación.</li> <li>• En los baños en donde se instala ventana, no se deja el vano por debajo del nivel del cielo raso, haciendo que éste interfiera.</li> <li>• En la instalación de las puertas metálicas, los pines coinciden con el hueco de la mampostería haciendo que la puerta no quede bien instalada.</li> </ul>
16. APARATOS Y EQUIPOS DE VIVIENDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En algunos diseños estructurales, el sobre recorrido del ascensor que ellos tienen en cuenta no es el mismo que necesita el proveedor para instalarlo.</li> </ul>
23. OBRAS EXTERIORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haciendo el análisis del movimiento de tierra, se pudo observar que era necesario construir unos muros de contención que no estaban contemplados en el presupuesto inicial.</li> </ul>

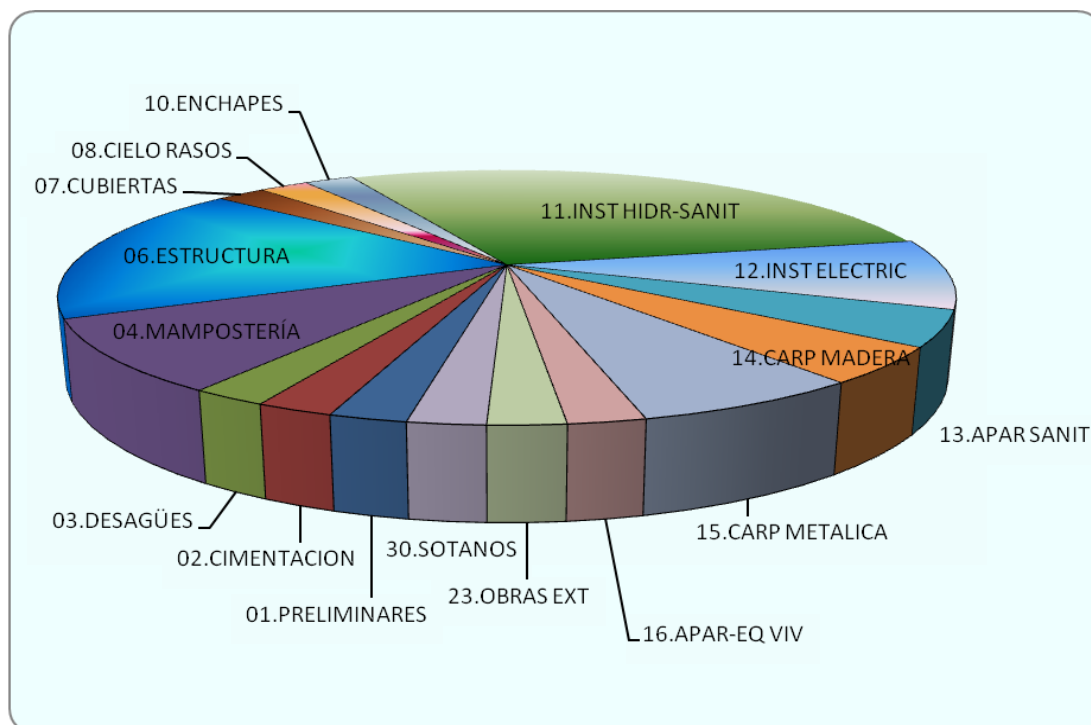
De la agrupación de eventos de la Tabla 2, se puede obtener la cantidad y porcentaje de incidencia de estos dentro de cada capítulo del presupuesto (Ver Tabla 3), siendo el capítulo con mayor porcentaje de incidencia de eventos el relacionado con las instalaciones hidráulicas y sanitarias, seguido de la estructura.

**Tabla 3. Cantidad de eventos en matriz de presupuesto**

<b>No</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>No EVENTOS</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
01	PRELIMINARES DE VIVIENDA	1	2,27%
02	CIMENTACION	1	2,27%
03	DESAGÜES SUBTERRANEOS	1	2,27%

**Tabla 3. Cantidad de eventos en matriz de presupuesto**

No	CAPITULO	No EVENTOS	% INCIDENCIA
04	MAMPOSTERÍA	4	9,09%
06	ESTRUCTURA	8	18,18%
07	CUBIERTAS	1	2,27%
08	CIELO RASOS	1	2,27%
10	ENCHAPES	1	2,27%
11	INST. HIDRAULICAS Y SANITARIAS	13	29,55%
12	INSTALACIONES ELECTRICAS	4	9,09%
13	APARATOS SANITARIOS	2	4,55%
14	CARPINTERIA DE MADERA	2	4,55%
15	CARPINTERIA METALICA	3	6,82%
16	APARATOS Y EQUIPOS DE VIVIENDA	1	2,27%
23	OBRAS EXTERIORES	1	2,27%
	<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100,00%</b>



**Figura 2. Distribución y porcentaje de eventos**

Adicional a lo anterior y organizando de mayor a menor el porcentaje de incidencia relativa de los eventos de los capítulos de presupuesto, podemos obtener el porcentaje acumulado de incidencia de los eventos; y teniendo en cuenta el porcentaje acumulado de incidencia de cada capítulo dentro del presupuesto de la obra, se pueden determinar los capítulos que tienen los eventos más representativos.

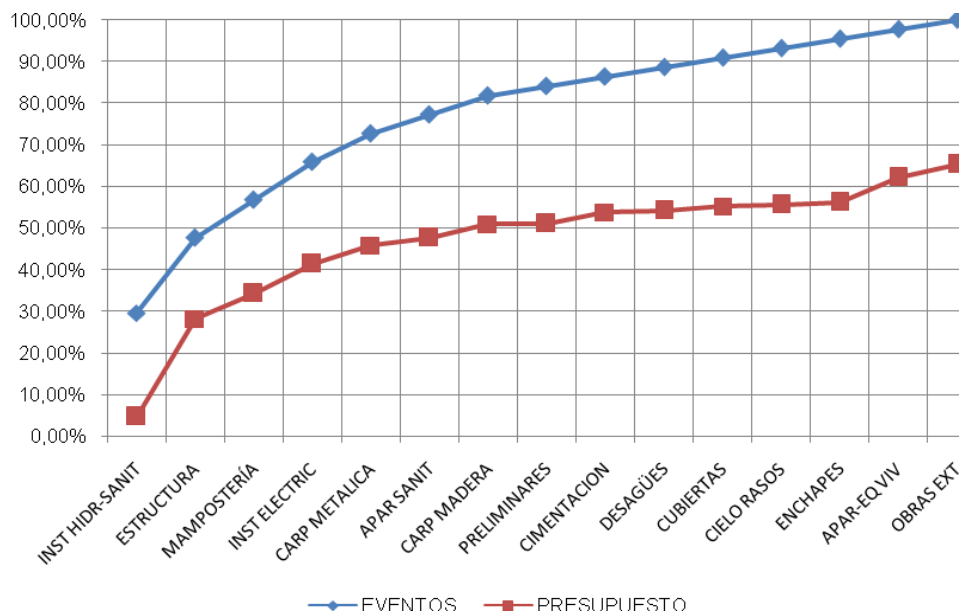
**Tabla 4. Porcentaje de eventos y presupuesto por capítulo**

<b>CAPITULO</b>	<b>% EVENTOS RELATIVO</b>	<b>% PRESUP. RELATIVO</b>	<b>% EVENTOS ACUMULADO</b>	<b>% PRESUPU. ACUMULADO</b>
INST HIDR-SANIT	29,55%	4,67%	29,55%	4,67%
ESTRUCTURA	18,18%	23,51%	47,73%	28,18%
MAMPOSTERÍA	9,09%	6,09%	56,82%	34,27%
INST ELECTRIC	9,09%	7,20%	65,91%	41,47%
CARP METALICA	6,82%	4,40%	72,73%	45,87%
APAR SANIT	4,55%	1,74%	77,27%	47,61%
CARP MADERA	4,55%	3,37%	81,82%	50,98%
PRELIMINARES	2,27%	0,04%	84,09%	51,02%
CIMENTACION	2,27%	2,77%	86,36%	53,79%
DESAGÜES	2,27%	0,39%	88,64%	54,18%
CUBIERTAS	2,27%	1,04%	90,91%	55,22%
CIELO RASOS	2,27%	0,42%	93,18%	55,64%
ENCHAPES	2,27%	0,60%	95,45%	56,24%
APAR-EQ VIV	2,27%	5,88%	97,73%	62,12%
OBRAS EXT	2,27%	3,13%	100,00%	65,25%

De la Tabla 4 y la Figura 3, se puede observar que si se presentan más del 80% de los eventos (hasta el capítulo de carpintería de madera), se puede estar afectando el 50% del presupuesto de la obra, esto no quiere decir que se va a presentar un sobre costo del 50% del valor del presupuesto, lo que indica es que se pueden generar retrasos y problemas que sobrecosteen estas actividades por no tener en cuenta las recomendaciones dentro del proceso de diseño que establece la constructabilidad.



También es importante evidenciar que los capítulos con mayor porcentaje de incidencia son las instalaciones hidráulicas y sanitarias, y la estructura; el primero ocasionado por la falta de exigencia a los diseñadores de entregar los trabajos en 3 dimensiones y el segundo es el capítulo de mayor incidencia presupuestal durante el desarrollo de un proyecto.



**Figura 3. Porcentaje de eventos y presupuesto por capítulo**

### 3.3 ANALISIS Y APLICACION DE CONCEPTOS DE CONSTRUCTABILIDAD

Teniendo en cuenta los 18 conceptos de constructabilidad que son aplicables durante la etapa de diseño, se analizaron teniendo en cuenta los eventos que se encontraron.

Rosli Mohamad Zin [ 9 ], identificó 18 conceptos de constructabilidad que son aplicables durante la etapa de diseño:

1. Realizar una investigación completa del sitio.

Generalmente no se realiza un estudio detallado del lote, ni se hace un estudio del diseño arquitectónico y urbanístico del proyecto, con lo cual se dejan muchos detalles al azar que retrasan el movimiento de tierra o generan mayores costos durante el mismo. Adicional a lo anterior no se revisan factores como disponibilidades de servicios públicos y redes, permisos especiales de trabajo, entre otros.

2. Diseños que tengan mínimos tiempos de trabajo bajo tierra.

El trabajo bajo tierra genera factores adicionales a tener en cuenta como son los riesgos para el personal que desarrolla la actividad, entibar excavaciones y considerar la normativa sobre trabajo en excavaciones.

3. Diseños con montajes simples.

Los diseños demasiado elaborados ocasionan tiempos adicionales dentro del personal mientras se entiende la información de lo que se desea construir, un diseño demasiado elaborado representa tiempos muertos durante la construcción de la obra y reprocesos por no ser totalmente claros y dejar algunos detalles constructivos para que sean ejecutados durante el desarrollo de la actividad, se deben tener en cuenta los requerimientos de equipos y formaleta, ajustados a una programación adecuada de los mismos.

4. Fomentar la estandarización / repetición.

Una estandarización y repetición de los procesos genera destreza en el personal y por ende un aumento en el rendimiento de las actividades pues al ser desarrolladas por primera vez, se observan los detalles y secuencias

que evitan reprocesos, para no seguir ejecutándolas en las siguientes oportunidades, además se debe tener en cuenta la posibilidad de repetición en las instalaciones hidráulicas, sanitarias y en el armado de los diferentes elementos estructurales.

5. Implementar la modulación.

Al igual que el numeral anterior, al modular un proyecto, se pueden priorizar actividades, estandarizar procesos, secuencias, equipos y formaletas que garanticen un mayor rendimiento y un mejor desarrollo del proyecto.

6. Análisis del acceso al sitio de trabajo.

Este análisis es importante para garantizar un suministro continuo de materiales e insumos, o por el contrario para organizar un plan de suministro y horarios de acuerdo a las condiciones del acceso, también permite establecer los tipos de vehículos que pueden ingresar; un acceso organizado permite evitar problemas con la comunidad y zonas afectadas por el desarrollo del proyecto, organizar los patios de descargue del material y tener en cuenta desde antes de iniciar la obra la ubicación y distribución de los diferentes campamentos y materiales, y su variación durante la construcción de la obra.

7. Emplear herramientas de visualización CAD 3D para identificar interferencias.

El uso de herramientas 3D durante la etapa de diseño, visualiza el proyecto antes de ser construido y permite observar detalles antes de la construcción, garantizando la toma de medidas preventivas y correctivas a un menor costo y en un menor tiempo durante la etapa de planeación y diseño.

Es recomendable exigir a los diferentes diseñadores la entrega de los mismos en tres dimensiones ya que se quiere crear la cultura en el medio pues esta medida facilita la interacción entre ellos.

8. Investigar cualquier tolerancia inesperada, irrealista o incompatible.

Dentro del análisis que se debe hacer en la etapa de planeación, es importante tener en cuenta variables con porcentajes de ocurrencia mínimos e incluso inesperados, tener un plan de contingencia por si llegan a ocurrir dichos eventos, como por ejemplo una inundación en los alrededores del proyecto, que impidan el paso de los materiales, para esta situación es necesario tener establecidas vías alternas y métodos de abastecimiento de los materiales.

9. Investigar la secuencia de construcción más rápida.

Combinado con la modulación y la estandarización, una secuencia constructiva rápida permite disminuir los tiempos de obra, desarrollar planes de contingencia e identificar posibles pérdidas de rendimiento.

10. Realizar un plan para evitar daños por operaciones mal realizadas.

Es de gran importancia tener al personal en una permanente capacitación de la manera en que deben ejecutar sus labores, ya sean operacionales y administrativas, con el fin de tener una alta competencia que ayude a generar labores con poca accidentalidad y siempre mejorando la calidad del producto que se quiere entregar al cliente. Un personal capacitado puede generar un considerable valor agregado puesto que su pensamiento siempre estará dirigido a hacer las cosas con excelencia. Adicionalmente es necesario revisar todas las variables que se puedan generar por negligencia del personal, pero a su vez se deben buscar estrategias que minimicen dicha posibilidad.

11. Considerar bodegas de los materiales en el sitio de trabajo.

La ubicación de las bodegas de los materiales, se debe hacer de manera estratégica, es decir, cerca de los respectivos sitios de trabajo, puesto que de esta manera se garantiza el no pago de actividades adicionales por traslado y acarreo de los insumos de cada actividad, generando mayores índices de productividad en los diversos frentes de trabajo.

12. Investigar el impacto que tiene el diseño en la seguridad industrial durante la construcción.

En el momento de iniciar con los respectivos diseños del proyecto, se deben tener en cuenta las variables que competen a la seguridad industrial, como por ejemplo tener en cuenta los ganchos de anclajes de las líneas de vida de los trabajadores con el diseño estructural, entregar diseños de barandas para evitar caídas al vacío, dispositivos especiales para proteger los fosos de los ascensores, etc. El no tener en cuenta los sistemas de seguridad industrial establecidos en los diseños, puede generar un impacto negativo puesto que en el momento de estar ejecutando las labores sería necesario tomar las medidas de seguridad como algo adicional y no como un rubro en el presupuesto que se hubiera tenido en cuenta desde el momento de la planeación de la obra.

13. Diseños que eviten continuas visitas de los diseñadores en la obra.

Entre más sencillos sean los diseños de los diversos proyectos, más fácil será su comprensión e interpretación, evitando de esta manera permanentes visitas de los diseñadores. Adicionalmente al tener estructuras elementales, los tiempos de ejecución se vuelven mucho más rápido, generando una curva de aprendizaje en el personal.

14. Diseños que tengan en cuenta las habilidades del personal y los recursos que están disponibles.

En el momento de la planeación de un proyecto, es necesario dejar en claro con los diseñadores la manera en que se quiera manejar el proyecto en cuanto a tiempos, plazos, método constructivo, de tal manera que se tengan en cuenta las habilidades del personal, como por ejemplo si es necesario hacer una estructura metálica que requiera una soldadura especial, esté disponible en la ciudad la persona que pueda desarrollar dicha labor.

En algunos casos los diseñadores tienen en cuenta materiales que no se consiguen fácilmente en el mercado, generando problemas en la logística de la adquisición de los mismos, produciendo retrasos en las actividades y difícil reparación en caso de daño, puesto que no se consiguen los repuestos en la ciudad.

15. Considerar en los diseños materiales adecuados.

En los diseños que se establecen para cada proyecto, se debe tener en cuenta la oferta y la demanda de ciertos materiales que están en el mercado y que son apetecidos por los clientes, con el fin de garantizar ventas del proyecto y otorgar satisfacción a los mismos de la manera más acertada. Por ejemplo si en las encuestas que se hacen de satisfacción al cliente manifiestan que los muros divisorios deben ser en mampostería y friso, no sería recomendable utilizar un elemento no estructural que hiciera dicha labor como lo es el dry-wall.

16. Suministrar diseños con información clara y detallada.

Al momento de recibir los diseños, es recomendable revisarlos uno a uno, hacer sobre posición de los mismos, revisar que esté consignada la

información necesaria para elaborar el proyecto. Un buen ejercicio es imaginarse cómo va a ser construido y que elementos necesita para hacerlo, indagar y analizar todas las alternativas posibles de ejecución y confrontarlas con los detalles de los diseños.

17. Diseños con rápidos módulos cerrados para que el personal pueda realizar labores sin verse afectado por el clima.

Los diseños se deben prestar de tal manera que ayuden a la rápida ejecución de placas si se trata de un edificio, con el objetivo de tener un plan de contingencia cuando el clima presente condiciones adversas y el personal pueda seguir con sus labores sin que se vea afectado por este fenómeno natural, entre otros.

18. Considerar adversidades del clima en la selección del material o métodos constructivos

Para el normal desarrollo de un proyecto, se debe tener muy en claro todas las alternativas de retraso ya sea por material o por métodos constructivos que se puedan presentar debido a las adversidades del clima, por ejemplo si se está construyendo un proyecto en una zona rural con alto porcentaje de lluvia, en donde las condiciones de acceso son limitadas debido a las condiciones de la carretera, es necesario investigar si cerca a la zona del proyecto, se puede conseguir los materiales necesarios para el desarrollo de la obra.

### **3.4 APLICACION DE HERRAMIENTA CAD 3D**

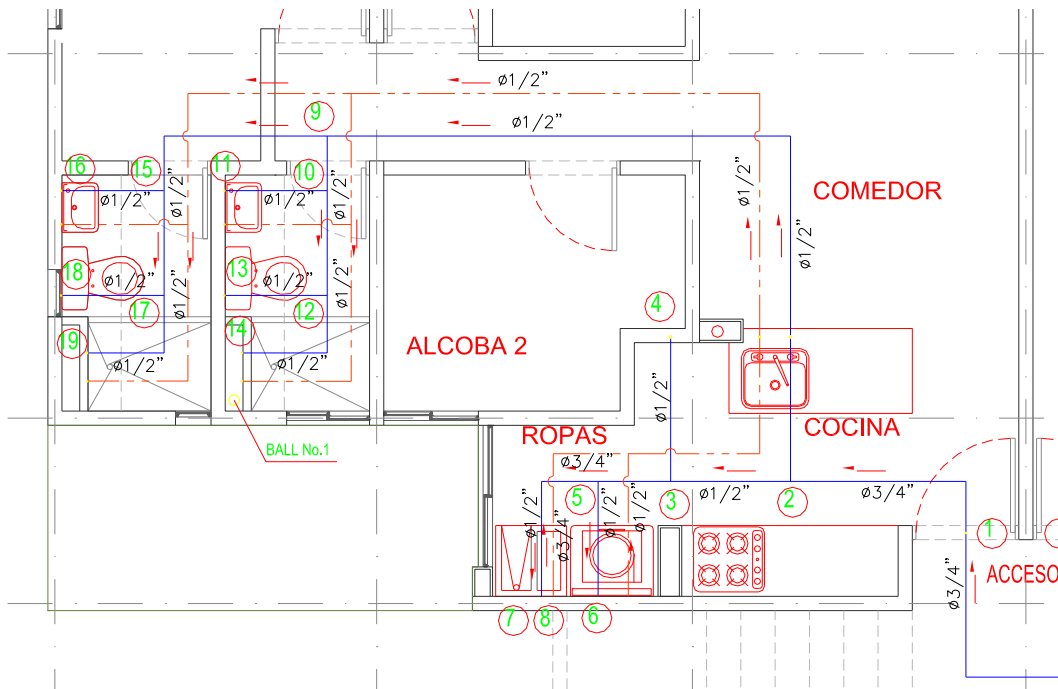
Teniendo en cuenta los conceptos básicos de la constructabilidad expuestos por Rosli Mohamad Zin [ 9 ], entre ellos la aplicación de herramientas de visualización CAD 3D para identificar interferencias, el interés adicional que existe en la

empresa por el uso de nuevas tecnologías orientadas en ese sentido, y teniendo en cuenta que una de las principales falencias que se encuentra en los diseños de ingeniería en los proyectos de vivienda es que se desarrollan generalmente en 2 dimensiones y sin un mayor grado de detalle, pues se considera que el ingeniero debe desarrollar esa ingeniería de detalle durante la construcción de la obra o cuando el contratista realiza el despiece de los materiales para realizar la actividad respectiva, se procedió a utilizar la información disponible de los diseños de un proyecto que se encuentra en desarrollo para generar un modelo en tres dimensiones.

Actualmente los diseños arquitectónicos y estructurales cuentan con cierto grado de desarrollo en la aplicación de herramientas de diseño 3D con diferentes software como Autocad, Archicad y SAP; pero los diseños hidráulicos, sanitarios y eléctricos entre otros generalmente son desarrollados sobre la planta arquitectónica en dos dimensiones, y allí es donde radica parte de los problemas, pues en dos dimensiones no se puede visualizar el volumen de las diferentes redes y como puede interferir con los demás diseños.

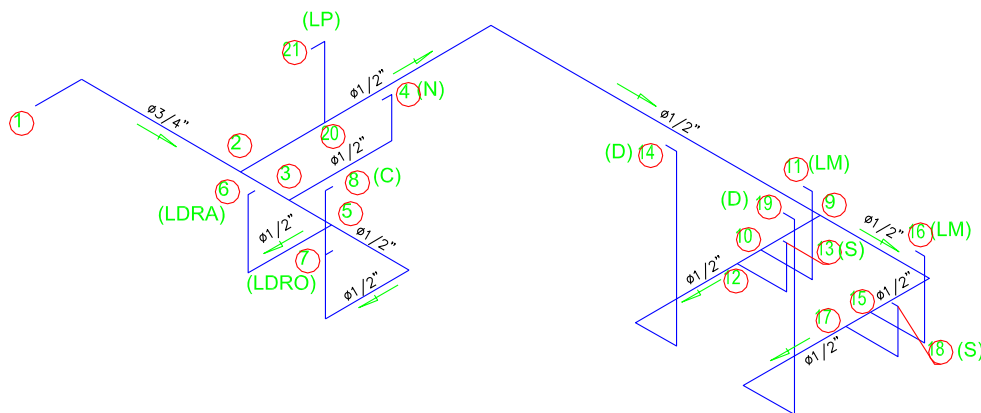
Para evidenciar lo anterior, en la figura 4 se puede observar un diseño hidráulico tipo, donde solo se presenta el diámetro, sentido y recorrido que deben seguir las tuberías de agua fría y agua caliente, pero no se muestra la ubicación, ni cantidad de ningún accesorio, tampoco se observa ningún corte o detalle sobre la instalación de la tubería en la placa. En algunos casos se entregan cuadros de cantidades de tubería y accesorios, pero el alcance en la entrega de estos diseños generalmente es limitado.





**Figura 4. Planta diseño hidráulico tipo**

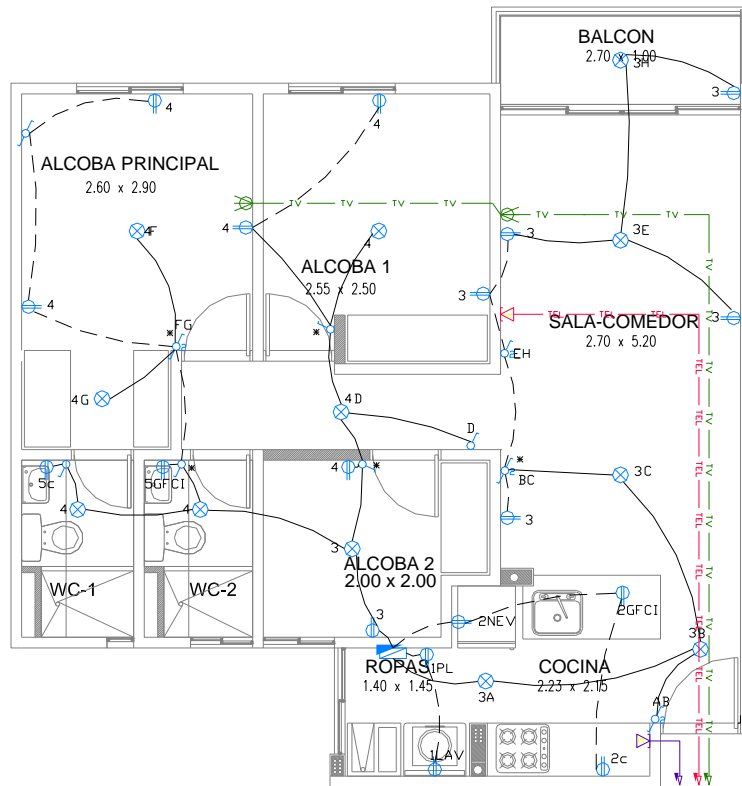
En la figura 5 se puede observar la respectiva isométrica entregada con el diseño en planta, igual que en la planta solo se observan diámetros, sentido del flujo, recorrido de la tubería y adicionalmente la altura hasta la cual debe llegar, pero no se aprecian accesorios, volúmenes de tuberías ni interacción con las demás redes.



**Figura 5. Isométrica diseño red de agua fría**

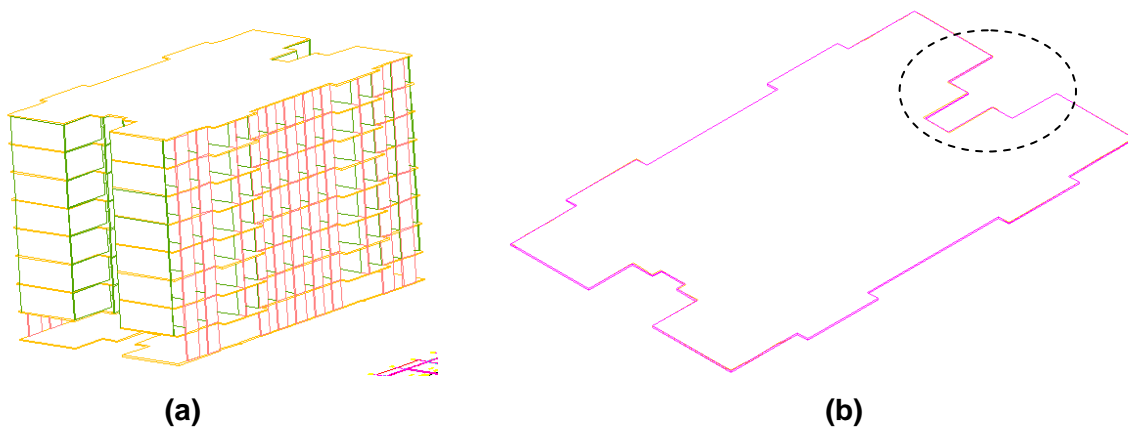
Finalmente en la figura 6 se aprecia el diseño eléctrico tipo para el mismo apartamento, estos planos son un poco más detallados en cuanto a la cantidad de tuberías, diámetros y número de cables, tipo de aparatos y equipos a utilizar, pero no presentan ningún tipo de manejo en tres dimensiones ni de volúmenes, no se considera la posible interferencia con las demás redes, la ubicación mostrada de la tubería en algunos casos es esquemática y puede presentar variaciones significativas durante la construcción de la obra; la definición de la instalación de las tuberías en las placas o muros se realiza en la obra una vez se va a construir.

Tomando los planos de diseño mostrados en las figuras 4, 5 y 6, se consolidaron parcialmente los diseños arquitectónicos, estructurales, hidráulicos y sanitarios, se convirtieron los elementos lineales en dos dimensiones a superficies y volúmenes en 3D, este proceso que aparentemente podría llegar a ser sencillo usando las herramientas de Autocad 3d, en la práctica resultó bastante difícil construir el modelo en tres dimensiones pues se requiere de un manejo avanzado del software y también que el diseñador o la persona que esta realizando el modelo idealice el proyecto en tres dimensiones, para poder generar un resultado adecuado y evitar que la solución al problema resulte peor que el problema en sí, es decir, se deben conocer las opciones de visualización del software para que durante la construcción del modelo digital no se confundan las redes que se están ubicando y finalmente con el resultado obtenido se puedan llegar a visualizar las interferencias.

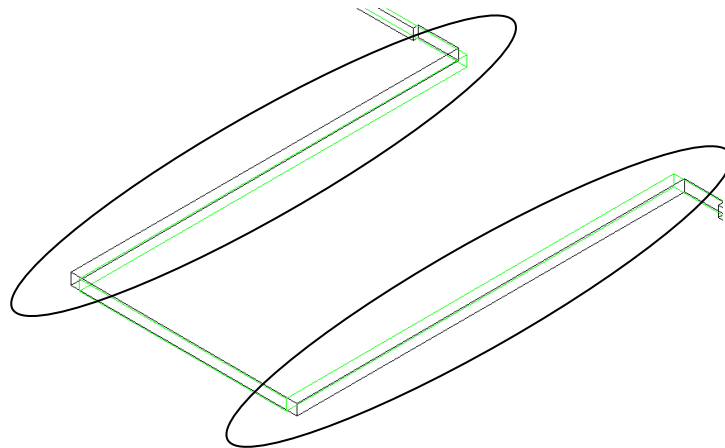


**Figura 6. Planta de diseño eléctrico tipo**

En la Figura 7(a) se puede observar el modelo renderizado que se obtuvo al sobreponer los diseños arquitectónicos y estructurales, y en la Figura 7(b) la sobreposición de la placa tipo de estos 2 diseños, al realizar un acercamiento a los bordes se pueden observar diferencias entre las dos plantas (Ver Figura 8)



**Figura 7. Modelo 3D del diseño arquitectónico y estructural**

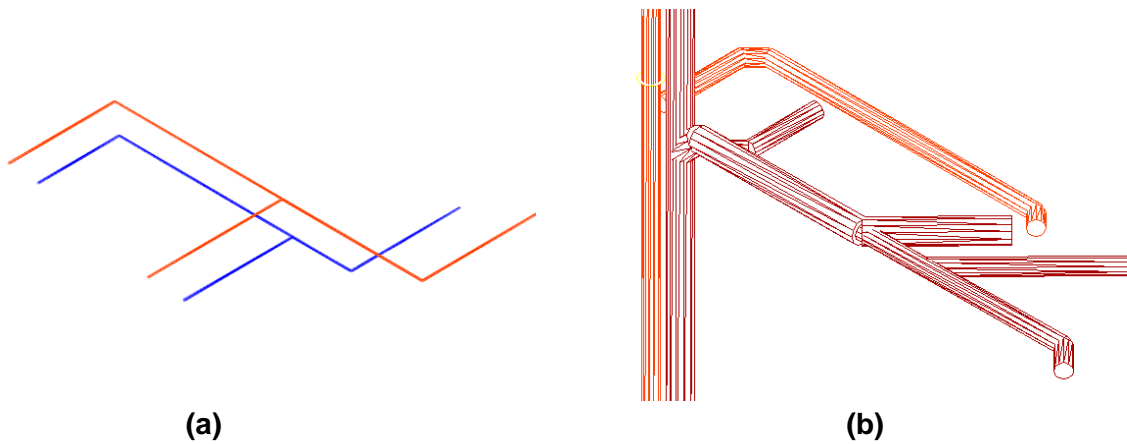


**Figura 8. Diferencias entre placas tipo**  
**(En verde la planta estructural y en negro la planta arquitectónica)**

Dentro de los problemas que se encontraron, el primero se presentó al realizar la sobreposición de la malla superior e inferior que muestra el diseño estructural en la planta arquitectónica se observó que algunas de las mallas planteadas en el diseño estructural tienen dimensiones mayores a las placas del diseño arquitectónico, lo que indica una falta de revisión o validación de estos detalles por parte del diseñador estructural.

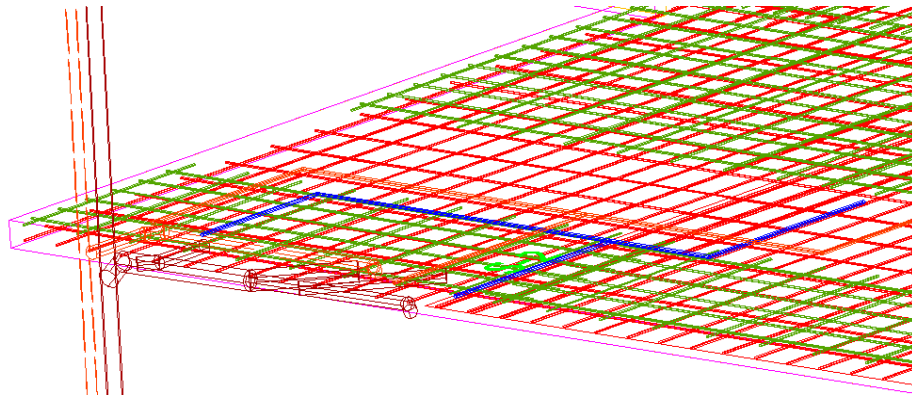
Continuando con la elaboración del modelo digital en 3D, se determinó como punto crítico de las redes, la zona de baños de uno de los apartamentos, para lo cual se tomó la placa arquitectónica (espesor 10 cm) y se localizaron las mallas inferiores y superiores y la tubería hidráulica de agua fría (diámetro 1/2") y agua caliente (diámetro 1/2"), las cuales se ubicaron en medio de las mallas.

En la figura 9 (a) se observa el modelo de la red hidráulica del baño, la línea en color azul corresponde a la red de agua fría y la naranja a la red de agua caliente; en la figura 9(b) la representación de la red sanitaria (en color morado) y de ventilación (en color rojo).

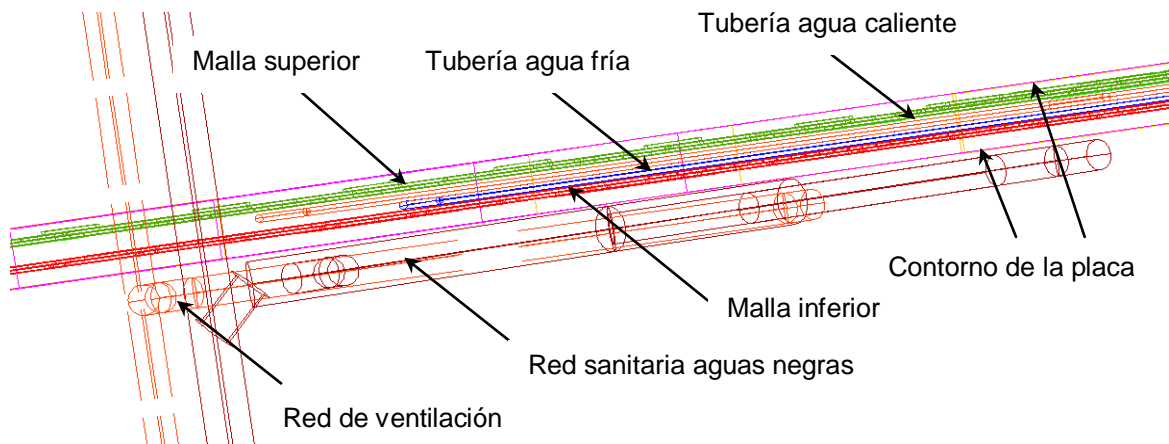


**Figura 9. Modelo red hidráulica y sanitaria y ventilación**

En las figuras 10 y 11 se puede observar la malla inferior de color rojo, la malla superior en color verde, la tubería de agua fría en color azul, la tubería de agua caliente en color naranja y las redes sanitarias en color morado (descolgadas de la placa), cabe aclarar que durante la realización de este modelo la visualización de las redes y elementos es bastante compleja como se observa en las figuras.



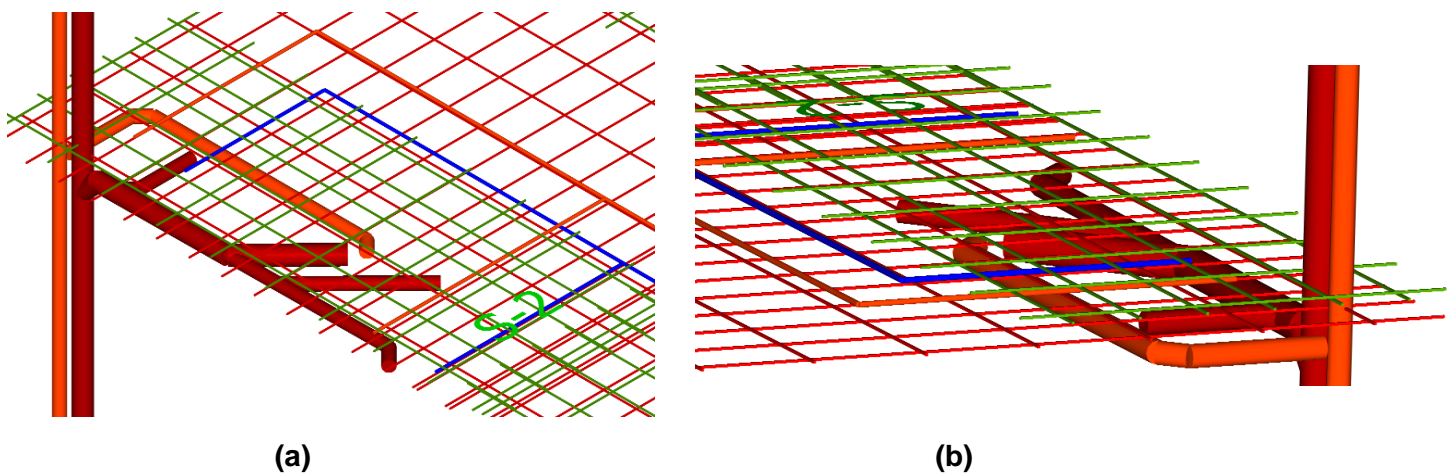
**Figura 10. Modelo 3D de la zona de baños**



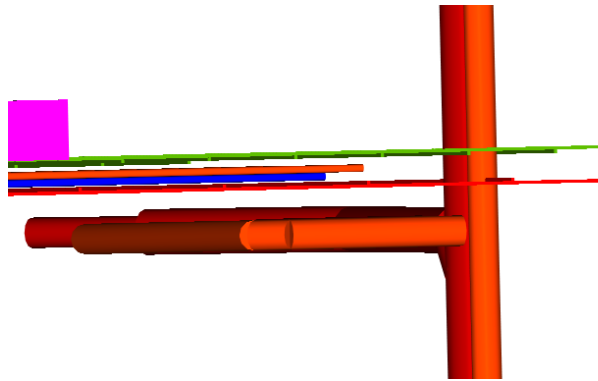
**Figura 11. Vista lateral de la ubicación de las redes en la zona de baños**

En la figura 12(a) y (b) se muestran diferentes visualizaciones del modelo terminado para la zona de baños, pero es solo internamente al realizar variaciones y acercamientos en la visualización del modelo donde se puede observar realmente la funcionalidad de este ejercicio en 3D.

Al generar la vista lateral de las redes en la zona de baños (Ver figura 13) se aprecia que la distribución y separación planteada en este modelo son adecuadas y permiten establecer un corte con las distancias necesarias para evitar que las redes se crucen entre sí.



**Figura 12. Visualización del modelo terminado**



**Figura 13. Vista lateral de las redes del baño**

Este tipo de modelos permite hacer revisiones adicionales de los diseños, y considerar detalles constructivos, para este caso particular se puede observar que al ser las redes sanitarias descolgadas de la placa se debe instalar algún tipo de cielo raso para ocultar las redes sanitarias en el apartamento de abajo o contemplar la construcción de un realce en la zona del baño para el manejo de estas tuberías.

### **3.5 DESARROLLO DE LISTA DE CHEQUEO PARA APLICACIÓN DE CONSTRUCTABILIDAD EN LA ETAPA DE DISEÑO**

En el momento de iniciar un proyecto de construcción, se deben tener en cuenta las posibles variables que se puedan presentar durante la ejecución, por lo tanto la etapa de planeación es una de las más importantes para contrarrestar las situaciones críticas y poder reaccionar de manera coherente buscando el óptimo desarrollo de la obra.

A partir de la teoría de constructabilidad se realizó una lista de chequeo (Anexo 2), basada en los puntos determinantes que se deben tener claramente definidos en la planeación y en los diseños. Para que esta herramienta se pueda aprovechar de una manera correcta se deben seguir los pasos que a continuación se van a enunciar:

1. Verificar la disponibilidad de los servicios públicos tales como agua, luz y alcantarillado, con el fin de determinar los puntos estratégicos de conexión para el buen funcionamiento del proyecto.
2. A partir del estudio de suelos, verificar las cotas del proyecto y revisarlas con respecto a las reales que se encuentran en el lote, verificar si es necesario realizar muros de contención en las zonas de altos cambios de nivel.
3. Verificar que las especificaciones técnicas del proyecto cumplen con los requisitos de Gerencia y con lo que se le está ofreciendo a los clientes.
4. Cuando se tengan los diseños del proyecto tales como estructurales, arquitectónicos, hidrosanitarios, gas y eléctricos, verificar su constructabilidad y funcionalidad a partir de la interacción de todos ellos.
5. Verificar que los acabados no interfieran con los diseños anteriormente nombrados, y que exista una armonía en el desarrollo de ellos. Es necesario verificar el tipo de acabados, referencias y disponibilidad de despacho.
6. En cada capítulo de la lista de chequeo, la cual está distribuida a partir de una WBS típica de una constructora, verificar que los porcentajes de admisión que están especificados estén por encima de lo establecido; de lo contrario se deben realizar medidas correctivas a los ítems que estén afectando hasta lograr la aceptación.



Teniendo en cuenta los criterios de la empresa en estudio, se establecieron unos porcentajes de aceptación en la lista de chequeo, los cuales se obtuvieron a partir del análisis que se le hizo a cada uno de los ítems enumerados, en donde se definía si era obligatoria su utilización o no, ya que el porcentaje se basa en la sumatoria de las respuestas afirmativas.

El correcto desarrollo de la lista de chequeo ayuda a manejar ciertos criterios de constructabilidad en un proyecto y mejore las condiciones de los diseños en la etapa de planeación. En el Anexo 3 se desarrollo la lista de chequeo a una obra en particular.

#### 4. RECOMENDACIONES

- Iniciar la etapa de planeación de un proyecto con suficiente tiempo de antelación, con el fin de verificar diseños, acabados, especificaciones técnicas, disponibilidad de servicios, entre otros.
- Es necesario hacer reuniones periódicas con los diseñadores del proyecto, con el fin de consolidarlo en su totalidad, adicionalmente todos participan de los cambios que se realicen y dan sus opiniones al respecto. Es muy importante que el equipo de diseño tenga en cuenta el proceso constructivo con el fin de optimizar los recursos y garantizar desde el diseño el cumplimiento de todas las normas para el tipo de proyecto a desarrollar, por ejemplo, RETIE, NSR-2010, NTC para instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas.
- Es importante realizar un estudio de suelos que sea representativo para los intereses del proyecto, es costumbre realizar sondeos y apiques que arrojan resultados parciales de los perfiles de suelo, que al momento de realizar los movimientos de tierra ocasiona una mayor inversión, obras adicionales de protección de taludes o de reemplazo de suelos, o mayores profundidades de cimentación.
- Al momento de realizar cambios en los diseños arquitectónicos de un proyecto se debe evidenciar un seguimiento a la distribución de las nuevas versiones de los planos a los diseñadores para evitar diferencias en los diseños y redes, adicional a lo anterior.
- Al terminar la etapa de planeación del proyecto, se encuentren completamente elaborados los diseños, al igual que las especificaciones técnicas y estudios de suelos.

- Mejorar la constructabilidad en una empresa, es garantizar la buena imagen de la misma, pues esto ayuda a entregar con calidad, mejorando costos que se ven reflejados en los precios de ventas y en la reducción de los costos de post-ventas.
- Es importante trabajar en que los acabados del proyecto sean comerciales y de fácil adquisición, con el fin de garantizar material para posibles post-ventas.
- Los diseñadores deben entregar sus respectivos trabajos en tres dimensiones y definir unos protocolos de entrega de diseños para poder consolidar de una manera rápida los diferentes trabajos, entre ellos, tener estandarizado el manejo de las diferentes capas, usar el mismo tipo de archivos (por ejemplo, extensión \*.dwg).
- Realizar la interacción de los diseños en 3D con el fin de observar el comportamiento real y no en planta como se maneja actualmente.
- Ajustar de acuerdo al proyecto los porcentajes de aceptación de la lista de chequeo presentada en este documento según los criterios de la respectiva empresa.
- En este documento se analizó la implementación de la constructabilidad en una empresa del sector privado, pero se recomienda analizar la aplicación dentro de los proyectos del sector público.

## 5. CONCLUSIONES

- La mitad del costo del proyecto está expuesto a sobrecosto por el alto volumen de actividades que generan eventos que no son contemplados en la etapa de diseño y planeación, esto no quiere decir que la mitad del presupuesto está perdido sino que aplicando los modelos de constructabilidad durante el diseño se pueden prevenir sobrecostos puntuales en esas actividades.
- Se hace necesario establecer una metodología para cuantificar el costo directo de los eventos que se presentan, con el fin de poder determinar con exactitud la afectación que pueda llegar a generarse en los costos de un proyecto y así poder completar el estudio que se ha llevado a cabo.
- Las instalaciones hidráulicas tienen poca incidencia en el presupuesto pero son las que presentan un porcentaje considerable en los eventos presentados durante la investigación, razón por la cual se debe prestar mucha atención en esta parte del diseño, para no evitar mayores sobrecostos en este capítulo.
- Es necesario generar un cambio de mentalidad sobre los alcances y modelos de diseño actuales, tanto por parte de los propietarios de los proyectos como de los diseñadores; en los primeros garantizando la disponibilidad de recursos para garantizar mayores grados de detalle e ingeniería en los diseños y en los segundos elevando los estándares de calidad, dando mayor importancia a los procesos constructivos e interrelación de todos los diseños. También es necesario desarrollar mejores modelos de visualización de los proyectos, implementando el uso de herramientas CAD 3D.

- Para el desarrollo de diseños y proyectos en 3D, es necesario un alto nivel de conocimiento de la disponibilidad de software en el mercado y del manejo adecuado de los resultados que se esperan del mismo.
- Así no se implemente un modelo de constructabilidad para el diseño de un proyecto si es muy importante generar una conciencia de los principios y conceptos básicos de este método dentro del personal involucrado para garantizar una mejora en los resultados, básicamente es garantizar un buen proyecto desde que se diseña y contemplar todas las posibles variables que se puedan presentar en la construcción.
- De acuerdo al valor del proyecto es necesario realizar seguimientos periódicos tanto en la etapa de diseño como en la construcción.
- La lista de chequeo que se entrega como anexo a este documento es una guía para la aplicación de la constructabilidad, pero debe ser revisada y adecuada a las necesidades de cada proyecto.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [ 1 ] WRIGHT, Edward D. y OBrien-Kreitzberg Assoc Inc. Constructability Guide. 1984. 1-2 p.
- [ 2 ] Construction Industry Institute (CII).Constructability: A Primer. Publication 3-1 (July). Austin, Texas, 1986.
- [ 3 ] CIRIA. Buildability An Assesment. Special Publication 26. CIRIA Publications. Londres. 1983.
- [ 4 ] AACE International: AACE International Recommended Practice No. 30R-03, Implementing Project Constructability, 20 de mayo de 2009, 1 p.
- [ 5 ] GIBSON,G.E., C.I. McGinnis, W.S. Flanigan, y J.E. Wood, Constructability in the Public Sector, J. of Constr. Engr. And Mngt. ASCE, 122 (3), New York, NY: 274-280, 1996.
- [ 6 ] HON, S.L., GAIRNS, D.A. & WILSON, O.D., Buildability: a review of research and practice. Australian Institute of Building Papers, 39 (3), 1988.
- [ 7 ] IPENZ: PRACTICE NOTE, Constructability, abril de 2008, 2-3 p.
- [ 8 ] McGOERGE, D. & PALMER, A., Construction Management New directions. Ed. Blackbell Scienck. Londres. 1997.
- [ 9 ] ROSLI MOHAMAD ZIN, Constructability Improvement of Project Design, Dept of Civil Engineering, 2004, UTM PhD, Tesis.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AASHTO SUBCOMMITTEE ON CONSTRUCTION, Constructability Review Best Practices Guide, August 2000.
- • GIMENEZ PALAVICINI, Zulay y SUAREZ ISEA, Carlos, Diagnóstico de la gestión de la construcción e implementación de la constructabilidad en empresas de obras civiles, Revista Ingeniería de Construcción, Vol 23, Abril de 2008.
- • LANGKEMPER, Jeroen, AL-JIBOURI, Saad y REYMEN, Isabelle, A design process model for implementing constructability in construction, University of Twente, Department of Construction Process Management.
- • LUNA AMAYA, Carmenza, Ingeniería Simultánea Un enfoque para reducir los tiempos de entrega, mejorar la calidad y disminuir los costos, Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte, 1999.
- • ORIHUELA Pablo y ORIHUELA Jorge, Constructabilidad en pequeños proyectos inmobiliarios, Motiva S.A.
- • RUBY, David, Award Winning Constructability, Lansing Community Collage. Structure Magazine, 2006.
- • STAUB-FRENCH, Cerril, Providing Cost and COConstructability Feedback to Designers, Construction Research Congreso, 2003.
- • THABET, Walid, Design/Construction Integration thru Virtual Construction for Improved Constructability, Virginia Tech.

## **ANEXO NO. 1. LISTA GENERAL DE LOS EVENTOS EN LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS**

### Planeación:

- En la instalación de las puertas metálicas, los pines coinciden con el hueco de la mampostería haciendo que la puerta no quede bien instalada, es necesario la utilización de taquetes de madera para esta función.
- Se han presentado humedades de muros en ciertas viviendas, debido al cambio de niveles entre las terrazas y no se instaló filtros para el desagüe de las aguas lluvias.
- Haciendo el análisis del movimiento de tierra, se pudo observar que era necesario construir unos muros de contención que no estaban contemplados en el presupuesto inicial.
- En un proyecto no se tenía alcantarillado sanitario cerca que pudiera recoger las aguas negras de la obra, lo que implicó realizar un pozo séptico.
- Las especificaciones técnicas definidas por arquitectura no coincidían con las autorizadas por la Gerencia.

### Diseño:

- Balcones que no tienen desagües sanitarios.
- En los baños sólo se han dejado desagües en la zona de la ducha.
- Se hizo sobre posición de planos estructurales y arquitectónicos y los bordes de las placas no coincidían.
- En los diseños estructurales no especificaban que las mallas de refuerzo de los muros en sistema outinord, deben llevar en su parte superior pelos sueltos y no la retícula característica de la malla (refuerzo transversal).
- La posición de la tubería hidráulica coincidía con la posición del closet, de tal manera que al momento de instalarlo la perforaba y se generan humedades.
- En ciertos proyectos se llevan unos remarcos en las fachadas los cuales los ingenieros calculistas no han tenido en cuenta, por lo tanto en obra se deben aumentar las áreas de las placas en estas zonas para poder construirlos.
- En la zona de la cocina se hizo un buitrón para bajar la tubería sanitaria alterando la circulación normal que debe tener una cocina, esto se tuvo que demoler, pues no se podía ingresar una nevera.
- En la zona de ropas existe una aglomeración de tubería sanitaria (bajantes) tales como los de la lavadora, lavadero, ventilación, adicionalmente, la



tubería hidráulica y de gas. Este problema se solucionó haciendo un muro en mampostería de celda vertical.

- Debido a que las puertas se instalan de piso a techo, en el momento de abrirlas o cerrarlas, se golpeaban con los bombillos en la zona de los baños.
- Por lo general, los diseñadores no entregan desagües de cubiertas.
- Debido al tipo de cimentación que se tenga en el proyecto, ésta interfiere con las cajas de desagües de la tubería sanitaria.
- En algunos diseños estructurales, el sobre recorrido del ascensor que ellos tienen en cuenta no es el mismo que necesita el proveedor para instalarlo.
- En el momento de sobreponer las mallas estructurales en un plano arquitectónico, las dimensiones que tienen propuestas el diseñador no son las adecuadas, pues quedan en algunos casos más grandes que los espacios o más pequeños, por lo tanto se debe cambiar el pedido de mallas.
- En la zona de la cocina se debe tener cuidado al ubicar las válvulas de gas, pues deben estar alejadas de la tubería eléctrica mínimo 30 cm.
- En los planos arquitectónicos ponen espesores de muros de diez (10) centímetros, pero dichos muros se construyen en mampostería H-10 y frisados, haciendo que se disminuya la medida del espacio construido.
- En un proyecto el buitrón del gas no estaba contemplado en el diseño arquitectónico.
- En la sobre posición de los planos estructurales y arquitectónicos la altura de entepiso no era la misma.
- Para poder instalar las cajas de los contadores de agua se ha tenido que hacer dicho muro en una mampostería de ancho superior al de los diseños arquitectónicos para poder instalarlas.
- En un proyecto, todos los diseñadores ubicaron en un sitio específico (en el ojo de la torre) los montantes de las tuberías, produciendo una convergencia de tubos.
- En la zona de ropas al momento de instalar el cielo raso (para recubrir la tubería sanitaria existente), no se deja espacio para colgar la ropa.
- En los baños en donde se instala ventana, no se deja el vano por debajo del nivel del cielo raso, haciendo que éste interfiera.
- No se tuvo en cuenta en el diseño que en la cocina se debe dejar una rejilla de ventilación para el gas a 20 cm del piso, el único lugar disponible en donde se pudo instalar fue debajo del lavadero.
- En donde se cruzan las tuberías hidráulicas, sanitarias y eléctricas como por ejemplo en la zona de los baños, ocurre un sobre espesor en el concreto de la placa que no estaba contemplado.
- El sifón del balcón quedó retirado del buitrón, por lo tanto al momento de instalarlo, fue necesario colocar un tramo de tubería con una determinada pendiente, haciendo que ésta quedara por fuera del espesor de la placa.

- Los codos de las acometidas hidráulicas están ubicados en donde se debe instalar el marco de la puerta principal, haciendo que éstos se partieran al momento de instalarlo.
- El toma que se deja para la instalación de la campana extractora quedaba entre el borde el enchape que se deja sobre el mesón de la cocina y el muro en estuco.
- Se han presentado fallas eléctricas debido a que no se utiliza soldadura en las uniones de la tubería permitiendo el paso del agua en el momento de las fundidas.
- Verificar los sistemas de ventilación en las zonas en donde se instale cubierta en fibro – cemento para evitar la condensación.
- La posición de la tubería hidráulica coincidía con la posición del cielo raso en los baños, de tal manera que al momento de instalarlo la perforaba.
- En las especificaciones de arquitectura, las incrustaciones no vienen con la unidad para colocar el shampoo.
- Las especificaciones de los aparatos sanitarios no son comerciales generando problemas al momento de hacer una reposición.
- Los closets que se instalan deben ser de corredera pues cuando son de puertas batientes cortan la circulación en las habitaciones.
- La modulación de la carpintería de madera debe ser de tal manera que contemple la ubicación de la estufa y del horno con los aparatos eléctricos y no afecte el RETIE y las normas de los proveedores de gas.
- No existen diseños estructurales para los puntos de anclajes de los andamios cuando se vayan a hacer trabajos en fachadas.

#### Calidad:

- Fisuras en muros debido a que no se marca la dilatación en los pegues de mampostería y concreto.
- Fallas en el sistema de citofonía debido a que el proveedor entregó una consola fabricada por ellos mismos.
- Humedades en placas de terrazas, debido a la incorrecta aplicación de los productos que se utilizan para este fin.
- Desmanches en los muros y las placas por humedades que se presentan.
- Falta de brecha en pisos y enchapes debido a que no se hizo el correcto procedimiento para el brechado como por ejemplo la limpieza en dichas zonas y la utilización de materiales adecuados.
- Fuga de agua por la grifería del lavaplatos, esto se resolvió aplicando silicona en los empaques del mezclador.
- Filtración de agua por las ventanas debido a que los cuatro lados no tienen el sello de silicona y el respectivo embone debajo de la alfagía.
- Pisos y enchapes sueltos debido a la calidad del producto de pega.

- Fisura entre muro y carpintería de madera debido a que los embones que se hacen entre el pegue de estos dos materiales se hizo en estuco y no en mezcla o alfalisto.
- Mancha en los mesones de mármol y granito debido a la utilización de elementos aceitosos, abrasivos y ácidos en el momento de limpiarlos.
- Sanitarios sueltos y con filtración en la base.
- Fuga de agua en los sanitarios debido a los arbolitos de los baños dañados.
- Pozo de agua en las placas de cubiertas puesto que no se tiene un adecuado desnivel en el mortero.
- Filtración de agua por las divisiones de los baños puesto que falta la aplicación de silicona en el pegue del vidrio con el enchape.
- Filtración de agua por el salpicadero de los mesones debido a que no se tiene el pegue totalmente sellado con mastic.
- Fisura entre el muro y el encoroce de la teja debido que no se encuentra marcada la dilatación respectiva.
- Humedades en el dry-wall debido a que no se emboquilla de manera correcta las rejillas, se cortan los soscos de las mismas y no se embona correctamente los sanitarios.
- Polilla en machimbre, esto se solucionó aplicando inmunizantes de madera que mataran el huevo del animal.
- Vidrios rayados debido a la utilización de espátulas metálicas y bisturíes en el aseo de los mismos.
- Incrustaciones sueltas debido a que se instalaban con un solo tornillo y adicionalmente se pegaban con silicona en las zonas en donde va estuco, este producto funciona sobre enchape.
- Tuberías de gas oxidadas debido a la falta de pintura anticorrosiva y recubrimiento en concreto.
- Mal funcionamiento de las tapas de comunicaciones, pues no se pueden cerrar.

#### Sistema constructivo:

- En el sistema constructivo outinord, en la zona de los baños, en el momento de enchaparlos no coinciden las escuadras, por lo tanto se debe frisar internamente.
- Los muros de las ventanas se dilatan debido al vano que se deja para su instalación.
- En la puerta ventana del balcón, es necesario hacer un dintel para que ayude a nivelar el vano de la puerta ventana y sea más fácil su instalación.
- En el último piso, los muros se dilatan más fácil que en los otros pisos.
- En el sistema outinord, al momento de ingresar las mesas para iniciar con la armada de la estructura, con la parte inferior de éstas se parten los arranques de los tubos hidráulicos.

## ANEXO 2. LISTA DE CHEQUEO DE ACTIVIDADES QUE INVOLUCRA CONSTRUCTABILIDAD

<b>PLANEACION (ESTUDIOS Y DISEÑOS)</b> LISTA DE CHEQUEO	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿El acceso a la obra no interrumpe las actividades de la obra a lo largo del proyecto?			
¿Las bodegas no interfieren con el desarrollo de actividades de la obra?			
¿Las actas de vecindad está elaboradas antes de iniciar el movimiento de tierra?			
¿Los camiones y tracto mulas tienen fácil acceso al proyecto?			
¿Se tiene una lista de referencia de materiales de acabados del modelo?			
¿La programación muestra una secuencia lógica de la ejecución de las actividades?			
¿Los tiempos que están previstos en la programación se ajustan a los que se realizan normalmente?			
¿La ubicación de los materiales de patio está cerca de las zonas de trabajo?			
¿Se tienen todos los permisos correspondientes tales como licencia de construcción, norma urbanística y disponibilidad de servicios antes de iniciar con las labores?			
¿El casino tiene la capacidad necesaria para albergar a todos los trabajadores?			
¿El casino cuenta con desagües y punto hidráulicos con el fin de mantener sanidad en las comidas?			
¿El personal, despacho de material y equipos, puede ingresar al proyecto sin ninguna restricción de espacio?			
¿En el plano del levantamiento topográfico el proyecto se ajusta a los espacios sin problemas?			
¿Dentro de la programación inicial, se tienen la entrega de servicios públicos antes del inicio de las entregas de inmuebles?			
¿Es necesario en el proyecto instalar protección para los vecinos y transeúntes?			
¿Se cuenta con los permisos correspondientes al lineamiento ambiental?			

**PLANEACION (ESTUDIOS Y DISEÑOS)**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿Se tiene programado el lugar o lugares de la compensación de árboles?			
Si los árboles a compensar están ubicados dentro de los proyectos, ¿las raíces no afectan con la estabilidad de los andenes y vías?			
¿Es necesario el uso de elementos explosivos para el manejo de rocas?			
¿Existen materiales que se puedan reciclar?			
¿El manejo de los escombros se va a hacer por medio de ductos con canecas?			
¿Dentro de los árboles que se encuentran en el terreno hay algunos que se puedan emplear como madera?			
¿Pueden existir problemas de erosión debido a drenajes existentes?			
¿La circulación en la cocina se cumple a pesar de tener buitrones de desagües y elementos que la puedan obstruir?			
¿A pesar de tener cielo raso en la zona de ropas, queda espacio suficiente para que se pueda colgar la ropa?			
¿La zona en donde se cuelga la ropa queda alejada del calentador?			
¿Los espesores de los muros en los planos arquitectónicos son los mismos que se obtienen al hacer la mampostería con el friso?			
¿Existen en los planos arquitectónicos todos los buitrones necesarios para la instalación de las tuberías?			
¿Las especificaciones técnicas emitidas por arquitectura (acabados) son las mismas que se le entregan al cliente?			

$$\sum \text{SI} / 29$$

Aceptación (debe ser mayor al 85%)

**MOVIMIENTO DE TIERRA**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		50%
	SI	NO	N.A.
¿Al hacer el respectivo análisis del movimiento de tierra se tienen muros de contención en el proyecto?			
¿Las terrazas del proyecto permiten un buen desempeño de las pendientes en las vías?			

## MOVIMIENTO DE TIERRA

### LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		50%
	SI	NO	N.A.
¿En los cortes de tierra, se tiene el concepto emitido por un especialista sobre el tipo de talud a establecer?			
¿Es necesario traer tierra para realizar los rellenos pues no sirve la que está en el terreno?			

$\Sigma$  SI / 4 \_\_\_\_\_

Aceptación (debe ser mayor al 50%) \_\_\_\_\_

## ESTRUCTURA

### LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		90%
	SI	NO	N.A.
¿En los diseños estructurales el perímetro de las placas coincide con el perímetro de los diseños arquitectónicos?			
¿La altura de entrepiso en los diseños estructurales es la misma que en los diseños arquitectónicos?			
¿En el pedido de las mallas de los muros estructurales en sistema outinord, se tuvo en cuenta que la longitud de los pelos superiores de las mallas deben quedar libres para que exista una fácil instalación de las mallas de las placas?			
¿Existe algún mecanismo para la elaboración de los re-marcos de las fachadas como por ejemplo alargamiento de las placas?			
¿Es necesario dejar pases en la cimentación para el paso de tubería sanitaria?			
¿El sobre recorrido del ascensor cumple con las especificaciones del proveedor?			
¿Las dimensiones de las mallas coinciden con la planta de los planos arquitectónicos?			
¿Las dimensiones de las mallas son inferiores a las que el proveedor puede producir?			
¿El patio de los banches permite el óptimo trabajo y el menor acarreo de éstos a la zona de la torre-grúa?			
¿Las dimensiones de las bases de la torre-grúa son las que el proveedor requiere y tiene un aval del diseñador estructural?			
¿La ubicación de la torre-grúa permite el óptimo anclaje a la estructura en el momento de la construcción?			

**ESTRUCTURA**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		90%
	SI	NO	N.A.
¿La modulación de los banches y mesas está hecha antes de iniciar la construcción de la estructura?			
¿Se tiene previsto materiales y procesos constructivos para evitar las fisuras en el último piso de los edificios?			
¿Se tienen los diseños de los anclajes de las cubiertas para los andamios de las labores de terminación en las fachadas y líneas de vida del personal?			
¿Los apoyos (patas) de las mesas (sistema outinord) no coinciden con los arranques de los tubos hidráulicos?			
¿Se ha contemplado el sobre espesor de concreto que ocurre en los baños por la convergencia de todos los tipos de tubería?			
¿Se cuenta con los suficientes puntos de anclaje en la estructura para las personas que están en el proceso de fundida?			
¿Los traslapos de las mallas y de los hierros corresponden a los exigidos por la Norma?			
¿Se tiene definida claramente la secuencia constructiva?			
¿Los tableros de la formaleta de las mesas en sistema outinord están atornillados?			
¿La formaleta de los banches se encuentra sin abolladuras y en óptimas condiciones?			
¿El nivel de la placa de cimentación de la torre-grúa se encuentra de tal manera que no vaya a interferir a futuro con los acabados en dicha zona?			
¿Se puede estandarizar la construcción de unidades de vivienda?			
¿La propuesta del tipo de cimentación hecha por el Ing. Estructural corresponde a la del ingeniero Geotecnista?			

$\Sigma$  SI / 24 \_\_\_\_\_

Aceptación (debe ser mayor al 90%) \_\_\_\_\_

**INST. HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿El área de los balcones tiene desagüe cerca del buitrón?			
¿Existe el debido desagüe en los baños tanto en la zona del lavamanos como en la ducha?			

**INST. HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿Las redes hidráulicas están diseñadas de tal manera que no se encuentren con la carpintería en madera como por ejemplo marcos de puertas, closet, mueble debajo del lavadero, etc.?			
¿La cubierta de las torres o viviendas tiene suficientes desagües?			
¿Las cajas de desagües subterráneos están ubicadas de tal manera que no interfiere con la cimentación?			
¿Las montantes de los diversos diseños están claramente definidas y no se traslapan entre si?			
¿Es necesario instalar filtros para evitar humedades en los muros?			
¿Las redes hidráulicas y sanitarias se encuentran con el cielo raso, de tal manera que en el momento de la instalación pueda llegar a afectarlas?			
¿Existe red de alcantarillado en donde se pueda conectar la red sanitaria de la obra?			
¿Es necesario realizar pozos sépticos para la conexión de los sanitarios de la obra?			
¿Se tienen identificados los sitios de conexión del alcantarillado tanto sanitario como pluvial?			
¿Existen desagües provisionales para evacuar el agua lluvia durante la construcción del proyecto?			
¿Se tienen los certificados de calidad de los materiales críticos tales como tubería hidráulica, sanitaria, hierro y mallas?			
¿Los diámetros de las tuberías sanitarias y de alcantarillado son comerciales?			
¿Existen accesorios especiales para la red de acueducto que sean necesarios pedirlos con antelación?			
¿Las rejillas de los desagües de piso quedan totalmente libres de cualquier objeto?			
¿Las válvulas del gas están alejadas de la tubería eléctrica según lo requerido por las entidades proveedoras de gas?			
¿La tubería de gas cumple con la separación de la tubería eléctrica lo exigido por la norma de cada proveedor de gas?			



**INST. HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿En los diseños se especifican que las rejillas de ventilación de gas, están ubicadas de tal manera que no interfieran con elementos de acabados y permitan la correcta circulación de aire?			
¿Las válvulas de gas no están ubicadas cerca del módulo de empotrar?			
¿El calentador está ubicado cerca de una ventilación natural?			

 $\Sigma$  SI / 21 \_\_\_\_\_

Aceptación (debe ser mayor al 85%) \_\_\_\_\_

**INSTALACIONES DE ELECTRICAS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		100%
	SI	NO	N.A.
¿Las puertas están diseñadas de tal manera que no golpean con los bombillos al momento de abrirlas y cerrarlas?			
¿Las tomas eléctricas no interfieren con la instalación y funcionamiento de las puertas?			
En los proyectos en donde se instalan dos hiladas de enchape sobre el mesón de la cocina, ¿Las tomas eléctricas no interfieren con la instalación del enchape?			
¿Dentro de las especificaciones del proceso de instalación de la tubería eléctrica se cuenta con soldadura para garantizar la unión entre ellas y evitar humedades dentro de los tubos en el momento de las fundidas?			
¿Las ubicaciones de las tomas eléctricas corresponden a la modulación de los muebles con que fueron diseñados?			
¿Las tapas de comunicaciones de los puntos fijos funcionan correctamente (abrir y cerrar)?			

 $\Sigma$  SI / 6 \_\_\_\_\_

Aceptación (debe ser el 100%) \_\_\_\_\_

**MAMPOSTERIA Y FRISO**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		100%
	SI	NO	N.A.
¿Se tiene contemplado hacer un muro en mampostería de celda vertical para el desagüe de la tubería de la zona de ropas?			
¿Se contemplo friso en las zonas de los enchapes?			

**MAMPOSTERIA Y FRISO**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		100%
	SI	NO	N.A.
¿Se contempló el refuerzo (rams) en los vanos de las ventanas para evitar la dilatación en estas zonas?			
¿Se contempló desde el presupuesto el friso en las culatas que son en concreto?			

$$\sum SI / 4$$

Aceptación (debe ser el 100%) \_\_\_\_\_

**ACABADOS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		70%
	SI	NO	N.A.
¿Las referencias de los sanitarios y lavamanos son comerciales?			
¿En los espacios de las alcobas, las puertas de los closet no interfieren con la modulación de las mismas?			
¿La modulación de la carpintería en madera tiene secuencia lógica y no interfiere con el funcionamiento de la estufa, horno y tomas eléctricos?			
¿Los pines de las puertas metálicas no coinciden con los huecos del ladrillo de la mampostería?			
¿El cielo raso de los baños no interfiere con el correcto funcionamiento de las puertas?			
¿Existe suficiente ventilación en las zonas en donde se va a instalar teja en asbesto-cemento para evitar la condensación?			
¿Las incrustaciones que se instalan en los baños tienen todos los accesorios tales como jaboneras para lavamanos y ducha, accesorio para el shampoo, cepillera, papelera, toallero y ganchos?			
¿El dintel de la puerta ventana permite que se cumpla una altura de 2.0 m, con el fin de hacer puertas ventanas más comerciales?			
¿Si en los baños existe ventana, el vano de ésta no interfiere con el cielo raso?			
¿Si las ventanas están ubicadas entre dos pantallas, se tuvo en cuenta en el presupuesto los respectivos frisos lineales para conformar el vano de la misma?			

$$\sum SI / 10$$

Aceptación (debe ser mayor al 70%) \_\_\_\_\_

**ANEXO 3. LISTA DE CHEQUEO APLICADA A UN PROYECTO  
ESPECÍFICO**

PLANEACION (ESTUDIOS Y DISEÑOS) LISTA DE CHEQUEO	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿El acceso a la obra no interrumpe las actividades de la obra a lo largo del proyecto?	X		
¿Las bodegas no interfieren con el desarrollo de actividades de la obra?	X		
¿Las actas de vecindad está elaboradas antes de iniciar el movimiento de tierra?	X		
¿Los camiones y tracto mulas tienen fácil acceso al proyecto?		X	
¿Se tiene una lista de referencia de materiales de acabados del modelo?	X		
¿La programación muestra una secuencia lógica de la ejecución de las actividades?	X		
¿Los tiempos que están previstos en la programación se ajustan a los que se realizan normalmente?	X		
¿La ubicación de los materiales de patio está cerca de las zonas de trabajo?	X		
¿Se tienen todos los permisos correspondientes tales como licencia de construcción, norma urbanística y disponibilidad de servicios antes de iniciar con las labores?	X		
¿El casino tiene la capacidad necesaria para albergar a todos los trabajadores?	X		
¿El casino cuenta con desagües y punto hidráulicos con el fin de mantener sanidad en las comidas?	X		
¿El personal, despacho de material y equipos, puede ingresar al proyecto sin ninguna restricción de espacio?	X		
¿En el plano del levantamiento topográfico el proyecto se ajusta a los espacios sin problemas?	X		
¿Dentro de la programación inicial, se tienen la entrega de servicios públicos antes del inicio de las entregas de inmuebles?		X	
¿Es necesario en el proyecto instalar protección para los vecinos y transeúntes?	X		

**PLANEACION (ESTUDIOS Y DISEÑOS)**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿Se cuenta con los permisos correspondientes al lineamiento ambiental?	X		
¿Se tiene programado el lugar o lugares de la compensación de árboles?		X	
Si los árboles a compensar estar ubicados dentro de los proyectos, ¿las raíces no afectan con la estabilidad de los andenes y vías?	X		
¿Es necesario el uso de elementos explosivos para el manejo de rocas?			X
¿Existen materiales que se puedan reciclar?	X		
¿El manejo de los escombros se va a hacer por medio de ductos con canecas?	X		
¿Dentro de los árboles que se encuentran en el terreno hay algunos que se puedan emplear como madera?	X		
¿Pueden existir problemas de erosión debido a drenajes existentes?	X		
¿La circulación en la cocina se cumple a pesar de tener buitrones de desagües y elementos que la puedan obstruir?	X		
¿A pesar de tener cielo raso en la zona de ropas, queda espacio suficiente para que se pueda colgar la ropa?		X	
¿La zona en donde se cuelga la ropa queda alejada del calentador?		X	
¿Los espesores de los muros en los planos arquitectónicos son los mismos que se obtienen al hacer la mampostería con el friso?		X	
¿Existen en los planos arquitectónicos todos los buitrones necesarios para la instalación de las tuberías?		X	
¿Las especificaciones técnicas emitidas por arquitectura (acabados) son las mismas que se le entregan al cliente?		X	

$\Sigma$  SI / 29      69%  
 Aceptación      NO

**MOVIMIENTO DE TIERRA**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		50%
	SI	NO	N.A.
¿Al hacer el respectivo análisis del movimiento de tierra se tienen muros de contención en el proyecto?	X		

**MOVIMIENTO DE TIERRA**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		50%
	SI	NO	N.A.
¿Las terrazas del proyecto permiten un buen desempeño de las pendientes en las vías?	X		
¿En los cortes de tierra, se tiene el concepto emitido por un especialista sobre el tipo de talud a establecer?	X		
¿Es necesario traer tierra para realizar los rellenos pues no sirve la que está en el terreno?	X		

$\Sigma$  SI / 4     100%  
 Aceptación     SI

**ESTRUCTURA**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		90%
	SI	NO	N.A.
¿En los diseños estructurales el perímetro de las placas coincide con el perímetro de los diseños arquitectónicos?	X		
¿La altura de entrepiso en los diseños estructurales es la misma que en los diseños arquitectónicos?		X	
¿En el pedido de las mallas de los muros estructurales en sistema outinord, se tuvo en cuenta que la longitud de los pelos superiores de las mallas deben quedar libres para que exista una fácil instalación de las mallas de las placas?	X		
¿Existe algún mecanismo para la elaboración de los re-marcos de las fachadas como por ejemplo alargamiento de las placas?		X	
¿Es necesario dejar pases en la cimentación para el paso de tubería sanitaria?		X	
¿El sobre recorrido del ascensor cumple con las especificaciones del proveedor?	X		
¿Las dimensiones de las mallas coinciden con la planta de los planos arquitectónicos?		X	
¿Las dimensiones de las mallas son inferiores a las que el proveedor puede producir?		X	
¿El patio de los banches permite el óptimo trabajo y el menor acarreo de éstos a la zona de la torre-grúa?	X		
¿Las dimensiones de las bases de la torre-grúa son las que el proveedor requiere y tiene un aval del diseñador estructural?	X		
¿La ubicación de la torre-grúa permite el óptimo anclaje a la estructura en el momento de la construcción?	X		

**ESTRUCTURA**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		90%
	SI	NO	N.A.
¿La modulación de los banches y mesas está hecha antes de iniciar la construcción de la estructura?	X		
¿Se tiene previsto materiales y procesos constructivos para evitar las fisuras en el último piso de los edificios?	X		
¿Se tienen los diseños de los anclajes de las cubiertas para los andamios de las labores de terminación en las fachadas y líneas de vida del personal?		X	
¿Los apoyos (patas) de las mesas (sistema outinord) no coinciden con los arranques de los tubos hidráulicos?	X		
¿Se ha contemplado el sobre espesor de concreto que ocurre en los baños por la convergencia de todos los tipos de tubería?	X		
¿Se cuenta con los suficientes puntos de anclaje en la estructura para las personas que están en el proceso de fundida?	X		
¿Los traslapos de las mallas y de los hierros corresponden a los exigidos por la Norma?	X		
¿Se tiene definida claramente la secuencia constructiva?	X		
¿Los tableros de la formaleta de las mesas en sistema outinord están atornillados?	X		
¿La formaleta de los banches se encuentra sin abolladuras y en óptimas condiciones?	X		
¿El nivel de la placa de cimentación de la torre-grúa se encuentra de tal manera que no vaya a interferir a futuro con los acabados en dicha zona?	X		
¿Se puede estandarizar la construcción de unidades de vivienda?	X		
¿La propuesta del tipo de cimentación hecha por el Ing. Estructural corresponde a la del ingeniero Geotecnista?	X		

$\Sigma$  SI / 24      71%  
 Aceptación      NO

**INST. HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿El área de los balcones tiene desagüe cerca del buitrón?	X		
¿Existe el debido desagüe en los baños tanto en la zona del lavamanos como en la ducha?	X		

**INST. HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿Las redes hidráulicas están diseñadas de tal manera que no se encuentren con la carpintería en madera como por ejemplo marcos de puertas, closet, mueble debajo del lavadero, etc.?	X		
¿La cubierta de las torres o viviendas tiene suficientes desagües?	X		
¿Las cajas de desagües subterráneos están ubicadas de tal manera que no interfiere con la cimentación?	X		
¿Las montantes de los diversos diseños están claramente definidas y no se traslapan entre si?	X		
¿Es necesario instalar filtros para evitar humedades en los muros?	X		
¿Las redes hidráulicas y sanitarias se encuentran con el cielo raso, de tal manera que en el momento de la instalación pueda llegar a afectarlas?		X	
¿Existe red de alcantarillado en donde se pueda conectar la red sanitaria de la obra?	X		
¿Es necesario realizar pozos sépticos para la conexión de los sanitarios de la obra?		X	
¿Se tienen identificados los sitios de conexión del alcantarillado tanto sanitario como pluvial?	X		
¿Existen desagües provisionales para evacuar el agua lluvia durante la construcción del proyecto?	X		
¿Se tienen los certificados de calidad de los materiales críticos tales como tubería hidráulica, sanitaria, hierro y mallas?	X		
¿Los diámetros de las tuberías sanitarias y de alcantarillado son comerciales?	X		
¿Existen accesorios especiales para la red de acueducto que sean necesarios pedirlos con antelación?		X	
¿Las rejillas de los desagües de piso quedan totalmente libres de cualquier objeto?	X		
¿Las válvulas del gas están alejadas de la tubería eléctrica según lo requerido por las entidades proveedoras de gas?	X		
¿La tubería de gas cumple con la separación de la tubería eléctrica lo exigido por la norma de cada proveedor de gas?	X		

**INST. HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		85%
	SI	NO	N.A.
¿En los diseños se especifican que las rejillas de ventilación de gas, están ubicadas de tal manera que no interfieran con elementos de acabados y permitan la correcta circulación de aire?	X		
¿Las válvulas de gas no están ubicadas cerca del módulo de empotrar?	X		
¿El calentador está ubicado cerca de una ventilación natural?	X		

$\Sigma$  SI / 21 86%  
 Aceptación SI

**INSTALACIONES DE ELECTRICAS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		100%
	SI	NO	N.A.
¿Las puertas están diseñadas de tal manera que no golpean con los bombillos al momento de abrirlas y cerrarlas?	X		
¿Las tomas eléctricas no interfieren con la instalación y funcionamiento de las puertas?	X		
En los proyectos en donde se instalan dos hiladas de enchape sobre el mesón de la cocina, ¿Las tomas eléctricas no interfieren con la instalación del enchape?	X		
¿Dentro de las especificaciones del proceso de instalación de la tubería eléctrica se cuenta con soldadura para garantizar la unión entre ellas y evitar humedades dentro de los tubos en el momento de las fundidas?	X		
¿Las ubicaciones de las tomas eléctricas corresponden a la modulación de los muebles con que fueron diseñados?	X		
¿Las tapas de comunicaciones de los puntos fijos funcionan correctamente (abrir y cerrar)?	X		

$\Sigma$  SI / 6 100%  
 Aceptación SI

**MAMPOSTERIA Y FRISO**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		100%
	SI	NO	N.A.
¿Se tiene contemplado hacer un muro en mampostería de celda vertical para el desagüe de la tubería de la zona de ropas?	X		
¿Se contemplo friso en las zonas de los enchapes?	X		



**MAMPOSTERIA Y FRISO**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		100%
	SI	NO	N.A.
¿Se contempló el refuerzo (rams) en los vanos de las ventanas para evitar la dilatación en estas zonas?	X		
¿Se contempló desde el presupuesto el friso en las culatas que son en concreto?	X		

$$\frac{\sum \text{SI} / 4}{\text{Aceptación}} = \frac{100\%}{\text{SI}}$$

**ACABADOS**

## LISTA DE CHEQUEO

	Porcentaje de aceptación		70%
	SI	NO	N.A.
¿Las referencias de los sanitarios y lavamanos son comerciales?	X		
¿En los espacios de las alcobas, las puertas de los closet no interfieren con la modulación de las mismas?	X		
¿La modulación de la carpintería en madera tiene secuencia lógica y no interfiere con el funcionamiento de la estufa, horno y tomas eléctricos?	X		
¿Los pines de las puertas metálicas no coinciden con los huecos del ladrillo de la mampostería?	X		
¿El cielo raso de los baños no interfiere con el correcto funcionamiento de las puertas?	X		
¿Existe suficiente ventilación en las zonas en donde se va a instalar teja en asbesto-cemento para evitar la condensación?			X
¿Las incrustaciones que se instalan en los baños tienen todos los accesorios tales como jaboneras para lavamanos y ducha, accesorio para el shampo, cepillera, papelera, toallero y ganchos?	X		
¿El dintel de la puerta ventana permite que se cumpla una altura de 2.0 m, con el fin de hacer puertas ventanas más comerciales?		X	
¿Si en los baños existe ventana, el vano de ésta no interfiere con el cielo raso?	X		
¿Si las ventanas están ubicadas entre dos pantallas, se tuvo en cuenta en el presupuesto los respectivos frisos lineales para conformar el vano de la misma?			X

$$\frac{\sum \text{SI} / 10}{\text{Aceptación}} = \frac{70\%}{\text{SI}}$$