

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.

INTERACCION ENTRE DISEÑO Y PRESUPUESTO
PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCION, POR
MEDIO DE LA UTILIZACION DE UN SOFTWARE

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA Y
ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION

POR:

FRANCISCO JAVIER CHAIDEZ LEON

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 2005

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**INTERACCION ENTRE DISEÑO Y PRESUPUESTO
PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCION, POR
MEDIO DE LA UTILIZACION DE UN SOFTWARE**

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA Y
ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION**

POR:

FRANCISCO JAVIER CHAIDEZ LEON

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 2005

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

**CAMPUS MONTERREY
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.**

**INTERACCIÓN ENTRE DISEÑO Y PRESUPUESTO PARA PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN, POR MEDIO DE LA UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
(ESPECIALIDAD EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS)**

POR:

FRANCISCO JAVIER CHÁIDEZ LEÓN

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE DE 2005

**"INTERACCIÓN ENTRE DISEÑO Y PRESUPUESTO PARA PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN, POR MEDIO DE LA UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE"**

INDICE

	Agradecimientos	i
	Lista de Tablas	ii
	Lista de Figuras	iii
	Lista de Graficas	iii
	Lista de Anexos	iv
	Abreviaturas	v
1	Introducción	1
	Definición del problema	2
	Justificación	2
	Objetivos	3
2	Administración del Diseño	4
	Definición	5
	Proceso de diseño	5
	Organización	9
	Calidad en el diseño	11
	Constructabilidad	12
3	Presupuesto	13
	Definición	14
	Definición del alcance de un proyecto	15
	Tipos de presupuestos	15
	<i>Estimado durante la planeación</i>	16
	<i>Estimado Preliminar de ingeniería</i>	19
	<i>Estimado detallado de ingeniería</i>	22
	<i>Estimado de control</i>	26
	Proceso de estimación	27
	Organización	29
	Contingencia	33
	Mejora continua en el proceso de estimación	33

4	Ingeniería de Valor (IV)	35
	Antecedentes	36
	Definición	36
	Fases de la IV en la construcción	37
	IV en el Diseño	38
	IV en la industria de la construcción	40
5	Modelo	43
	Introducción	44
	Objetivos	44
	Descripción	44
	Características del software	45
6	Caso de estudio	53
	Descripción del proyecto	54
	Alternativa #1	56
	Alternativa #2	59
	Alternativa #3	64
7	Análisis de Resultados	67
	Resultados	68
	Comparación de partidas	69
	Alternativa #1 vs. #2	70
	Alternativa #1 vs. #3	72
8	Conclusiones y Recomendaciones	73
	Trabajos Futuros	76
9	Anexos	77
	Bibliografía	101

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todo.

A mis Padres por ser la plataforma de mis metas, por su amor y aliento.

A mis hermanos Luís Felipe y Juan, parte importante en mi formación, como persona, como hermano y como ser humano.

A mi familia, abuelo, tíos, primos y sobrinos, por su cariño y amor,.

Esta investigación no sería posible sin el gran respaldo de mi asesor de tesis, el M. C. Carlos Matienzo, aportando experiencia, dedicación e ideas que llevaron de la mano esta investigación. A mis sinodales, el M. C. Juan Pablo Solís y M. C. Kevin Luna por el apoyo esta investigación y su destacada aportación de ideas.

Al Ing. Javier Treviño por su invaluable aportación a esta tesis de investigación. Al Arq. Arturo Lankenau por su apoyo incondicional y su confianza.

A mis amigos y amigas Alejandra, Abraham, Joaquín, Paco, Mugre, Lily, Matt, Mikael, Carlos, Arturo, Gloria, Quetzi, Anselmo, Bety, Iván, Magda, Rosy por su amistad y gran apoyo en todo momento.

A mis amigos Fredy, Apodaca, Boisson, Carlos, Rene, Uber, Kiki, Luís y todos mis amigos por enseñarme el valor de la amistad.

A todas las personas que han estado en mi vida.

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1.- Ejemplo de WBS de Diseño Arquitectónico [Oberlender, 2000]

Tabla 2.2.- Ejemplo de índice de planos

Tabla 3.1.- *Estimado Paramétrico para un edificio de oficinas*

Tabla 3.2.- Estimado Factorizado

Tabla 3.3.- Estimado preliminar de ingeniería

Tabla 3.4.- Resumen de una estimación detallada

Tabla 3.5.- Estimación detallada de un edificio de oficinas en Toronto (2 de Febrero, 1981)

Tabla 3.6.- Ejemplo de un efectivo control de costos

Tabla 3.7.- Ejemplo 1 de codificación en un proyecto

Tabla 3.8.- Ejemplo 2 de codificación en un proyecto

Tabla 6.1.- Organización de planos del proyecto

Tabla 6.2.- *Índice de partidas*

Tabla 6.3.- Alternativa #1. Estimado base de una vivienda unifamiliar de 207m²

Tabla 6.4.- Alternativa #2. Estimado con modificaciones en el diseño

Tabla 6.5.- Alternativa #3. Estimado con modificaciones en Acabados

Tabla 7.1.- Tabla de comparativa del costo directo total de cada alternativa

Tabla 7.2.- Tabla comparativa del costo por partida para las 3 alternativas

Tabla 7.3.- Comparación del porcentaje que representa las partidas más significativas respecto al costo total de las alternativas 1 y 2.

Tabla 7.4.- Comparación del porcentaje que representa la partida 11-Pisos y azulejos respecto al costo total de las alternativas 1 y 2.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.- Etapa de diseño en un proyecto de construcción

Figura 2.2.- Influencia de la corrección de problemas en diseño e ingeniería durante las distintas etapas del proyecto, en el costo del proyecto

Figura 3.1.- Estimaciones durante las distintas fases del proyecto

Figura 3.2.- Proceso de estimación

Figura 3.3.- Desglose estructurado del trabajo (WBS – Work Breakdown Structure)

Figura 4.1.- Ingeniería de Valor (IV) en el ciclo de vida de un proyecto

Figura 4.2.- Importancia de tener una definición clara del proyecto durante las etapas iniciales del proyecto.

Figura 4.3.- Beneficios de la Ingeniería de Valor

Figura 4.4.- La ingeniería de valor (IV) aplicada en los distintos niveles del proyecto

Figura 5.1.- Modelo de interacción entre diseño y presupuesto para proyectos de construcción

Figura 5.2.- On-Screen TakeOff – Pantalla de estimados

Figura 5.3.- Datos del proyecto (Cover Sheet) en OnScreen TakeOff

Figura 5.4.- Pestaña Image (Imagen) para visualización y cuantificación directa sobre los planos

Figura 5.5.- Propiedades de las condiciones (conceptos)

Figura 5.6.- Hoja de Calculo de On-Sreen TakeOff (Worksheet)

Figura 6.1.- Modelo 3d de Alternativa #1

Figura 6.2.- Modificación en Fachada de la Alternativa #2

Figura 6.3.- Modelo 3d de Alternativa #2

Figura 6.4.- Modificaciones en Planta Baja

Figura 6.5.- Modificaciones en Planta Alta

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 7.1.- Comparación del costo de las 3 alternativas

Gráfica 7.2.- Comparación de costo por partidas para las 3 alternativas

Gráfica 7.3.- Comparación del porcentaje de variación de las partidas más significativas, respecto al monto total para las alternativas 1 y 2.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.- Etapa de diseño en un proyecto de construcción

Figura 2.2.- Influencia de la corrección de problemas en diseño e ingeniería durante las distintas etapas del proyecto, en el costo del proyecto

Figura 3.1.- Estimaciones durante las distintas fases del proyecto

Figura 3.2.- Proceso de estimación

Figura 3.3.- Desglose estructurado del trabajo (WBS – Work Breakdown Structure)

Figura 4.1.- Ingeniería de Valor (IV) en el ciclo de vida de un proyecto

Figura 4.2.- Importancia de tener una definición clara del proyecto durante las etapas iniciales del proyecto.

Figura 4.3.- Beneficios de la Ingeniería de Valor

Figura 4.4.- La ingeniería de valor (IV) aplicada en los distintos niveles del proyecto

Figura 5.1.- Modelo de interacción entre diseño y presupuesto para proyectos de construcción

Figura 5.2.- On-Screen TakeOff – Pantalla de estimados

Figura 5.3.- Datos del proyecto (Cover Sheet) en OnScreen TakeOff

Figura 5.4.- Pestaña Image (Imagen) para visualización y cuantificación directa sobre los planos

Figura 5.5.- Propiedades de las condiciones (conceptos)

Figura 5.6.- Hoja de Calculo de On-Sreen TakeOff (Worksheet)

Figura 6.1.- Modelo 3d de Alternativa #1

Figura 6.2.- Modificación en Fachada de la Alternativa #2

Figura 6.3.- Modelo 3d de Alternativa #2

Figura 6.4.- Modificaciones en Planta Baja

Figura 6.5.- Modificaciones en Planta Alta

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 7.1.- Comparación del costo de las 3 alternativas

Gráfica 7.2.- Comparación de costo por partidas para las 3 alternativas

Gráfica 7.3.- Comparación del porcentaje de variación de las partidas más significativas, respecto al monto total para las alternativas 1 y 2.

Gráfica 7.4.- Comparación del porcentaje de variación de la partidas 11-Pisos y azulejos, respecto al monto total para las alternativas 1 y 3.

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.- Plano A1 – Plantas arquitectónicas del proyecto
- Anexo 2.- Plano A2 – Fachadas
- Anexo 3.- Plano A3 - Corte longitudinal y transversal
- Anexo 4.- Plano S1 - Planta de cimentación, detalles y especificaciones
- Anexo 5.- Plano S2 - Planta para ubicación de castillos
- Anexo 6.- Plano S3 - Planta de cerramientos
- Anexo 7.- Plano S4 - Losa de entrepiso, detalles y especificaciones
- Anexo 8.- Plano S5 - Losa de azotea, detalles y especificaciones
- Anexo 9.- Plano HS1 - Instalación hidráulica en planta baja, isometrías y especificaciones
- Anexo 10.- Plano HS2 - Instalación hidráulica en planta alta e isometrías
- Anexo 11.- Plano HS3 - Instalación sanitaria en planta baja, isometría y especificaciones
- Anexo 12.- Plano HS4 - Instalación sanitaria en planta alta, isometrías y especificaciones
- Anexo 13.- Plano HS5 - Instalación de gas en planta baja
- Anexo 14.- Plano E1 - Instalación eléctrica en planta baja y especificaciones
- Anexo 15.- Plano E2 - Instalación eléctrica en planta alta y especificaciones
- Anexo 16.- Plano E3 - Iluminación en planta alta
- Anexo 17.- Plano F1 - Plantas de Acabados Interiores y especificaciones
- Anexo 18.- Plano F2 - Plantas de Acabados Exteriores y especificaciones
- Anexo 19.- Plano F3 - Planta de Acabados en Azotea, detalles y especificaciones
- Anexo 20.- Plano F4 - Plantas de desplante de loseta cerámica con especificaciones
- Anexo 21.- Plano F5 - Puertas, ubicación y especificaciones
- Anexo 22.- Plano F6 - Ventanas, ubicación y especificaciones
- Anexo 23.- Plano F7 - Herrería, detalles y especificaciones; y detalle de ventanas

Gráfica 7.4.- Comparación del porcentaje de variación de la partidas 11-Pisos y azulejos, respecto al monto total para las alternativas 1 y 3.

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.- Plano A1 – Plantas arquitectónicas del proyecto
- Anexo 2.- Plano A2 – Fachadas
- Anexo 3.- Plano A3 - Corte longitudinal y transversal
- Anexo 4.- Plano S1 - Planta de cimentación, detalles y especificaciones
- Anexo 5.- Plano S2 - Planta para ubicación de castillos
- Anexo 6.- Plano S3 - Planta de cerramientos
- Anexo 7.- Plano S4 - Losa de entrepiso, detalles y especificaciones
- Anexo 8.- Plano S5 - Losa de azotea, detalles y especificaciones
- Anexo 9.- Plano HS1 - Instalación hidráulica en planta baja, isometrías y especificaciones
- Anexo 10.- Plano HS2 - Instalación hidráulica en planta alta e isometrías
- Anexo 11.- Plano HS3 - Instalación sanitaria en planta baja, isometría y especificaciones
- Anexo 12.- Plano HS4 - Instalación sanitaria en planta alta, isometrías y especificaciones
- Anexo 13.- Plano HS5 - Instalación de gas en planta baja
- Anexo 14.- Plano E1 - Instalación eléctrica en planta baja y especificaciones
- Anexo 15.- Plano E2 - Instalación eléctrica en planta alta y especificaciones
- Anexo 16.- Plano E3 - Iluminación en planta alta
- Anexo 17.- Plano F1 - Plantas de Acabados Interiores y especificaciones
- Anexo 18.- Plano F2 - Plantas de Acabados Exteriores y especificaciones
- Anexo 19.- Plano F3 - Planta de Acabados en Azotea, detalles y especificaciones
- Anexo 20.- Plano F4 - Plantas de desplante de loseta cerámica con especificaciones
- Anexo 21.- Plano F5 - Puertas, ubicación y especificaciones
- Anexo 22.- Plano F6 - Ventanas, ubicación y especificaciones
- Anexo 23.- Plano F7 - Herrería, detalles y especificaciones; y detalle de ventanas

ABREVIATURAS

AACE	American Association of Cost Engineerers (Asociación Americana de Ingenieros de Costo)
AV	Análisis de Valor
CAD	Computer Aided Design (diseño asistido por computadora)
CCI	Construction Industry Institute
GE	General Electric
IV	Ingeniería de Valor
OST	On-Screen TakeOff software para presupuestos
WBS	Work Breakdown Structure (Desglose Estructurado del Trabajo)

1

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La presente tesis consiste en una investigación enfocada a la integración del diseño y el presupuesto para proyectos de construcción, empleando herramientas de administración de proyectos para la mejora los procesos con la ayuda de un software computacional para lograrlo.

Lo más importante de esta investigación es proporcionar una metodología que permita el análisis de distintas alternativas con el fin de tener una base sólida para la toma de decisiones sobre cualquier proyecto de construcción.

El marco teórico se conforma del desarrollo de tres temas fundamentales para cualquier proceso de diseño-presupuesto: administración del diseño, presupuesto e ingeniería de valor. Se presenta a su vez un modelo para cumplir con los objetivos de la tesis, que se complementa de un caso de estudio en el cual se analizan los beneficios de la metodología.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Cuando se inicia un proyecto se define el alcance, posteriormente se procede a la realización del diseño y el presupuesto del diseño. En muchas ocasiones el diseñador trabaja independiente al estimador y/o constructor, lo cual puede generar gran cantidad de problemas. Al no integrar el diseño con el presupuesto se presentan periodos ciegos en el desarrollo del proyecto que pueden llevar a muchos errores, confusiones y mal interpretaciones.

JUSTIFICACIÓN

En un intento por mejorar la interfase diseño con presupuesto para proyectos de construcción es como surge la presente tesis de investigación. Son muchos los factores que determinan el éxito o fracaso de cualquier proyecto de construcción. Existen mucha incertumbre que puede afectar el desarrollo del proyecto. Si se detectan estos riesgos en las etapas iniciales es posible suprimirlos o disminuirlos

para aumentar el nivel de confiabilidad de la ejecución del proyecto. La planeación es la mejor herramienta para asegurar el éxito en el proyecto.

Uno de los principales problemas que se dan en la construcción es la falta de planeación, lo que frecuentemente lleva a sobrecostos, aplazamiento de los tiempos de entrega, o inclusive pueden llevar hasta el fracaso del proyecto.

Esta investigación se enfoca a enfatizar la importancia de las actividades de planeación e integrar las disciplinas que intervienen durante el desarrollo del proyecto, específicamente el diseño del proyecto en integración con el presupuesto.

OBJETIVOS

El desarrollo del presente trabajo pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- Integrar los conocimientos de costos y diseño para proyectos de construcción.
- Proponer una metodología para la integración del diseño con el presupuesto.
- Disminuir el tiempo para la elaboración de estimados.
- Comparación de alternativas para un mismo proyecto.
- Observar impacto de cambios del diseño en el presupuesto y viceversa.
- Proponer una base para la toma de decisiones en la etapa de planeación de un proyecto.

Estableciendo una metodología para establecer la interfase entre diseño y presupuesto con el fin de lograr los objetivos planteados anteriormente.

2

ADMINISTRACIÓN DEL DISEÑO

ADMINISTRACIÓN DEL DISEÑO

Definición

El diseño comienza cuando el cliente percibe la necesidad de un proyecto y analiza la factibilidad económica de desarrollar un proyecto de construcción. El diseño es la base de cualquier proyecto de construcción, de él depende el desarrollo de la totalidad de la obra.

En un proyecto de construcción, uno de los factores más importantes es la satisfacción del dueño en cuanto al diseño. En muchas ocasiones el diseño no es del agrado del dueño y la propuesta es desechada o modificada hasta que el dueño este completamente satisfecho. Un proyecto siempre presenta cambios de una manera continua desde su concepción hasta su término.

El objetivo final del diseño es presentar dibujo o planos que representan el proyecto a construir, así como todas aquellas especificaciones de materiales y equipos que serán empleados.

Proceso de diseño

La definición del proyecto es básicamente identificar y analizar los requisitos del proyecto. El diseño se divide en tres partes: diseño o ingeniería conceptual, ingeniería de detalle y documentos para construcción.

Plan de trabajo

El plan de trabajo consiste en identificar el trabajo que es necesario realizar para construir el proyecto, asignando responsabilidades de acuerdo a las disciplinas dentro del equipo de trabajo, para conocer cuánto tiempo requerirá destinarse al proyecto así como su costo. Es muy importante que se integren los miembros de las distintas disciplinas para resolver los requisitos del proyecto, que será el punto de partida para el desarrollo del diseño conceptual.

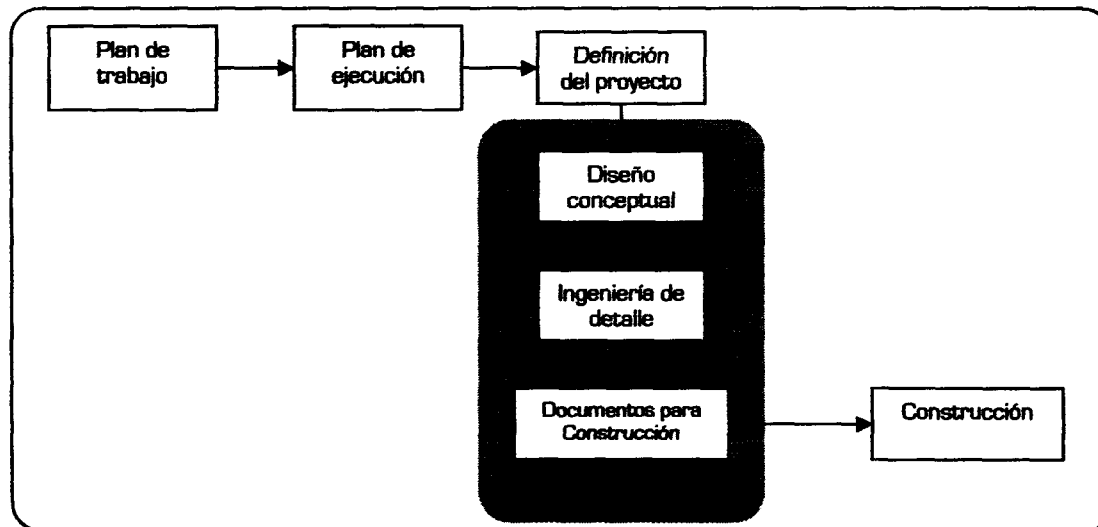


Figura 2.1.- Etapa de diseño en un proyecto de construcción

Se realiza una lista de tareas necesarias para la ejecución del proyecto, para así empezar con el desglose estructurado del trabajo [WBS - Work Breakdown Structure], que se refiere a la organización del proyecto. Se realiza después el plan de trabajo, que corresponde a la base de desarrollo del proyecto e incluye todas las actividades diseño, presupuesto y programación, así como el nivel de calidad esperado.

Plan de ejecución del proyecto

El primer paso para desarrollar las propuestas de diseño es el desarrollo de un plan de ejecución del proyecto, para poder administrar el proceso de diseño. El plan debe de incluir los puntos críticos que muestren las áreas y fases más importantes del proyecto, incluyendo la fecha de terminación.

Es recomendable desarrollar un estimado preliminar para que el proyecto no se salga del alcance preestablecido.

Definición del proyecto

La definición del proyecto para iniciar el diseño es responsabilidad principal del cliente, sin embargo la compañía encargada de desarrollar el diseño puede asistirlo en esta tarea.

Se debe de responder a las siguientes preguntas:

¿Qué conocemos del proyecto?

¿Qué se necesita hacer para realizarlo?

El alcance del proyecto identifica aquellos requisitos para satisfacer las necesidades del cliente. El objetivo de la definición del alcance es el proveer la información suficiente para identificar el trabajo que requiere ser realizado para el desarrollo del proyecto.

El principal objetivo es delimitar el proyecto, establecer las actividades que se van a desarrollar en el proyecto, los requisitos, las restricciones y limitaciones. Se prepara una lista con todos los elementos que formarán parte del proyecto de una manera global, y se va detallando conforme se tiene mayor información sobre el proyecto.

El alcance debe ser definido por el cliente. Sin embargo el cliente no tiene el personal en su organización para desarrollarlo para las etapas consecuentes, para lo cual debe recibir asesoría externa para definir el alcance adecuadamente. Las decisiones tomadas en esta etapa tendrán un gran impacto en las etapas posteriores del proyecto.

Uno de los problemas para tener establecido el alcance de un proyecto es el poco tiempo que se tiene para definirlo. Otra es la poca información que provee el cliente sobre el proyecto, en ocasiones solo se da el monto de una manera precisa y se dejan muchas variables al aire, lo que ocasiona una pobre definición del alcance.

En estos casos de poca definición del alcance, el diseñador debe estar en constante comunicación con el cliente para ir delimitando el proyecto. El diseñador debe de convertir las necesidades del cliente en las bases del diseño que permitan observar el proyecto, así como el costo del mismo. Se debe asignar un costo a cada parte del proyecto para asegurar que el costo total no exceda lo indicado por el cliente.

El diseño esquemático se refiere a la apariencia del proyecto, fachadas, plantas, etc. Al finalizar el diseño esquemático el dueño podrá observar la configuración del diseño y el costo estimado antes de aprobar que se lleve a cabo el desarrollo detallado del diseño.

Diseño o ingeniería conceptual

En esta etapa, el diseñador interpreta los requisitos del proyecto para determinar las áreas y espacios necesarios, el diagrama del funcionamiento, y prepara esquemas con el fin de preparar una o varias alternativas que den solución al proyecto.

El diseño o ingeniería conceptual se lleva a cabo después de que se han tomado las decisiones básicas de diseño y se definen los sistemas que formarán parte del proyecto.

El proceso de diseño es muy variable. Se analizan las distintas alternativas, en cuanto a costo y tiempo, y se selecciona la mejor de acuerdo a las necesidades del proyecto. Es importante el apoyo de especialistas capacitados para elegir la mejor opción. Como resultado del diseño conceptual se producen dibujos esquemáticos y ciertas especificaciones generales a partir de las cuales se cuantifica y se cuantifica para preparar el estimado preliminar.

Ingeniería de detalle

La ingeniería de detalle toma como base el diseño conceptual del proyecto, analizándolo buscara la mejor solución de ingeniería para el proyecto, elaborando un plan detallado de los trabajos que deben realizarse para construir el proyecto, esto incluye la elaboración de planos, especificaciones, detalles, etc. Se desglosan los sistemas y subsistemas componentes del proyecto. La información en esta etapa esta suficientemente detallada como para preparar un estimado detallado de cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes del proyecto. Es posible cuantificar y costear cada uno de los componentes.

En esta etapa es posible realizar un análisis más detallado de las alternativas de diseño, en donde la calidad y el costo total del proyecto debe ser considerado. Se producen dibujos y especificaciones detalladas del proyecto. Los planos y especificaciones, así como el presupuesto, después de ser revisados, corregidos y aceptados, se preparan los documentos para la construcción.

Documentos para construcción

Son aquellos planos y especificaciones aprobadas, listas para desarrollar los documentos del contrato para la construcción del proyecto. También conocidos como proyecto ejecutivo. Son todos los planos arquitectónicos, estructurales, especificaciones de los procedimientos y detalles constructivos necesarios para construir el proyecto.

Diseño durante la construcción

Es importante mantener una comunicación abierta entre el diseñador y equipo que desarrolla la construcción del proyecto, para resolver posibles dudas y aclaraciones que puedan surgir, así como para la resolución de problemas imprevistos.

Es muy recomendable revisar bien los documentos de construcción previo a la ejecución, haciendo las correcciones y aclaraciones pertinentes para evitar al máximo los errores que pueden ocasionar retrasos en la ejecución del proyecto, retrabajos, tiempos muertos, baja de productividad, etc.

Organización

El diseñador o equipo de diseño, según sea el caso, debe coordinarse y organizarse para administrar efectivamente el proceso de diseño. En el caso del equipo de diseño, se deberá desarrollar un diagrama organizacional que defina los roles y responsabilidades de cada uno de los miembros. Debe haber un claro entendimiento entre cada uno de los miembros y lo que se espera de ellos.

La organización se lleva a cabo a través del desarrollo de la WBS de diseño. En la cual se definen los sistemas y subsistemas del proyecto (Tabla 2.1).

Se debe preparar una lista con los planos (Tabla 2.2) y especificaciones necesarios para desarrollar el proyecto. Es recomendable que la programación de las actividades de diseño se lleven a cabo en base a las prioridades del proyecto.

**Diseño arquitectónico = 300 horas de diseño y
180 horas de dibujo asistido por computadora**

Diseño arquitectónico = 300 horas de diseño

Parametros de diseño	25%
Arreglo general de diseño y metodos	20%
Esquemas listos para dibujarse	35%
Entrega de dibujos finales	20%
Total =	100%

Diseño = 60 horas de dibujo asistido por computadora

Marco de planos establecidos	15%
Revision de la informacion lista	10%
Trabajo de diseño al 80% de terminacion	25%
Revision de control de calidad (1)	3%
Terminacion de dibujos	39%
Revision de control de calidad (2)	3%
Archivo e impresion de planos finales	5%
Total =	100%

Tabla 2.1.- Ejemplo de WBS de Diseño Arquitectónico

Indice de planos

Actualizada al 2-Dec-05

Indice de planos					
C0	Planos del sitio				
C1	Plan de trazo del sitio	15-Nov-05	17-Nov-05	1-	2-Dec-05
C2	Grading	17-Nov-05	20-Nov-05		
C3	Pavimentacion 1ra. Capa	20-Nov-05	25-Nov-05		
C4	Pavimentacion 2da. Capa	23-Nov-05	30-Nov-05	3-	7-Dec-05
A0	Planos arquitectonicos				
A1	Plantas Primer Nivel	1-Dec-05	12-Dec-05		
A2	Plantas Segundo Nivel	3-Dec-05	15-Dec-05		
A3	Cuertos	6-Dec-05	15-Dec-05		
A4	Acabados de Puertas/Muros	12-Dec-05	20-Dec-05		
A5	Ventanas	12-Dec-05			
S0	Planos estructurales				
S1	Cimentacion	1-Dec-05			
S2	Losas	3-Dec-05			
S3	Columnas y vigas, 1	6-Dec-05			
S4	Columnas y vigas, 2	12-Dec-05			
S5	Armadura de techos	12-Dec-05			
H0	Planos Hidrosanitarios				
H1	Compresion	5-Jan-05			
H2	Ductos de aire acondicionado	8-Jan-05			
H3	Tuberias	8-Jan-05			
H4	Instalaciones	13-Jan-05			
E0	Planos Electricos				
E1	Cajas de control	5-Jan-05			
E2	Distribucion electrica, 1	8-Jan-05			
E3	Distribucion electrica, 2	8-Jan-05			

Tabla 2.2.-Ejemplo de indice de planos

Calidad en el diseño

La calidad en el diseño tiene un extenso impacto en las etapas subsecuentes del proyecto. El producir un diseño con calidad esta en relación a la efectiva coordinación entre las distintas disciplinas involucradas en el proceso. Es importante mantener una *comunicación sobre la información y los cambios producidos*.

Los cambios son inminentes en el proceso de diseño, por lo cual es importante establecer un sistema para administrarlos. En muchas ocasiones los cambios provienen de cambios realizados en el alcance, en el cual tanto el diseño, como el presupuesto y programa son afectados.

Es importante unificar los criterios de diseño para que cada una de las partes encaje perfectamente en el desarrollo del proyecto. La capacidad de identificar y resolver errores es crítico en el impacto en costo en el proyecto como se aprecia en la figura 2.2.

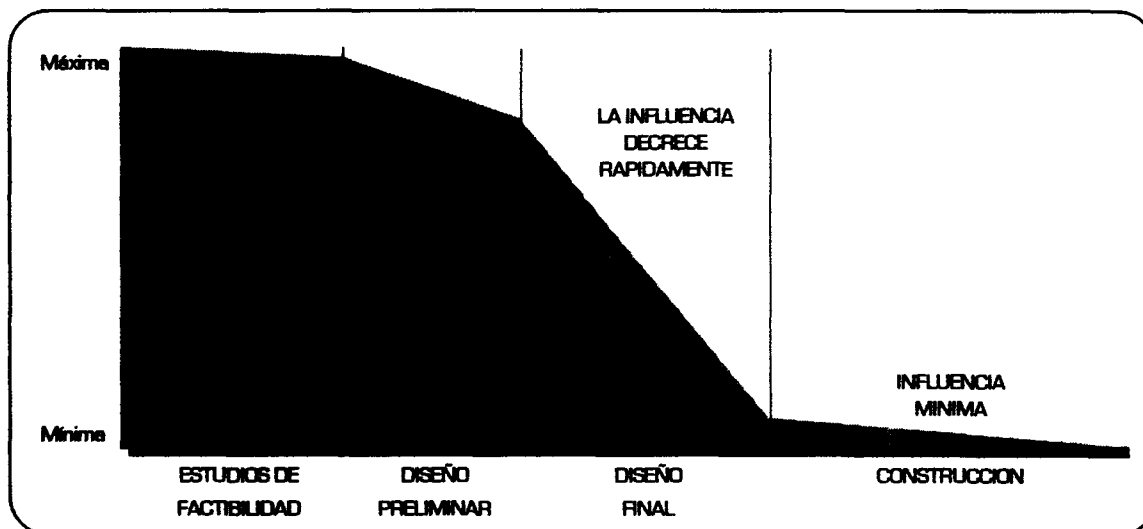


Figura 2.2.- Influencia de la corrección de problemas en diseño e ingeniería durante las distintas etapas del proyecto, en el costo del proyecto (Patrascu, 1988)

Entre mas temprano se identifiquen los errores, mayor será el beneficio que traerá al proyecto. Si se identifican en etapas más tardías, como construcción, el impacto será menor y el costo de no haberlos identificado puede llevar a sobrecostos en la totalidad del proyecto, así como retrasos en la entrega final. La revisión de la información y

contenido en los documentos producidos en la etapa de diseño es básica para la identificación y resolución de problemas.

Constructabilidad

La constructabilidad es una herramienta complementaria que puede mejorar la efectividad en el diseño.

"La integración óptima del conocimiento constructivo y la experiencia en la planeación, ingeniería, procura y operaciones de campo para lograr los objetivos generales del proyecto". (Jortberg, 1984)

La constructabilidad no se limita a la revisión de los planos y especificaciones terminadas. Va más allá, intenta enfrentar el reto de mejorar el desempeño por medio de la integración del diseño con la construcción.

Cuando se emplea la constructabilidad en la planeación conceptual, se incrementan los beneficios e incrementa la efectividad en el costo. Para lograrlo se necesita de habilidad y conocimiento de los principios de construcción aplicada a las distintas fases del proyecto.

Las decisiones tomadas en las etapas iniciales de cualquier proyecto tienen una mayor influencia sobre el costo total del proyecto. Por lo tanto, si se involucran aspectos constructivos es posible proveer información crítica para la toma de decisiones que decidirán el rumbo del proyecto.

Se recomienda que el diseñador aplique la constructabilidad en el proyecto, en la búsqueda de la solución óptima para el proyecto que pueda generar beneficios para la *integración de los distintos componentes del mismo*.

3 PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

Definición

"Es la mayor cantidad de dinero que el cliente esta dispuesto a gastar en e diseño y construcción de un proyecto, justificado económicamente" (Oberlender, Garold D.)

El presupuesto debe representar el costo de la totalidad del proyecto. Es la base para el control en costos, predicciones en costo, y para todas las fases de planeación del proyecto.

Según la Asociación Americana de Ingenieros de Costo (AACE Internacional - American Association of Cost Engineering), un estimado es "la evaluación de la totalidad de los costos de los elementos que conforman un proyecto".

La estimación es aquella aproximación en el monto del proyecto, previo a la construcción. Presupuesto Final es la cantidad o monto total empleado en la construcción y desarrollo de un proyecto. Por lo cual nos referiremos a estimación y presupuesto de la misma manera. Es un proceso de aproximaciones sucesivas para encontrar la solución económica ideal para el proyecto, tomando como base el estudio de factibilidad del cliente, desarrollando el diseño y llevando a cabo la construcción.

Un presupuesto nos debe proporcionar las cantidades, dimensiones, unidades y costos totales de cada una de las partes que componen un proyecto. Es una valoración, basado en hechos específicos y suposiciones, del costo final del proyecto. Cada etapa del proyecto esta basada en el costo estimado en las etapas iniciales o bien, en las etapas anteriores. Un estimado es la base para la planeación y control, una vez definido el alcance del proyecto. Provee información esencial para desarrollar el programa del proyecto, así como un panorama general de la necesidad de recursos como mano de obra, material y equipo que será requerido en el proyecto.

También es una base importante para realizar un análisis financiero, preparar flujos de efectivo, prever el riesgo, la productividad, entre otros. La estimación del proyecto y

del presupuesto final empieza a partir del estudio de las necesidades, prioridades y la definición del alcance del proyecto.

Definición del Alcance en un Presupuesto

Un estimado consiste de tres funciones básicas: establecer el alcance del trabajo a ser realizado, determinar las cantidades, y estimar el costo. No se pueden llevar a cabo las últimas dos funciones sin tener la primera. De esta depende la integración y nivel de precisión de un estimado.

Para preparar un estimado es muy importante contar con una buena definición del alcance en el proyecto. El alcance generalmente es definido por el cliente. Entre mejor definición del alcance se tenga, mayor será la precisión del estimado.

El nivel de precisión de un estimado depende de la cantidad de información que se tiene del proyecto en el momento que es realizado. Es importante que todos los involucrados en el presupuesto conozcan que el costo estimado esta basado en la cantidad de información con la que se contó al ser desarrollado, por consiguiente puede presentar cambios debido a que esta en función de muchos factores que lo pueden afectar, como la cambios en el diseño, cambios en el alcance, factores macroeconómicos, aumento en el valor de los materiales, disponibilidad de recursos, fenómenos naturales, es decir, tiene un riesgo implícito que debe ser considerado. Es común que cualquier estimado en el costo de un proyecto se le asigne un rango de precisión, es decir un porcentaje mas o menos [% +/-] de certidumbre de que ocurra lo dispuesto en el estimado.

Tipos de Presupuesto

En un proyecto hay muchos estimados que se llevan a cabo. Conforme el desarrollo del proyecto se va actualizando y re-estimando tanto como sea necesario, al pasar de una etapa a otra en el proyecto (Figura 3.1). Los estimados realizados en las etapas tempranas del proyecto son utilizados como base con la cual los estimados

posteriores serán comparados. Lo ideal es que los estimados posteriores coincidan con los estimados iniciales.

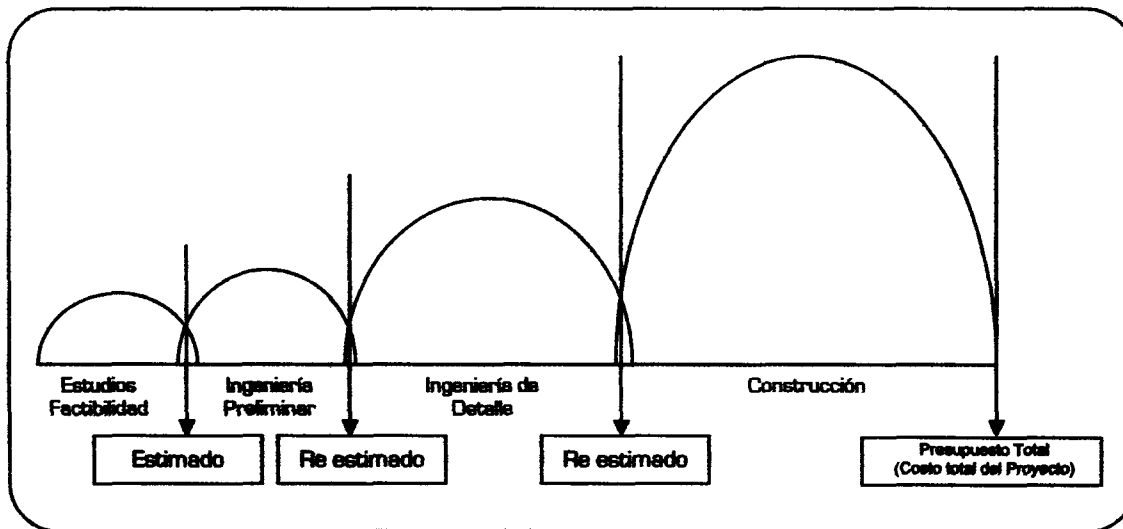


Figura 3.1.- Estimaciones durante las distintas fases del proyecto (Oberlender, 2000)

Los estimados pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Estimados durante Planeación
- Estimado Preliminar de Ingeniería
- Estimado Detallado de Ingeniería
- Estimado de Control

Estimados durante Planeación

En la etapa de planeación se cuenta con poca información para realizar una estimación detallada del proyecto. Generalmente sólo se cuenta con pocas bases de diseño o solamente la capacidad del proyecto, por lo que costos estimados en esta fase se basan en información histórica de proyectos similares anteriores. Al analizar costos históricos es esencial identificar aquellos que sean significativos y asignarles las funciones correspondientes.

Es importante utilizar información histórica de proyectos que correspondan y tengan similitudes con el proyecto actual. Sin embargo tenemos que poner especial énfasis en

actualizar la información utilizada. Utilizando esta información histórica, agregando y quitando partes necesarias para el proyecto es posible realizar una estimación aproximada al monto total del proyecto.

Podemos identificar tres tipos de estimados de planeación: Estimados de acuerdo a la magnitud, estimados paramétricos y estimados factorizados.

El estimado de acuerdo a la magnitud se da en las etapas más iniciales de un proyecto, es decir, cuando se inicia la investigación de la factibilidad de llevar a cabo el proyecto. Se realizan aproximaciones en el costo de una manera muy global y con muy poco nivel de detalle. Debe realizarse en un periodo de tiempo muy corto (días), sin embargo el nivel de incertidumbre es muy alto, el rango de precisión es muy amplio. El porcentaje de certidumbre varía entre un -30% hasta un +50%, sin considerar la contingencia. La contingencia puede variar entre un 15-40%, adicional al porcentaje de variación.

El diseño e ingeniería del proyecto tiene un nivel de desarrollo muy bajo, 0-2%. Se basa en información histórica de proyectos anteriores, en la cual la intervención de los contratistas y proveedores es casi nula. Se debe contar con información relevante de presupuestos de proyectos anteriores.

Es muy útil cuando se pretende analizar distintas alternativas en las etapas iniciales de un proyecto. Cuando se analiza una sola alternativa, puede ser un indicador que muestre si se prosigue o no con el desarrollo del proyecto. Muchas veces forma parte de un estudio de factibilidad del proyecto, para conocer la inversión que requiere, los beneficios, los posibles problemas, entre otros.

Si el cliente no cuenta con el personal y/o recursos para llevar a cabo un estudio de este tipo, deberá solicitar los servicios de una compañía externa, que cuente con la capacidad de desarrollarlo. Un estimado de acuerdo a la magnitud es frecuentemente presentado dentro de un rango. Es mejor presentar la cifra como un rango entre \$4,500,000.00 y \$7,500,000.00, en vez de \$5,000,000.00 -10% +50%.

Un *estimado Paramétrico* esta basado en ciertas dimensiones del proyecto cuantificables como metro cuadrado, número de niveles, número de autos, número de camas, dependiendo del tipo de proyecto. Para lo que se requiere de una buena base de datos que contenga información histórica de proyectos anteriores o de una investigación veraz y actualizada para la solución del proyecto en puerta. En base a esta información se desarrollan los parámetros para agilizar la realización de estimados. En la Tabla 3.1 se presentan los cálculos de un estudio Paramétrico.

El *estimado factorizado* es utilizado mas frecuentemente para proyectos industriales, en los cuales el costo del equipo es el mayor magnitud. Cuando se quiere calcular el costo final de una planta se multiplica el costo del equipo multiplicado por un factor de 2, 3, 4 o mas veces, dependiendo el proyecto. Los factores se determinan analizando información historia de proyecto realizados previamente. Tal como se aprecia en la Tabla 3.2.

1. AREA POR PISO					
		8,400	pies²		
2. AREA TOTAL					
		35,000	pies²		
3. # PISOS					
		6			
4. AREA ESTACIONAMIENTO					
		100	autos		
5. DIVISIONES INTERIORES					
		20,000	pies²		
6. AREA DE MUROS EXTERIORES					
		19,200	pies²		
MUROS EXTERIORES	2	19,200	pies²	6.00	115,200.00
TECHO	1	6,400	pies²	2.00	12,800.00
PISOS	2	35,000	pies²	0.10	3,500.00
CIMENTOS	1	8,400	pies²	6.00	38,400.00
ELEVADORES	3	6	pisos	10,000.00	80,000.00
HVAC	2	35,000	pies²	6.00	210,000.00
ELECTRICO	2	35,000	pies²	6.00	210,000.00
HIDROSANITARIO	2	35,000	pies²	6.00	210,000.00
ACABADOS	5	20,000	pies²	5.00	100,000.00
ESTACIONAMIENTO	4	100	autos	100.00	10,000.00
PUERTAS Y VENTANAS	6	19,200	pies²	2.00	38,400.00
SUB-TOTAL					1,008,300.00
G & A					100,830.00
CONTINGENCIA (10%)					100,830.00
					1,209,960.00
UTILIDAD (10%)					120,996.00
					1,330,956.00

Tabla 3.1.- Estimado Paramétrico para un edificio de oficinas

COSTO		UNIDAD
INSTRUMENTACION	Sumar:	10%
SISTEMA ELECTRICO		8%
TUBERIAS Y VALVULAS		30%
ESTRUCTURA		5%
TRABAJO EN SITIO		47%
Nueva base: Equipo+Instalacion		100%
Agregar:		
Indirectos		15%
Contingencia		10%
		125%
Utilidad		10%
Calcular el Precio Total considerando el		135%

Tabla 3.2.- Estimado Factorizado

Estimado Preliminar de Ingeniería

Una vez aprobado el proyecto en la fase de planeación, se pasa a la fase de diseño, para lo cual la estimación tiene un mayor nivel de detalle que la anterior. Es aquí cuando se preparan planos preliminares, en donde se identifican las partidas y conceptos generales del proyecto. Se calcula la estimación en base al diseño y a las especificaciones, de carácter esquemático, y al estimado a través de un desglose cuantitativo de cada uno de los sistemas que conforman el proyecto.

Las estimaciones preliminares requieren de datos cuantitativos y del costo de cada sistema y subsistema correspondiente. En la organización de un estimado es importante contar con una buena organización, para lo cual se sugiere utilizar un desglose estructurado del trabajo (WBS = Work Breakdown Structure). Es recomendable presentar la estimación de acuerdo al orden en que será construido.

Una vez definidos los sistemas y subsistemas a cuantificar, el diseñador y el estimador deberán ponerse de acuerdo para unificar un criterio en la presentación del diseño y de la estimación, para que las distintas partes del proyecto tengan una debida correspondencia. Esto es necesario para revisar cada uno de los sistemas y subsistemas del proyecto, evitar omisiones en diseño y/o presupuesto.

La información cuantificable de costo se genera a partir del diseño preliminar y de los costos estándares, basados en la información del diseño preliminar y algunos detalles de los fabricantes, en caso de que sea requerido. Los planos preliminares muestran

información de manera conceptual, a partir de la cual el estimador obtiene los datos cuantificables que conformaran el estimado.

Es importante que la información de costos se obtenga a partir de fuentes confiables, precisas y actualizadas. Se puede tener de base los costos de proyectos anteriores similares y de cotizaciones solicitadas a contratistas y proveedores considerados para formar parte del equipo de construcción. Es muy conveniente para cualquier proyecto fomentar la participación directa de contratistas y proveedores desde las etapas iniciales, asegurando así la confiabilidad de la información de costos.

Es importante también ajustar los costos en base a las condiciones particulares del sitio en donde se desea construir. Los costos de cada uno de los subsistemas se estiman y suman para integrar. Cada sistema representa un peso diferente en relación al costo total del proyecto, por lo que es muy conveniente poner mayor atención en aquel o aquellos que representen el mayor peso en cuanto al costo se refiere. Es de vital importancia comprobar la veracidad, actualización y aplicabilidad de las fuentes de información de costos, así como la cuantificación de los diferentes elementos que lo componen.

En la Tabla 3.3 se presenta un ejemplo de estimado preliminar de ingeniería correspondiente a un edificio de un solo nivel con mezanine de 28x37m.

1. Subestructura	1070	m2	31.93		36,578	5.0%
a. Excavacion para cimientos	1456	m2	6.25	9,100		
b. Cimientos normales	1070	m2	25.68	27,478		
2. Superestructura	1768	m2	59.00		104,311	14.3%
a. Construccion del piso inferior	1067	m2	10.92	11,652		
b. Construccion del piso superior	701	m2	59.12	41,443		
c. Construccion de azotea	1067	m2	48.00	51,216		
3. Revestimiento exterior	2752	m2	37.04		101,947	14.0%
a. Muros abajo del piso	374	m2	27.36	10,233		
b. Muros arriba del piso	1252	m2	57.98	72,566		
c. Acabados de azotea	1067	m2	12.84	13,700		
d. Ventanas	33	m2	147.96	4,883		
e. Puertas y ventanas	16	m2	10.32	165		
f. Balcones y proyecciones	10	m2	40.00	400		
4. Particiones interiores	828	m2	13.30		11,016	1.5%
a. Particiones permanentes	725	m2	12.00	8,700		
b. Particiones moviles	28	m2	15.75	441		
c. Puertas	75	m2	25.00	1,875		
5. Movimiento vertical					34,867	4.8%
a. Escaleras	9	m	540.75	4,867		
b. Elevadores y montacargas	3	pasos	10,000	30,000		
6. Acabados interiores	2693	m2	13.21		35,587	4.9%
a. Acabados del piso	1298	m2	14.75	19,148		
b. Acabados del techo	500	m2	24.25	12,125		
c. Acabados de los muros	895	m2	4.80	4,298		
7. Accesorios y equipo					32,360	4.4%
a. Accesorios y herramienta				11,560		
b. Equipo				20,800		
8. Instalacion mecanica					153,825	21.1%
a. Plomeria y drenaje	1.5	conx.	500.00	750		
b. Proteccion contra incendios				10,000		
c. HVAC	12700	cm	11.25	142,875		
9. Instalaciones electricas					38,062	5.4%
a. Distribucion						
b. Alumbrado						
c. Sistemas especiales						
10. Gastos generales y utilidad (15%)					82,400	11.3%
Costo neto de construccion					631,731	86.8%
11. Desarrollo del lugar					20,000	2.7%
a. Servicios generales en el lugar						
b. Alteraciones				20,000		
c. Demolicion						
12. Contingencias					75,808	10.4%
a. Diseno (2%)				12,635		
b. Incrementos (5%)				31,587		
c. Construccion (5%)				31,587		

Tabla 3.3.- Estimado preliminar de ingeniería

Estimado Detallado

Conocido también como estimado definitivo, es el más preciso de los estimados y requiere de mucho mayor trabajo y tiempo para realizar. El rango de precisión es de $\pm 10\%$. Esta basado en una ingeniería de detalle. Para desarrollarlo se debe tener personal destinado específicamente a esta tarea, a la que se destinan muchas horas hombre para llegar a un nivel de detalle mucho mayor.

Se ubica en las últimas etapas del diseño preliminar, durante toda la ingeniería de detalle y durante la construcción del proyecto.

Debido a que se destinan muchos recursos en el desarrollo del estimado detallado, se debe monitorear y revisar el proceso continuo, y es necesario una revisión exhaustiva de los documentos previo a su utilización con fines de construcción o licitación. Este proceso de revisión de cada una de las partes del presupuesto adquiere gran valor, para evitar cualquier mal interpretación, omisiones y errores graves.

Es muy importante mantener una buena organización en la composición de estimados detallados. Se requerirá de una mayor cantidad de información de los distintos sistemas, subsistemas y componentes, alcanzando un gran nivel detalle en cada componente del proyecto. Los componentes del proyecto son aquellos conceptos a detalle del sistema constructivo.

La base de un estimado detallado son los planos detallados del proyecto, así como todas aquellas especificaciones y detalles correspondientes. Las cantidades junto con los insumos (mano de obra, materiales, equipo, etc.) formarán parte del costo preciso de los componentes del proyecto.

El costo de cada uno de los componentes del estimado se obtiene de manera similar a los estimados anteriores, ya sea información de proyectos anteriores, proveedores, contratistas y/o otras fuentes confiables de información, con la diferencia que se tiene mayor detalle en la cuantificación de cada uno de los componentes del proyecto, lo que permite obtener un estimado mas preciso.

Para aquellos componentes que requieran un mayor grado de especialización, se acude a los especialistas que puedan realizar el trabajo de manera satisfactoria. Es conveniente buscar dos o más alternativas de especialistas en el mismo ramo para tener un punto de comparación preciso. Observar claramente qué es lo que ofrecen, el costo, el tiempo de ejecución, y si se ajusta o no a lo requerido por el proyecto. Seleccionando así la mejor opción.

El costo obtenido de proyectos anteriores similares deberá ser revisado, con fines de actualización y complementación para su uso dentro del estimado detallado.

Costo de construcción		\$ 7,903,790.83	81%
Honorarios de diseño e ingeniería	750,000		
Topografía del lugar	27,000		
Estudios de mecánica de suelos	15,000		
Tarifas municipales	9,700		
Reembolsables	36,000		
Asesoría	32,500		
Gastos legales y aseguranza	18,900		
Muebles, equipo y accesorios	750,000		
Administración	120,000	\$ 1,758,100.00	18%
		\$ 9,662,890.83	
Contingencia		\$ 150,000.00	2%
Costo total del proyecto		\$ 9,812,890.83	100%

Tabla 3.4.- Resumen de una estimación detallada

[+] Condiciones generales				500,000.00	6.33%
[+] Lugar general de la obra				120,162.00	1.52%
[+] Caminos, banquetas y estacionamiento				184,949.00	2.34%
[+] Instalacion electrica del lugar				3,777.00	0.05%
[+] Alumbrado en el lugar				12,167.00	0.15%
[+] Demolicion				7,396.00	0.09%
					7.34%
Relleno y excavacion de losa de cemento compacta	1986	m3	4.10	8,142.60	
Colocacion y retiro de equipo	1	pza	4,625.00	4,625.00	
Casetones de concreto y pozos de acceso	128	m3	193.92	24,821.76	
Casetones de concreto y conexiones hembra de tuberia	88	m3	389.98	34,318.24	
Casetones de concreto reforzados	6170	kg	1.10	6,787.00	
Excavacion y relleno de remates (topes de pilote)	253	m3	4.81	1,216.93	
Cimbrado de remates	80	m2	32.00	2,560.00	
Reforzado de remates	1402	kg	1.25	1,752.50	
Concreto de remates	40	m3	66.25	2,650.00	
Cimbrado del pilar	50	m2	32.00	1,600.00	
Reforzado del pilar	540	kg	1.25	675.00	
Pilar de concreto	10	m3	73.50	735.00	
Perno de anclaje, plancha de fondo, enlechado de cemento	44	c.u.	131.75	5,797.00	
Excavacion y relleno de vigas de nivelacion	107	m3	5.69	608.83	
Cimbrado de vigas de nivelacion	300	m2	25.00	7,500.00	
Refuerzo en vigas de nivelacion	1200	kg	1.25	1,500.00	
Concreto en vigas de nivelacion	53	m3	69.36	3,676.08	
Cimbra deslizante para muros de cimentacion (3x6m)	900	m2	27.25	24,525.00	
Cimbra deslizante para muros de cimentacion (3x8m)	5989	m2	28.60	171,285.40	
Refuerzo en muros de contencion	50000	kg	1.10	55,000.00	
Muros de concreto de los cimientos	1235	m3	74.73	92,291.55	
Acabado de concreto pulido	391	m2	4.80	1,876.80	
Juntas de construccion	20	m	6.06	121.20	
Nivelacion de asfalto a prueba de humedad, 3mm	793	m2	6.50	5,154.50	
Excavacion y relleno de losa de cimentacion	4774	m3	4.79	22,867.46	
Cimbra deslizante en losa de cimentacion	155	m2	21.60	3,348.00	
Reforzado de losa de cimentacion	45600	kg	1.00	45,600.00	
Concreto en losa de cimentacion	676	m3	67.03	45,312.28	
Cimientos del equipo	5	m3	275.60	1,378.00	
Tuberia de concreto para muro poroso, 100mm	220	m	8.34	1,834.80	
Cimbrado de losa de cimentacion de fosa	3	m2	21.00	63.00	
Refuerzo en losa de cimentacion de fosa	150	kg	0.90	135.00	
Concreto en losa de cimentacion de fosa	2	m3	73.50	147.00	
Sumidero del drenaje	1	unidad	142.00	142.00	
[+] Pisos en explanada				68,954.00	0.85%
[+] Superestructura				1,384,032.00	17.51%

[+] Techado	88,138.00	1.24%
[+] Muros exteriores	1,072,977.00	13.58%
[+] Particiones	661,322.00	8.37%
[+] Acabados en paredes	175,855.00	2.23%
[+] Acabados en piso	31,248.80	0.40%
[+] Acabados en techo	158,884.00	2.01%
[+] Sistemas transportadores	222,867.00	2.82%
[+] Especialidades	34,812.00	0.44%
[+] Equipo fijo	6,737.00	0.08%
[+] Sistema de agua caliente	34,502.00	0.44%
[+] Sistema de enfriamiento por agua o sistema de agua fría	156,135.00	1.98%
[+] Sistemas de distribución de aire	1,194,780.00	15.12%
[+] Sistema de combustible	7,727.00	0.10%
[+] HVAC diversos	11,486.00	0.15%
[+] Abastecimiento de agua	45,080.00	0.57%
[+] Eliminación de aguas negras	18,567.00	0.25%
[+] Sistema de desagüe de agua pluvial	43,083.00	0.55%
[+] Protección contra incendios	27,380.00	0.35%
[+] Eliminación de aguas negras	175,866.00	2.23%
[+] Sistema de desagüe de agua pluvial	43,083.00	0.55%
[+] Protección contra incendios	27,380.00	0.35%
[+] Accesorios de plomería	36,875.00	0.47%
[+] Ramales	334,886.00	4.24%
[+] Pararrayos	248,772.00	3.15%
[+] Sistemas de comunicación	114,882.00	1.45%
[+] Equipo eléctrico diverso	60,370.00	0.76%

Tabla 3.5.- Estimación detallada de un edificio de oficinas en Toronto.

(2 de Febrero, 1981)

Estimados de Control

Permite realizar una predicción detallada del plan de ejecución del proyecto. No solo refleja su relación con el programa, si no también identifica las condiciones económicas bajo las cuales un proyecto será ejecutado.

El nivel de detalle debe ser tal que permita medir el desempeño del proyecto, concepto por concepto. Deberá estar disponible para cuando se necesite. Sirve para prever acciones futuras, planeadas previamente, que ocurrirán en el transcurso del proyecto.

Es una parte esencial para el control de costos de cualquier proyecto. Se desarrolla a partir del estimado definitivo y continua practicante durante la duración del proyecto en su fase de construcción/ejecución.

La técnica usada con mayor frecuencia es el detectar los problemas potenciales comparando lo planeado contra lo actual. Para lograr esto es necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Comparación.- para encontrar el problema.
2. Predicción.- para predecir la magnitud del problema.
3. Análisis.- determina la razón del problema.
4. Acción correctiva.- seleccionar la alternativa de menos impacto en el costo.
5. Revisión del pronóstico.- refleja el impacto de la acción correctiva en el costo del proyecto.

Pintura	1500	-	1500	1500	-
Papel Tapiz	2000	-	2000	2000	-
Piso de mosaico	3000	3500	-	-	+500
Alfombra	<u>2500</u>	<u>2700</u>	-	-	<u>+200</u>
Análisis:	Malas decisiones en compra de piso de mosaico y alfombra.				
Acción correctiva:	Comprar pintura y papel tapiz con menor costo.				
Pronóstico:	Costo total = 9000 + 700 = 1300				

Tabla 3.6.- Ejemplo de un efectivo control de costos

En la tabla 3.6 se aprecia la aplicación de estos cinco pasos en el ejemplo de un proyecto de remodelación que incluye sólo 4 partidas.

Proceso de estimación

Para realizar una estimación se sigue un proceso, el cual consiste en juntar toda aquella la información necesaria, con el fin de ordenarla, evaluarla, documentarla, y administrarla de una manera organizada.

Los principales factores para son la estandarización del proceso de preparación de estimados, alineación para conseguir los objetivos entre el cliente y el estimador o equipo responsable de la estimación según sea el caso, la selección de la metodología de la estimación dependiendo el nivel de precisión que se quiere alcanzar, obtener la información del proyecto y la información histórica de proyectos anteriores similares, organizar el estimado en un formato predeterminado, documentar y comunicar las bases del estimado con el nivel de precisión correspondiente, revisión del estimado, y retroalimentación de su implementación en el proyecto.

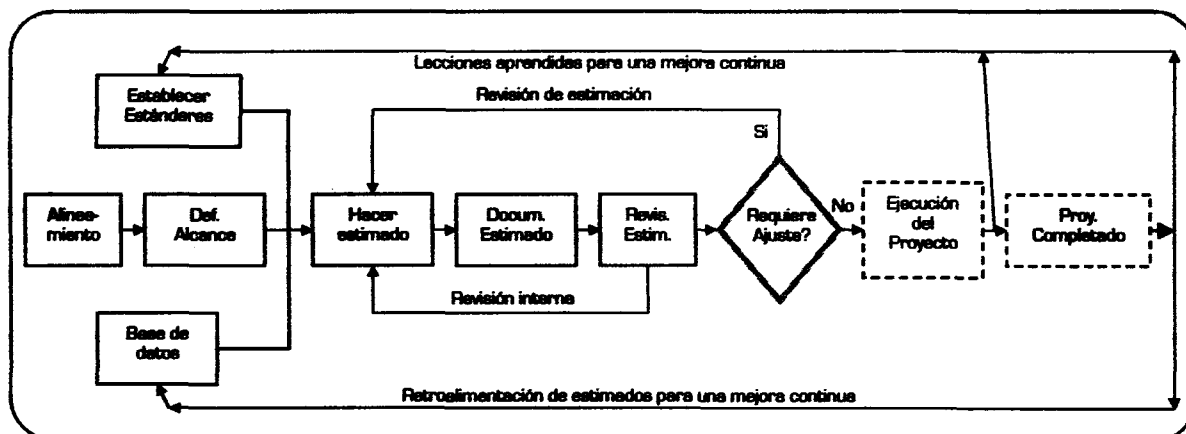


Figura 3.2.- Proceso de estimación (Oberlender, 2000)

Un buen estimado es aquel que puede ser interpretado fácilmente y es posible identificar el trabajo necesario a ser realizado para completar el proyecto.

Una vez definido el alcance del proyecto, es conveniente desarrollar un plan de trabajo, que identifica el trabajo necesario para preparar el estimado, incluyendo los

responsables, el tiempo para realizarlo, y el presupuesto base para preparar el estimado. En este plan de trabajo se define el nivel de precisión que se desea tener, así como la metodología y técnicas para alcanzarlo.

Es importante que exista una buena comunicación entre el equipo que está desarrollando el estimado y el cliente, para asegurar que se vaya por el rumbo correcto en el proyecto, así como para la aclaración de cualquier duda que pueda surgir en el proceso.

Después de realizar el estimado, se presenta un documento para ser revisado, corregido, y que sirva de base para los futuros estimados. Se asigna cierta contingencia, para representar los riesgos e incertidumbre que puedan presentarse durante el proyecto. Es muy importante considerar la contingencia en el costo de un proyecto, que generalmente se obtiene a partir de un análisis de riesgo. Dependiendo de los riesgos y el nivel de confianza del proyecto, es como se determina la contingencia para el estimado.

La retroalimentación y lecciones aprendidas son básicas para tener una mejora continua en la proceso elaboración de presupuestos, fortaleciendo la base de datos y mejorando los estándares, formando un ciclo continuo en el proceso de estimación.

El alineamiento entre el equipo que va a realizar el estimado y la organización del cliente es muy importante, particularmente cuando se elaboran los estimados iniciales. Es importante tener un buen puerto de comunicación para asegurar que se tenga un entendimiento claro de las expectativas del cliente en cuanto al proyecto. Esta comunicación es sumamente importante, antes de iniciar el estimado y durante el proceso de desarrollo, para evitar cualquier confusión o malentendido.

Una buena definición del alcance del proyecto es muy importante para la realización de un buen estimado. La precisión del estimado esta en relación a la cantidad de información con la que se cuenta. En muchas ocasiones la falta de definición del alcance ocasiona incrementos no previstos en el costo, terminación del proyecto

posterior a la fecha pactada, posibles disputas, y un sinnúmero de problemas durante el desarrollo del proyecto.

El nivel de definición del alcance es muy importante en la elaboración del estimado, pero no lo es del todo. La experiencia del equipo responsable de realizar el estimado es igualmente importante. Si estos dos factores se llevan a cabo de manera satisfactoria, obtendremos como resultado un estimado confiable del costo del proyecto.

Organización

La Organización es la parte más importante de cualquier proyecto, de ella depende la integración de cada una de sus partes e influirá en el resultado final, es decir, el éxito o fracaso del proyecto.

WBS (Work Breakdown Structure)

Cualquier proyecto, sin importar el tamaño o complejidad, es necesario que se defina claramente el desglose estructurado del trabajo, el cual divide el proyecto en partes identificables para ser administradas.

La WBS un elemento de trabajo lógico, discreto y medible para la organización de proyectos. Se desarrolla en base al trabajo que requiere ser realizado para completar el proyecto. Facilita la integración entre el costo y el programa del proyecto, para el cual cada componente se identificara en costo y tiempo. Sirve de base para medir, analizar, evaluar y proyectar a futuro los avances del proyecto respecto a lo planeado.

La WBS muestra todos los sistemas, subsistemas y componentes de la totalidad del proyecto de una manera gráfica, representando la división de trabajo requerida en los distintos niveles del proyecto, como se aprecia en la Figura 3.3. El número de niveles estará en función del tamaño y complejidad del proyecto.

El nivel mas bajo lo representan los paquetes de trabajo, deberán ser definidos con el suficiente detalle. Servirá como la unidad que podrá ser medida, presupuestada, programada y controlada dentro del proyecto. La WBS forma la base de la integración

del diseño, costo y programación, durante las primeras etapas del proyecto, y se extiende durante la construcción y la administración, hasta la finalización del mismo.

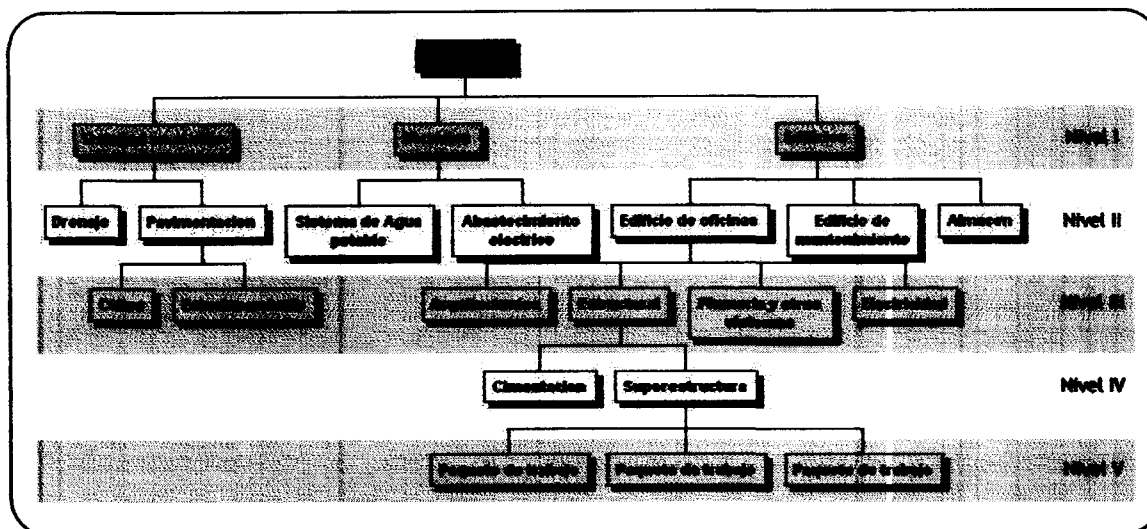


Figura 3.3.- Desglose estructurado del trabajo (WBS – Work Breakdown Structure)

Una parte complementaria de la organización del proyecto son los códigos de cuentas asignadas a cada parte del proyecto. Es recomendable que los códigos de cuentas sean asignados por el equipo responsable de la estimación, ya que la estimación se expresa en relación a la lógica de construcción del proyecto. El equipo de estimación será el responsable por la planeación de los costos, así como llevar el control y realizar predicciones del comportamiento del proyecto durante todo su desarrollo.

Los códigos de cuentas serán capaces de ordenar cada parte del proyecto, tanto las estimaciones como la programación, dibujos, ordenes de compra, predicciones de costo, ordenes de cambio e inclusive la organización de la base de datos para futuras estimaciones y proyectos.

Las Tablas 3.6 y 3.7 presentan dos maneras de integrar los códigos de cuentas. Se selecciona un sistema de codificación dependiendo del proyecto que se tenga. Inclusive se puede integrar a las personas responsables en la codificación, como se observa en la Tabla 3.7. En ocasiones se pueden utilizar letras en vez de números.

Tipo		Tipo		Tipo		Tipo	
En sitio	01	Mano de Obra	1	Excavacion	0	Excavacion Manual	001
Fuera del sitio	02	Material	2	Concreto	1	Excav. Con Maquinaria	002
Servicios	03	Subcontrato	3	Acero estructural	2	Trincheras	003
		Equipo	4	Equipo/Maq.	3		
				Electrico	4	Cimbra	100
				Hidro-sanitaria	5	Refuerzo	101
				Pintura e insul.	6	Colado cimentacion	102
Ejemplo: 01 - 1 - 1 - 100							
Es decir "Mano de obra para preparacion de cimbra en sitio"							

Tabla 3.7.- Ejemplo 1 de codificación en un proyecto

Sin asignar		Sin asignar		Sin asignar		Sin asignar	
0	Sin asignar	0	Sin asignar	0	Sin asignar	0	Sin asignar
1	Ingenieria	1	Subbase	1	Arquitectonico	1	Carlos Huerta
2	Contrato de diseno	2	Pavimentacion	2	Civil	2	Jose Lopez
3	Construcción en sitio	3	Drenaje pluvial	3	Estructura	3	Juan Chavez
4	Edificio de oficinas	4	Servicios subterraneos	4	Hidro-sanitario	4	Evela Sanchez
5	Edificio industrial	5	Edificio A	5	Electrico	5	Joaquin Rojas
		8	Edificio B	8	Paisaje	8	Erika Munguia
		7	Paisaje	7	Ingenieria proy.	7	
Codigo No. []							

Tabla 3.8.- Ejemplo 2 de codificación en un proyecto

Bases de Datos

Para lograr una integración en el costo, se requiere de información actualizada para cada uno de los componentes del proyecto. Las bases de datos contienen esa información de costos necesaria para el desarrollo del proyecto. La confiabilidad de la información es parte fundamental ya que el costo de la totalidad del proyecto se desarrolla a partir de esta plataforma. Cualquier error en la información puede llevar a consecuencias no deseadas, ya sea un impacto en la utilidad para alguno(s) de los participantes del proyecto y/o para el proyecto en sí.

Las bases de datos tienen distintas fuentes de información: información histórica de proyectos anteriores, libros y publicaciones especializados en el costo de construcción. El catalogo de conceptos es una base de datos que contiene información de las

distintas actividades que intervienen en el desarrollo de un proyecto, generalmente enfocado a la construcción. Se compone a partir del análisis de la actividad o concepto en particular, incluyendo cada una de sus partes (mano de obra, material, equipo, etc.).

Para los materiales se necesitan los precios unitarios (precio por tonelada, metro cúbico, metro cuadrado, etc.). Para obtener el costo de la mano de obra es necesario conocer la productividad trabajo a ser realizado, considerando las condiciones del sitio donde se desarrollara la actividad.

Una vez seleccionados los datos necesarios para desarrollar el proyecto, es importante proceder a organizarlos. La organización se basa en la codificación de los costos, en relación a los códigos de cuentas del proyecto. Al analizar los datos podemos identificar aquellos elementos que pueden o no formar parte del presupuesto. Deben de considerarse los siguientes factores en el análisis de los datos:

- *Periodo de tiempo.*- periodo en el que serán relevantes los datos (los datos reflejan las condiciones del mercado para mediados del 2006).
- *Contenido.*- especificaciones del artículo representado en los datos (tubo de acero galvanizado, peso estándar, cedula, etc.).
- *Ambiente físico.*- condiciones físicas consideradas en los datos (construcción a la orilla de la playa - consideraciones particulares incluidas).
- *Ambiente no físico.*- aquellas condiciones (no físicas) que se incluyen en los datos (jornadas laborales de 40 horas semanales, turno de día).

Tomando en consideración estos hechos, es posible identificar Factor de ajuste para que la información coincida con las condiciones de un proyecto en particular. Las publicaciones y libros no siempre proveen información sobre las bases que consideraron para deducir los datos, por lo que se debe de considerar que la información se basa en consideraciones normales.

La información contenida en la base de datos debe ser cuidadosamente analizada y constantemente actualizada.

Contingencia

Se le conoce así a la cantidad de dinero que es agregado al estimado base con el propósito de prever aquellas incertidumbres que puedan presentarse durante la ejecución del proyecto, por ejemplo alza en los precios, omisiones, errores, mayor tiempo del esperado para la ejecución de los trabajos, cambios en el alcance por parte del cliente, etc.

El Documento Internacional 18R-97 de la AACE define a la contingencia como "una cantidad de dinero o tiempo (u otros recursos) agregados a estimado base para alcanzar un nivel de confianza específico o permitir la posibilidad de que se requieran cambios identificados a través de la experiencia".

La contingencia es un componente necesario de un estimado. La ingeniería y la construcción poseen un riesgo inminente debido a que existen muchas incertidumbres, particularmente en las etapas iniciales de desarrollo del proyecto. Para definir la contingencia de un proyecto se deben de tomar en cuenta las dificultades para llevar a cabo el proyecto y las posibles variaciones que puedan presentarse.

Generalmente se asigna como un porcentaje del estimado base. Basado en la experiencia de proyectos pasados. Aunque es un proceso relativamente sencillo, el éxito de este depende de la experiencia del estimador y de la información histórica de proyectos similares. Es el método más sencillo para obtener la contingencia. El porcentaje se asigna dependiendo del nivel de definición del alcance o de la información disponible al momento de preparar el estimado, así como de la etapa del proyecto en la cual se desarrolla.

Mejora continua en el proceso de estimación

Muchos piensan que el rol de estimador se limita a la estimación. Pero el estimador puede ser una pieza importante en la ejecución del proyecto. Cuando lo involucramos durante la fase de construcción del proyecto le permite estar al tanto del proyecto con

el fin de identificar aquellos elementos que se puedan salir del estimado o presupuesto, evitando potenciales sobrecostos. Es importante mantenerlo al tanto del comportamiento del proyecto durante el tiempo, permitiéndole revisar los reportes periódicos generados en la construcción del proyecto.

Durante la ejecución del proyecto, el estimador puede ser de gran ayuda cuando se necesite recalcular el estimado, hacer modificaciones, etc. Puede analizar el impacto de los cambios en los costos.

Para lograr la mejora continúa en el proceso de estimación es necesario tener una retroalimentación continua, así como las lecciones aprendidas al final de un proyecto, que permitirán al estimador o equipo responsable de la estimación mejorar el proceso de estimación, mejorar los estándares y la práctica.

También será posible la actualización de la base de datos, actualización en costos de materiales, mano de obra, productividad laboral, que ayude a incrementar el nivel de precisión de los estimados futuros.

El reporte final de costos del proyecto es la herramienta más importante en la mejora continua del proceso de estimación porque provee una retroalimentación real que puede ser comparada con el estimado inicial. Se pueden identificar y eliminar riesgos para futuros estimados.

La mejor fuente de mejora para el proceso de estimación es la información proveniente de la propia organización. La organización cuenta con un sinnúmero de documentos de proyectos anteriores que puede ser utilizada para futuros proyectos. Para no analizar toda esa vasta información, se puede enfocar en dos elementos básicos: los estimados definitivos y el reporte final del proyecto terminado.

La retroalimentación es una parte integral en el proceso que incrementará el nivel de precisión de futuros estimados.

4 INGENIERÍA DE VALOR

INGENIERÍA DE VALOR

Antecedentes

El final de la segunda guerra mundial marco el principio de la búsqueda de efectividad y reducción en el costo de la industria en general. El Sr. Harry Erlicher –Vicepresidente de Manufactura de la General Electric Company- durante este periodo de guerra se percató que a falta de materiales por la guerra, era necesario la búsqueda de otros materiales que cumplieran satisfactoriamente con la función de estos materiales con los que no se contaba. Se dieron cuenta que muchos de estos materiales si cumplían con la función para la cual eran requeridos, y en muchas ocasiones excedían las expectativas.

En 1947, Larry Miles invento el termino "Análisis de Valor" (AV) en una planta de GE (General Electric) en Lynn, Massachussets. Pero no fue hasta 1952 cuando GE comenzó a capacitar su personal, proveniente de distintas plantas de GE, sobre las técnicas de Análisis de Valor. Le tomo a Miles y su equipo de trabajo 5 años para organizar y armar las técnicas de la nueva metodología con el objetivo principal de reducción de costos en la producción. Este método ha sido muy fructífero para GE durante todos estos años.

En 1959 se creó la Sociedad Americana de Ingenieros de Valor en Washington, D.C., con el fin de promocionar el crecimiento de este sector. Como resultado de estas actividades y de grandes resultados obtenidos utilizando técnicas de análisis de valor, la mayor parte de la industria americana ha mejorado sus ganancias y su posición competitiva en el mercado nacional e internacional.

Definición

Ingeniería de Valor (IV)

"Término empleado cuando las técnicas para ahorrar costos son aplicadas durante el diseño y desarrollo de un producto". [11]

"La IV puede ser definida como el proceso de relacionar las funciones, la calidad y los costos del proyecto en la determinaciones de soluciones óptimas para el proyecto". [12]

"IV es una técnica administrativa comprobada usada para identificar las distintas alternativa para satisfacer los requisitos de un proyecto mientras se reducen costos y se asegura la competencia técnica del desempeño". [13]

La clave de la IV es encontrar la solución óptima del proyecto, cumpliendo con las necesidades del cliente, satisfaciendo la función, calidad y costo esperado. Son herramientas que nos permiten tener un acercamiento organizado y sistemático en la reducción de costos.

Se debe identificar primero la función de las distintas partes de proyecto, para luego buscar satisfacer esta función con el menor costo posible sin minorizar el rendimiento.

Fases de la Ingeniería de Valor

1. Selección del equipo IV

Cuando se implementa la IV, se debe afrontar con un equipo multidisciplinario bien organizado. El líder es el que supervisa a los miembros del equipo, cada uno de los miembros debe tener amplio conocimiento en alguna de las áreas del proyecto, con el fin de desarrollar ideas a favor del proyecto. La clave de un estudio de IV es el conocimiento y la experiencia de los miembros del equipo.

2. Reunir la información necesaria

Consiste en agrupar toda la información técnica y de costos relacionada al proyecto.

3. Brainstorming (Lluvia de ideas)

Basado en la información reunida, se deberán tener varias alternativas de reducción de costos, las cuales serán discutidas y documentadas. El diseño original del proyecto sirve de base para comparar las alternativas desde el punto de vista técnico y de costos.

4. Evaluación de alternativas

Se analizan y evalúan aquellas alternativas que representan una mayor probabilidad de reducción de costos a lo largo del proyecto. A cada alternativa se le asigna un lugar de acuerdo a su potencial para reducir el costo y a su posibilidad de ser aceptada por el cliente.

5. Desarrollo de alternativas

Cada una de las alternativas seleccionadas es analizada al detalle con el fin de determinar si realmente presentara los beneficios estimados previamente. Para cada alternativa se desarrollara un análisis de costo de capital, de operación y de mantenimiento, si es posible.

6. Hacer recomendaciones

El desarrollo de cada una de las alternativas es presentada por el líder a todo el equipo de IV, para seleccionar la o las mejores opciones, para ser presentadas al cliente.

7. Implementación

El cliente elige la o las alternativas a implementar. Se contacta al contratista involucrado para que implemente estos cambios que beneficiarán tanto al dueño como a él mismo.

Ingeniería de valor en el diseño

El objetivo principal de cualquier diseño para cierto proyecto es el obtener la solución óptima para el problema de diseño. La IV integra las disciplinas que intervienen en un proyecto de construcción. Dentro del ciclo de vida de un proyecto (Figura 4.1), los mejores resultados se obtienen en su implementación en las etapas iniciales, cuando se empiezan a evaluar las alternativas, tanto en diseño, materiales a utilizar, sistema constructivo, etc.

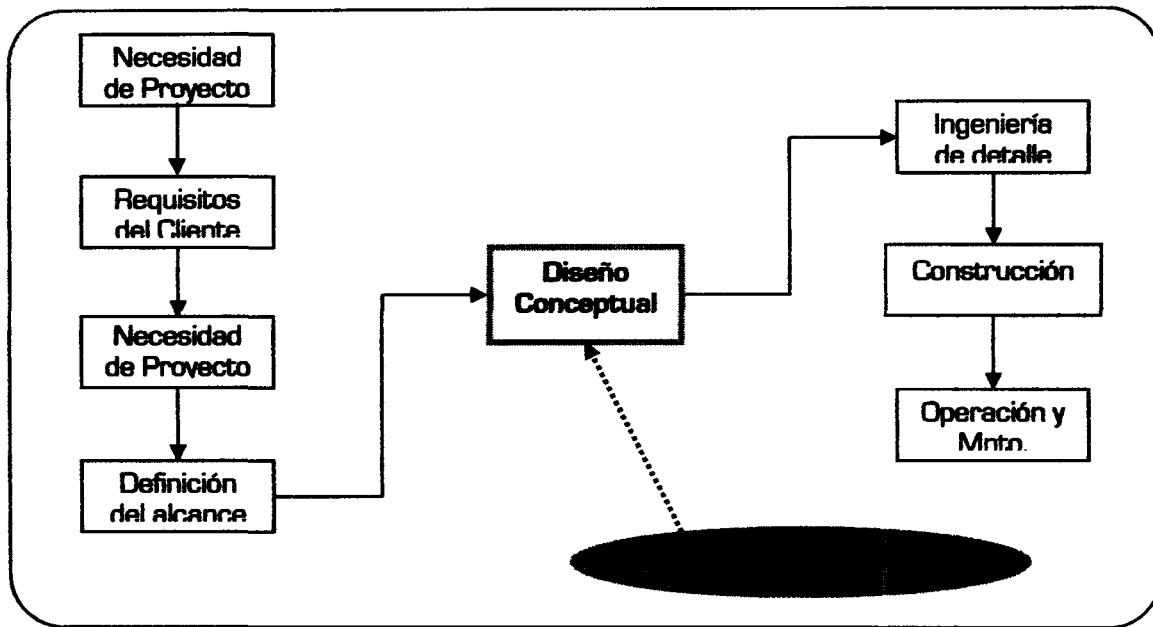


Figura 4.1.- Ingeniería de Valor (IV) en el ciclo de vida de un proyecto

Los estudios de IV realizados y aplicados en la etapa de diseño presentan los mayores ahorros en costo (Figura 4.2).

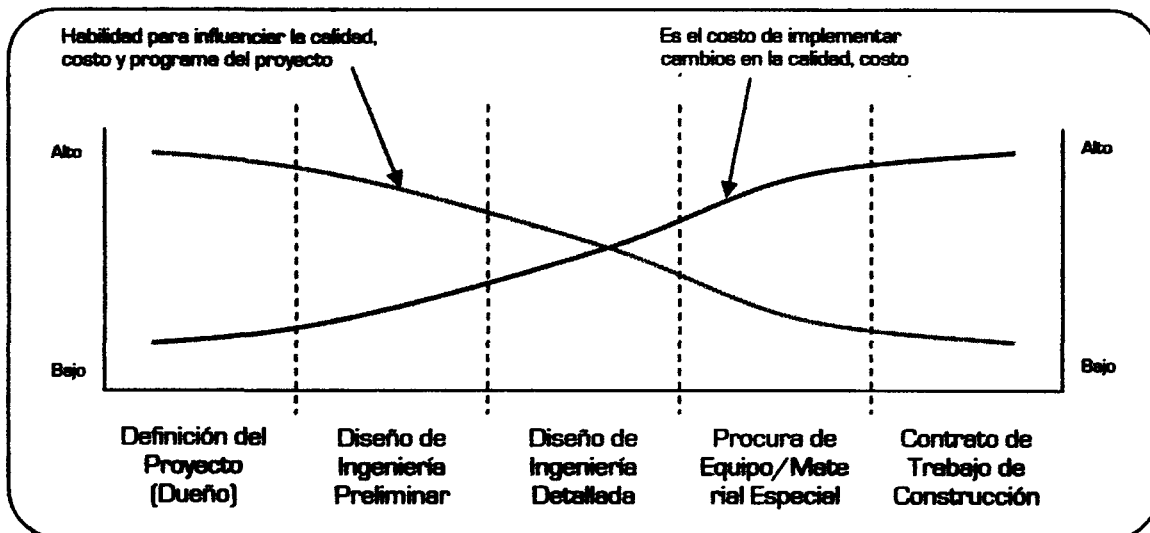


Figura 4.2.- Importancia de tener una definición clara del proyecto durante las etapas iniciales del proyecto. [Oberlender, 2000]

El proyecto debe atender las necesidades del cliente y de los usuarios finales del proyecto, optimizando el costo, el programa, la calidad y la función.

La IV interviene desde el diseño. Empieza con la correcta satisfacción de los requisitos del cliente. Desde la correcta distribución de áreas, optimización de los espacios, ya que no siempre el aumentar o ampliar las dimensiones de un espacio significa que será mejor, sino que cada espacio debe ser suficiente para que se desenvuelvan las actividades para las que fue destinado.

Haciendo una detallada revisión de cada una de las áreas del proyecto se pueden identificar oportunidades de optimización del espacio, de esta manera estaremos implementando la IV al diseño, proporcionando así calidad al diseño del proyecto. Así sucesivamente se puede aplicar durante toda la etapa de diseño.

La calidad del diseño tiene un gran impacto en las siguientes etapas del ciclo de vida del proyecto. Producir diseño de calidad depende de la coordinación entre las distintas disciplinas involucradas en el proceso.

Ingeniería de valor en la industria de la construcción

Se define la IV como "la aplicación consciente sistemática de un conjunto de técnicas que identifican las funciones necesarias, establecen valores para estas funciones y desarrollan alternativas para realizarlas a un costo menor".

La IV implica ahorro en costos y compartir los beneficios con el cliente, idealmente debe aplicarse antes de que comience la etapa de construcción. Involucra cambios, sobre todo en el diseño en un periodo corto de tiempo.

Para cada proyecto se requiere de un diseñador y de un constructor. Aunque en muchas ocasiones se encuentran bajo el mismo techo, sin embargo pueden trabajar como entidades independientes, pero en continua relación, ligadas por el proyecto. La prioridad principal para ambos es el proyecto.

Una ingeniería organizada desde las etapas iniciales de un proyecto puede reducir significativamente los costos en todo su ciclo de vida. El concepto de IV requiere que el contratista evalúe todas las opciones que le agreguen valor al proyecto, tales como las



especificaciones, el presupuesto y el programa de obra, y signifiquen reducciones en costo.

El cliente y el constructor o diseñador deben alcanzar un entendimiento mutuo, claramente definido en el contrato, para desarrollar un sistema de gratificación por desempeño gracias a la utilización de la IV (Fig. 4.3). Existen dos tipos de cláusulas que pueden agregarse al arreglo contractual que beneficiará a ambos: Primera, una cláusula de incentivo en el cual el contratista es alentado a desarrollar, preparar y presentar una propuesta de cambio de IV; Segunda, un programa en el cual se obliga al cliente a pagar por el esfuerzo específico realizado para aplicar la IV al proyecto.

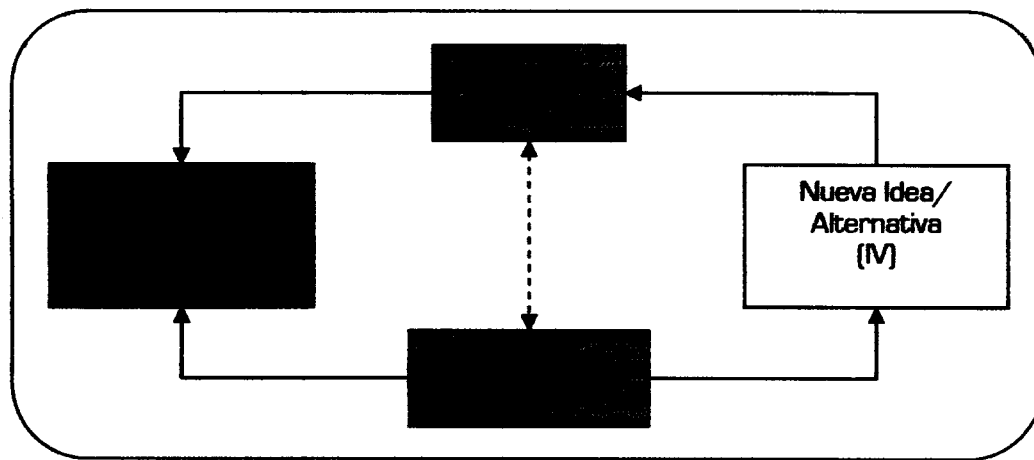


Figura 4.3.- Beneficios de la Ingeniería de Valor

La IV puede ser aplicada a cualquier tipo de proyectos, tanto públicos como privados. Y si es llevada a cabo satisfactoriamente traerá grandes beneficios al proyecto y a los involucrados en desarrollarlo.

La técnica de ingeniería de valor se aplica al proyecto entero puede aplicarse en cualquier etapa: diseño, procuración, construcción, administración.

Se aplica la IV a los distintos niveles del proyecto desde los niveles mas altos del proyecto (sistemas), pasando por los niveles intermedios (sub-sistemas), hasta el nivel más bajo (componentes). Se debe empezar por analizar los sistemas, una vez definido atacar cada uno de los subsistemas, y así sucesivamente hasta encontrar el mejor

escenario para el proyecto aplicando los conceptos de IV. Tal como se aprecia en la Figura 4.4.

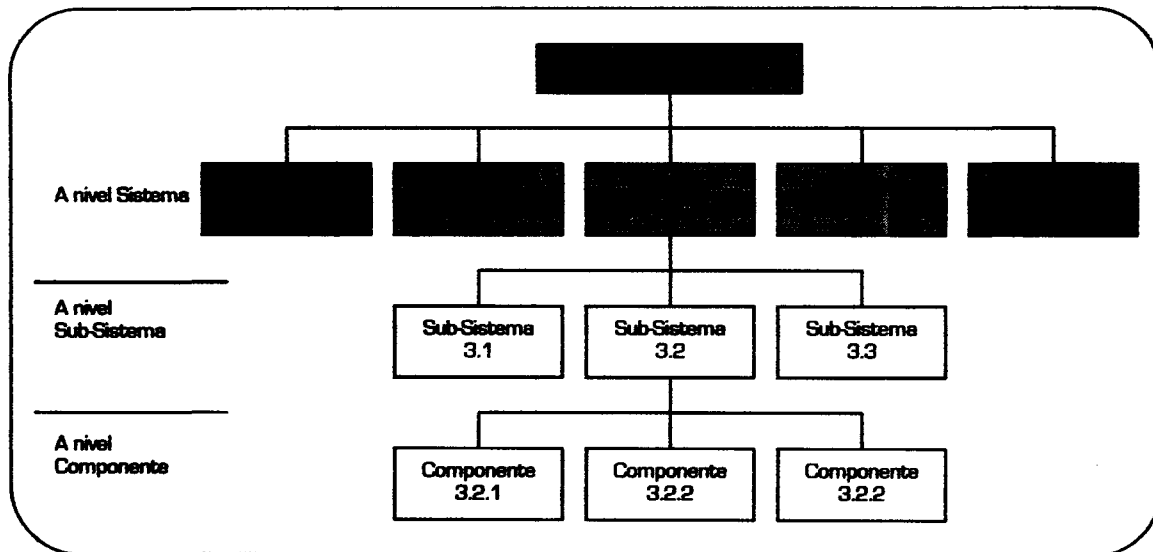
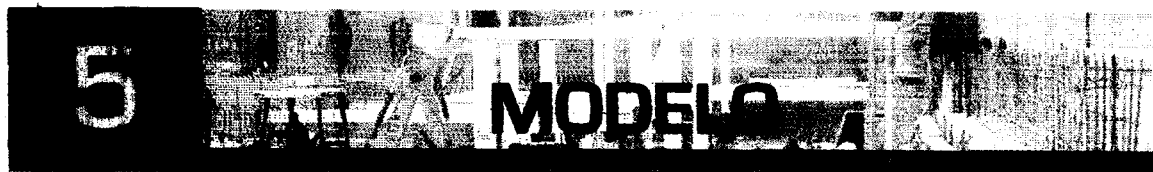


Figura 4.4.- La ingeniería de valor (IV) aplicada en los distintos niveles del proyecto

Los ahorros obtenidos gracias a la aplicación de la IV son divididos. Dependiendo el esquema de contratación y de los acuerdos entre el cliente y el contratista, los beneficios se dividen, típicamente 50/50 para un esquema de Precio Alzado.



MODELO

Introducción

Las etapas de diseño y presupuesto tienen un gran impacto en el desarrollo de cualquier proyecto de construcción. Dependen directamente de la definición del alcance, entre mejor este definido el proyecto, mas preciso será el estimado.

El presente modelo pretende establecer una interacción entre el diseño y el presupuesto, con la ayuda de un software, analizando distintas alternativas para un mismo proyecto de vivienda unifamiliar.

Objetivo

El objetivo del modelo es proporcionar una interfase entre las etapas de diseño y presupuesto, que se integren de tal manera que ayude a crear estimados más exactos, con un nivel de confiabilidad más alto y que se cumpla con los siguientes puntos:

- Modificaciones en diseño reflejados en el presupuesto
- Modificaciones en costos reflejados en el presupuesto
- Modificaciones de la calidad de los materiales en el presupuesto
- Análisis de distintas alternativas para un mismo proyecto
- Formar una base sólida para la toma de decisiones

Descripción

El modelo consiste en la elaboración de estimados detallados utilizando un software llamado On-Sreen TakeOff, con el fin de establecer una interacción directa entre el diseño y presupuesto para un proyecto de vivienda unifamiliar, aplicable a cualquier tipo de proyecto de construcción (Figura 5.1). Con la ayuda de este software es posible integrar estas dos disciplinas para obtener estimados mas precisos, ahorro significativo en el tiempo de elaboración de estimados, así como el análisis de distintas alternativas para un mismo proyecto.

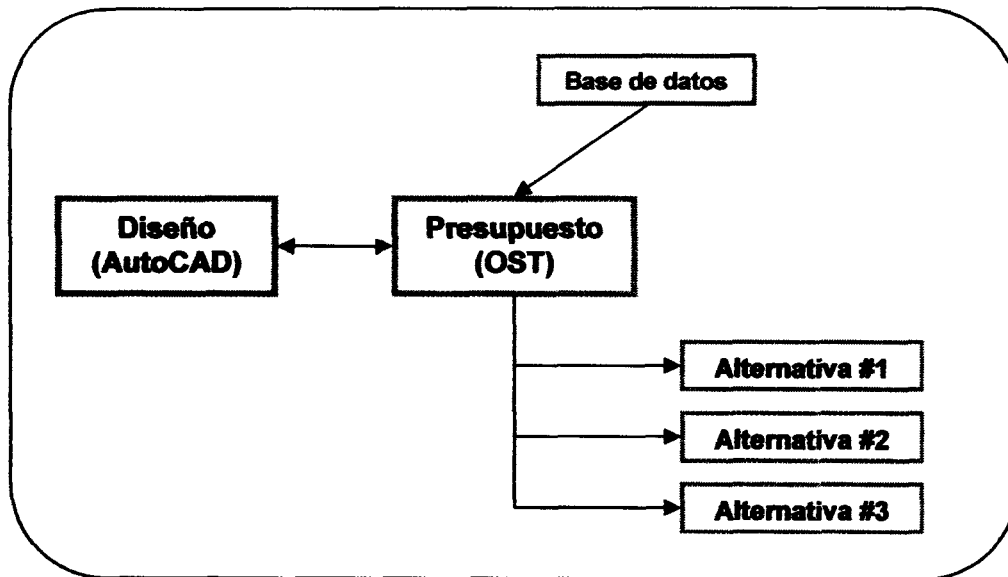


Figura 5.1.- Modelo de interacción entre diseño y presupuesto para proyectos de construcción

Características del software

Para el diseño asistido por computadora se utilizó el programa AutoCad, en la elaboración de planos y detalles del proyecto, AutoCAD es actualmente es el software mas popular en nuestro país el diseño de proyectos de construcción.

Para la presupuesto se utiliza el programa On Screen Take-Off (OST) versión 3.2.1.108 de la compañía On-Center Software. La compañía On-Center Software, nacida en Estados Unidos, tiene con muchos años incursionando en el campo de la creación de software especializado para presupuestos y para control de proyectos de construcción en ese país. Este programa es prácticamente desconocido en México.

Interfase entre Diseño y Presupuesto

La interfase la lleva a cabo el programa On-Screen TakeOff. Es posible realizar la cuantificación de los distintos componentes del proyecto, así como la asignación de costos a cada componente para obtener el precio total del proyecto. La cuantificación se realiza en base a los dibujos y planos digitalizados que se tengan del proyecto. Los planos deben estar digitalizados, es decir, que se encuentren tengan un formato de imagen (*.jpg, *.tif, *.tiff, *.cal, *.pln), archivos CAD (*.plt, *.dgn, *.drw, *.dxf, *.dwg,

.cgm), o Acrobat (.pdf). Aun si el plano se realiza a mano, es posible digitalizarlos mediante un escáner como imagen, grabando el formato JPG, para así poder insertarlo en el software. y documentos anexos, como lo son documentos de texto, etc. Los planos realizados en AutoCAD (*.dwg) son reconocidos por On-Screen TakeOff.

Consideraciones previas

La organización de planos es muy importante, por lo que cada plano debe ser nombrado de acuerdo a su contenido para una fácil y rápida identificación dentro de OnCenter. Se recomienda que cada plano este en un archivo.

Es necesario contar con la información de costo de cada uno de los componentes del proyecto. Es preferible si se cuenta con las tarjetas de precios unitarios, así como el desglose de partidas y conceptos del proyecto, si no se cuenta con la información de costos del proyecto es necesario calcularlos, en base a otros proyectos, precios actuales del mercado, etc. Una vez que se tiene la información es relativamente sencillo empezar a realizar el presupuesto. El nivel de detalle y confiabilidad del estimado esta en función al nivel de detalle del diseño, así como a la precisión de los costos unitarios.

El estimador debe de tener la capacidad de visualizar el proyecto en cada una de sus partes, organizarlo, coleccionar la información necesaria y realizar el estimado.

Al realizar el estimado, se recomienda que se utilice el concepto de ingeniería de valor, es decir, identificar mejoras que sean aplicables al proyecto y que representen un beneficio en el costo total del proyecto.


Creación de Estimados

Una vez instalado y autorizado el programa On-Screen TakeOff es posible realizar estimados. Al abrir el software muestra una pantalla donde es posible visualizar los distintos estimados cargados en el sistema, así como su estado actual, numero de paginas y condiciones (conceptos) que lo componen (Figura 5.2).

Est. No.	Project Name	Status	Job No.	Pages	Conditions	Est. Days	2 Comp.	Proj. & Over	Last Modified	Notes
1	Sample - Edwards Air Force ...	Pending		11	15					
2	Concrete - Southeastern Age...	Pending		11	20					
3	Electrical - Southeastern Age...	Pending		6	23					
4	Fire Alarm - Starly Hospital	Pending		5	21					
5	Flooring - Starly Hospital	Pending		4	26					
6	Landscaping - Starly Hospital	Pending		5	16					
7	Mechanical - Southeastern A...	Pending		4	39					
8	Painting - Southeastern Age...	Pending		13	10					
9	Shingle Roof - Southeastern ...	Pending		13	8					
10	Sheetmetal - Edwards Air For...	Pending		2	8					
11	Walls & Ceilings - Southeast...	Pending		13	11					
12	Masonry - Southeastern Age...	Pending		14	3					
13	Piping - Southeastern Agency	Pending		2	10					
15	Overlay Example for Attendu...	Pending		2	0					
16	PRUEBA	Pending		6	0					PRUEBA PA...
17	Training with john	Pending		11	9					
18	Pricing using excel	Pending		11	9					

Est. No.	Project Name	Status	Job No.	Pages	Conditions	Est. Days	2 Comp.	Proj. & Over	Last Modified	Notes
20	Casa Habitacional backup	Pending	01	49	103					
21	Casa Habitacional	Pending	01	49	108					

Figura 5.2.- On-Screen TakeOff – Pantalla de estimados

Para crear un nuevo estimado se utiliza la herramienta New Bid, bajo el menú de File > New > Bid. Una vez creado el estimado es posible introducir los datos del proyecto: nombre del proyecto, nombre del estimador, estado del estimado, numero de estimado, base métrica (pulgadas o milímetros), datos de las personas involucradas y notas sobre el proyecto (Figura 5.3). También es posible insertar los planos del proyecto, mediante el icono  llamado "Auto add images" (Agregado automático de imágenes).

Una vez dado de alta el estimado se procede a la pestaña "Images" (Imágenes), donde es posible visualizar los planos cargados del proyecto, una vista en miniatura del plano que ayuda a identificar en que parte del plano se trabaja cuando se hace un Zoom (acercamiento) en el plano. Es muy importante que se ajuste la escala del plano para que la cuantificación sea correcta. Los componentes, que es donde se desglosan las partidas y conceptos del proyecto. Hay una serie de herramientas adicionales que facilitan la cuantificación de cada concepto del proyecto. Es posible navegar entre los planos, es decir, ir de un plano hacia otro, para identificar cada componente del proyecto (Figura 5.4).

Job Status	Pending	Bid No.	19	OK
Project Name	Casa Habitacional	Job No.	01	Cancel
Estimator	Javier Chaidoz			Area
Name				Typical Area
Price Using	Worksheet Tab			

Page Title	Page Size	Scale	Image File	Index	Show	Overlay Image
A1 (1)	E (30" x 42")	1: 54.56303	A1.dwg	1	Original	
A1 (2)	E (30" x 42")	1: 54.56303	A1.dwg	2	Original	
A2 (1)	E (30" x 42")	1: 54.56303	A2.dwg	1	Original	
A2 (2)	E (30" x 42")	1: 54.56303	A2.dwg	2	Original	
A3 (1)	E (30" x 42")	1: 54.56303	A3.dwg	1	Original	
A3 (2)	E (30" x 42")	1: 54.56303	A3.dwg	2	Original	
E1 (1)	E (30" x 42")	1: 54.56303	E1.dwg	1	Original	
E1 (2)	E (30" x 42")	1: 54.56303	E1.dwg	2	Original	

Image Folder C:\Documents and Settings\Javier Chaidoz\

Figura 5.3.- Datos del proyecto (Cover Sheet) en OnScreen TakeOff

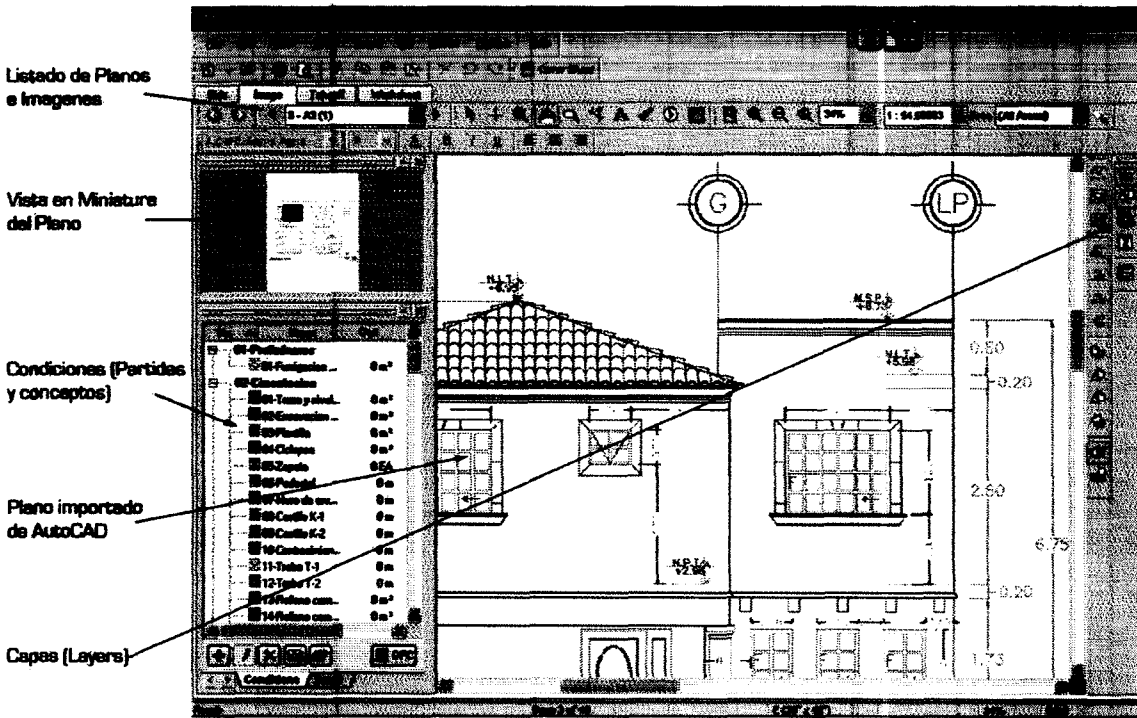



Figura 5.4.- Pestaña Image (Imagen) para visualización y cuantificación directa sobre los planos

Para dar de alta los distintos componentes (partidas y conceptos) del proyecto se utiliza el icono  (Agregar Condición), al presionarlo se despliega una ventana para dar de alta la condición que se pretende agregar (Figura 5.5), donde es posible establecer el estilo, tipo, nombre, layer, dimensiones, altura, ancho, inclinación, tipo de resultado, color, entre otros (lineal, por área, por unidad), el tipo

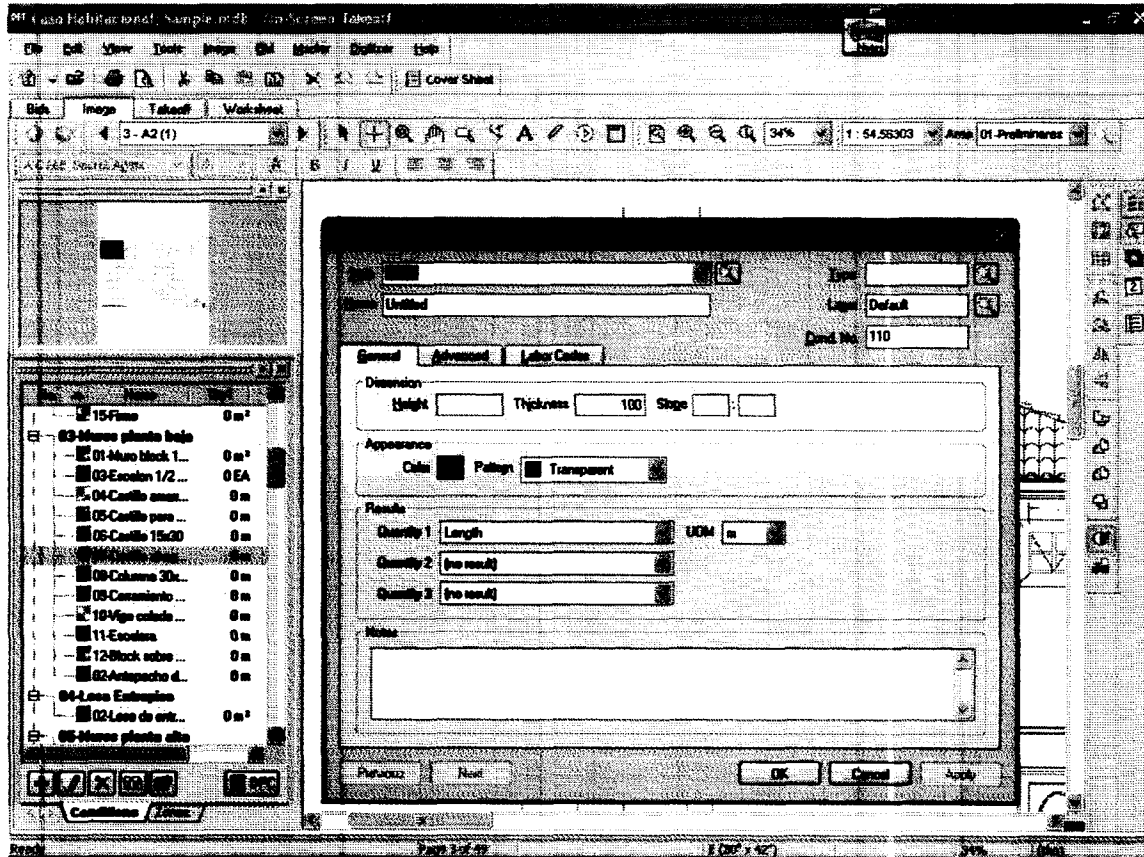


Figura 5.5.- Propiedades de las condiciones (conceptos)

Style se refiere, es decir, de que manera se cuantifica ese componente, lineal, por área o por unidad. Type (tipo) será la partida, por ejemplo "01-Cimentación", mientras que el componente en sí será el concepto o conceptos de esta partida. Cada partida puede contener varios componentes. Por ejemplo, la partida 01-Cimentación contiene los conceptos "01-Trazo y nivelación, 02-Excavación, etc.".

Layer [capa] es utilizado para agrupar los componentes de tal manera que se facilite su visualización. Cuando en un plano existen muchos componentes sobrepuestos, por

ejemplo Losa y Plafón, es posible agruparlos de tal manera que se puedan apagar o desaparecer temporalmente aquellos componentes que puedan confundir a otro, sin perderlo.

Dimensión se refiere a las propiedades de las condiciones o partidas (Figura 5.4), su altura, lo ancho, etc. Por ejemplo si se desea cuantificar un muro linealmente, se selecciona el estilo "lineal", donde Height se refiere a la altura del muro y Thickness es lo ancho. Si el estilo es "área" es posible definir la altura para obtener volumen. En el caso de que sea "unidad", es posible definir el tipo de objeto (circulo, triangulo, rectángulo o cuadrado), dimensiones del objeto y altura, por ejemplo para una columna cuadrada se utiliza un objeto cuadrado, donde se puede definir la altura y la dimensión de uno de sus lados.

Como resultado se pueden obtener hasta 3 cantidades, donde se puede seleccionar metros lineales, metros cuadrados, metros cúbicos, perímetro, cantidad de unidades, según sea el caso.

El software On-Screen TakeOff permite visualizar los resultados de 3 maneras: Microsoft Excel, OnScreen TakeOff Worksheet (dentro del mismo software) y QuickBid.

El más rápido es On-Screen TakeOff Worksheet (Figura 5.6), en donde se reflejan los costos dentro del mismo programa mediante una hoja de calculo. Es necesario introducir los datos del precio unitario en las casillas marcadas de color verde dentro de la hoja de cálculo. El costo es desglosado en tres partes: Mat.(\$), referente al precio de los materiales; Labor (\$), correspondiente al monto de la mano de obra; y Sub. (\$), para el costo de subcontratos en caso de ser requerido.

Es importante mencionar que la primera cantidad seleccionada (Qty1) será la considerada para la asignación del costo. Este método tiene la ventaja de poder visualizar rápidamente el costo total del proyecto y no hay necesidad de abrir otro software. Las desventajas son que no desglosa los precios unitarios detalladamente, no se considera costo del Equipo, no es posible modificar el formato para seleccionar los resultados reflejados del estimado.

Los costos de material, mano de obra y subcontratos se insertan directamente en la hoja de cálculo.

No.	Nombre	Qty1	UOM1	Qty2	UOM2	Qty3	UOM3	Mat. (\$)	Labor (\$)	Sub (\$)	Total (\$)
D1-Preparación											
16	01-Fundación antitremor	198.2453	m²								188.40
D2-Obra en concreto											
1	01-Tubo y revelación	78.4926	m²								371.27
2	02-Extracción de arena material I, II y III	38.3573	m³								1,278.11
3	03-Planilla	4.9494	m²	88.99	m	2.97	m³				281.29
4	04-Ciclopes	0.0000	m²								0.00
5	05-Zapata	2.0000	EA	0.72	m²						1,385.16
6	06-Pedestal	2.8000	m	2.00	EA	0.34	m³				938.73
7	07-Muro de anclaje de block	12.7100	m								6,147.98
8	08-Castillo K-1	28.0000	m	28.00	EA	0.45	m³				1,688.89
9	08-Castillo K-2	3.0000	m	3.00	EA	0.13	m³				124.01
10	10-Contrapisamiento 15x20	66.1895	m								4,952.30
11	11-Tubo T-1	4.6400	m	0.28	m²						886.26
12	12-Tubo T-2	13.7000	m	1.10	m²						2,788.36
13	13-Relleno compactado con tierra hasta acera...	0.0000	m²								0.00
14	14-Relleno compactado con material seleccion...	86.3418	m³								1,524.96
15	15-Fina	70.0223	m³								6,620.87
D3-Muros planta baja											
20	01-Muro block 15cm	135.7984	m²	90.28	m						11,941.31
21	03-Escalon 1/2 bano	1.0000	EA								73.24
22	04-Castillo anclaje 15x15	46.0000	m	17.00	EA	1.01	m³				3,480.37
23	05-Castillo para bujeo	18.4000	m	4.00	EA						309.80
24	06-Castillo 15x30	13.0000	m	5.00	EA						1,585.23
25	07-Castillo ahogado	46.0000	m	17.00	EA						1,198.88
26	08-Columna 30x30	5.8000	m	2.00	EA						3,448.54
27	09-Concreto 15x20	27.7000	m	8.83	m²						2,382.61
28	10-Viga colada 20x30	13.8700	m	8.83	m²						3,628.90
29	11-Escalera	19.8386	m								2,948.95
30	12-Block sobre conmutador	27.7889	m								885.99
108	02-Antespecho de block	0.0000	m								0.00
D4-Losa Entrepiso											
17	03-Losa de entrepiso	182.1532	m²								37,788.67
D5-Muros planta alta											

Figura 5.6.- Hoja de Cálculo de On-Screen TakeOff (Worksheet)

Es posible ver reflejados los resultados en una hoja de cálculo Excel. Es necesario crear un duplicado del estimado, en donde únicamente se modifica la opción de "Price using" seleccionando "Microsoft Excel". Posteriormente se procede a establecer una liga entre la cantidad cuantificada por On-Screen TakeOff y las casillas en la hoja de cálculo a las cuales serán transferidas esas cantidades. Las ventajas de este método es que se tiene libertad en el reflejo de resultados, es decir, se puede crear el formato que se desee para el reflejo de los resultados, asignando el costo dentro de Excel para cada una de las partidas y conceptos. La desventaja es el tiempo para elaborar el formato, así como el tiempo empleado en establecer la liga entre On-Screen TakeOff y Microsoft Excel.

También es posible utilizar QuickBid, que es un programa de la familia OnCenter software, que permite detallar los precios unitarios de cada una de las partidas y conceptos. Es posible establecer una liga directa y automática entre On-Screen TakeOff y QuickBid, de tal manera que cualquier modificación realizada en uno de los programas se verá reflejada automáticamente en el otro. La ventaja es que la liga entre ambos programas es muy fácil de establecer, y ahorra mucho tiempo respecto a la opción de Microsoft Excel.

Cambios reflejados en el presupuesto

Tiene la cualidad de identificar cambios realizados en el diseño. Aunque no es un proceso automático, es muy sencillo realizar correcciones en la cuantificación, ya sea aumentando o reduciendo áreas, longitudes, volúmenes, piezas, etc. de una manera sencilla. El programa identifica cuando se efectúa un cambio en el plano, a través de un color rojo. Al identificar la zona donde se realizaron los cambios se procede al ajuste manual de los componentes afectados por el cambio para obtener el estimado actualizado del diseño modificado.

Una de las ventajas es que permite el análisis de distintas alternativas tomando referencia el estimado o presupuesto base, haciendo las modificaciones correspondientes para cada alternativa (en diseño, en dimensiones de los componentes, y en costo).

El software permite el monitoreo de presupuestos de varios proyectos. Es posible crear una base de datos común para los proyectos, lo que facilita el proceso de presupuesto y agiliza el tiempo de realización.

6

CASO DE ESTUDIO

CASO DE ESTUDIO

El presente caso de estudio se enfoca en el análisis de tres alternativas para un proyecto de vivienda unifamiliar en la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

Descripción del proyecto

"Vivienda unifamiliar en la ciudad de Monterrey, Nuevo León"

El proyecto forma parte de la construcción de un fraccionamiento en una de las áreas de gran desarrollo de vivienda de la ciudad. Corresponde a la vivienda tipo que se repite a lo largo de todo el fraccionamiento.

Área de Construcción	Lote	198.00 m ²
	Planta Baja =	104.43 m ²
	Planta Alta =	<u>102.86 m²</u>
	Área Total =	207.29 m ²

El proyecto se conforma de las siguientes áreas:

- 3 Recamaras
- 1 Sala TV
- 2.5 Baños
- Sala
- Comedor
- Cocina
- Cuarto de Servicio con Baño
- Cuarto de Lavado
- Cochera Techada

La información que se tiene del proyecto de vivienda es el diseño detallado, compuesto de todos los planos, especificaciones y detalles constructivos, así como con del presupuesto detallado, que se conforma por tarjetas de precios unitarios y el desglose de partidas y conceptos del proyecto. Esta información formara la base del Caso de estudio.

Organización de planos

Para la presente investigación se reorganizó el formato de los planos y detalles, con el fin de identificarlos con mayor facilidad, incluyendo una mayor cantidad de información por plano, para una rápida identificación de las distintas partes del proyecto. Como se muestra en la Tabla 6.1.

A1	Plantas arquitectónicas
A2	Fachadas
A3	Cortes (trasversal y longitudinal)
S1	Planta de cimentación, detalles y especificaciones
S2	Planta para ubicación de castillos
S3	Planta de cerramientos
S4	Losa de entepiso, detalles y especificaciones
S5	Losa de azotea, detalles y especificaciones
HS1	Instalación hidráulica en planta baja, isometrias y especificaciones
HS2	Instalación hidráulica en planta alta e isometrias
HS3	Instalación sanitaria en planta baja, isometria y especificaciones
HS4	Instalación sanitaria en planta alta, isometrias y especificaciones
HS5	Instalación de gas en planta baja
E1	Instalación eléctrica en planta baja y especificaciones
E2	Instalación eléctrica en planta alta y especificaciones
E3	Iluminación en planta alta
F1	Plantas de Acabados Interiores y especificaciones
F2	Plantas de Acabados Exteriores y especificaciones
F3	Planta de Acabados en Azotea, detalles y especificaciones
F4	Plantas de desplante de loseta cerámica con especificaciones
F5	Puertas, ubicación y especificaciones
F6	Ventanas, ubicación y especificaciones
F7	Herrería, detalles y especificaciones; y detalle de ventanas

Tabla 6.1.- Organización de planos del proyecto

Información de costos

Se cuenta con el listado de partidas y conceptos que conforman el proyecto, así como las tarjetas de precios unitarios de cada uno. En la Tabla 6.2 se encuentran las partidas incluidas en el proyecto.

Una vez que se tiene la información de costos, así como los planos detallados es posible empezar a realizar los estimados para el análisis de distintas alternativas para un mismo proyecto.

01-Preliminares	10-Fachada
02-Cimentación	11-Pisos y azulejos
03-Muros planta baja	12-Obra exterior y limpieza
04-Losa Entrepiso	13-Pintura y texturizados
05-Muros planta alta	14-Aparatos sanitarios
06-Losa Azotea	15-Instalación eléctrica
07-Acabado Exterior	16-Carpintería y aluminio
08-Acabado interior	17-Herrería
09-Cubiertas azotea	18-Instalaciones hidrosanitarias y gas

Tabla 6.2 Índice de partidas

ALTERNATIVA #1

Forma la base del análisis y establece los parámetros de comparación de resultados. La alternativa 1 se compone de un presupuesto detallado junto con el diseño de todos los planos (Anexos 1 al 23).

Es una vivienda unifamiliar distribuida en dos plantas. La estimación se realiza en base al diseño sin modificaciones, mediante el uso del software On-Screen TakeOff.

Se obtuvo que el costo total para la alternativa 1 es de \$390,282.05. Una vez terminado el estimado es posible ver los resultados.

En la Tabla 6.3 se presenta el estimado, desglosado en partidas y conceptos, y es posible apreciar el modelo 3d de la alternativa #1 en la Figura 6.1.



PROYECTO: Vivienda Unifamiliar Tipo A
ALTERNATIVA #1

Elaboro: Arq. Gaidiez
FECHA: 28 de Noviembre de 2002

01. 01-Fumigación antitermita	198.25 m ²	-	-	0.91	\$	180.40
02. 01-Trazo y nivelación	78.49 m ²	-	4.73	-	\$	371.27
02. 02-Excavación de zanja material I, II y III	39.36 m ³	-	32.50	-	\$	1,278.11
02. 03-Plantilla	4.95 m ²	33.32	7.35	-	\$	201.29
02. 04-Ciclopeo	14.28 m ³	483.07	52.50	-	\$	7,645.83
02. 05-Zapata	2.00 EA	490.95	191.63	-	\$	1,365.16
02. 06-Pedestal	2.80 m	256.51	78.75	-	\$	938.73
02. 07-Muro de enrase de block	12.71 m	308.13	175.55	-	\$	8,147.58
02. 08-Castillo K-1	20.00 m	30.09	22.94	-	\$	1,080.80
02. 09-Castillo K-2	3.00 m	94.21	80.46	-	\$	524.01
02. 10-Contracimiento 15x20	66.19 m	45.42	29.40	-	\$	4,952.30
02. 11-Trabe T-1	4.64 m	128.06	65.10	-	\$	896.26
02. 12-Trabe T-2	13.70 m	133.18	70.35	-	\$	2,788.36
02. 13-Relleno compactado con tierra inerte acarreada	- m ²	65.95	22.05	-	\$	-
02. 14-Relleno compactado con material seleccionado	88.34 m ³	0.24	22.05	-	\$	1,924.56
02. 15-Firme	70.02 m ²	73.26	24.15	-	\$	6,820.87
03. 01-Muro block 15cm	135.76 m ²	65.48	22.50	-	\$	11,941.31
03. 03-Escalón 1/2 bano	1.00 EA	25.99	47.25	-	\$	73.24
03. 04-Castillo amarra 15x15	45.05 m	51.33	24.15	-	\$	3,400.37
03. 05-Castillo para bajante	10.40 m	15.90	17.85	-	\$	351.00
03. 06-Castillo 15x30	13.00 m	79.66	43.05	-	\$	1,595.23
03. 07-Castillo ahogado	45.05 m	17.18	9.45	-	\$	1,199.68
03. 08-Columna 30x30	5.80 m	208.93	408.88	-	\$	3,448.54
03. 09-Cerramiento 15x20	27.75 m	56.48	29.40	-	\$	2,382.81
03. 10-Viga colada 20x30	13.87 m	188.23	89.25	-	\$	3,820.90
03. 11-Escalera	19.84 m	92.52	56.18	-	\$	2,949.55
03. 12-Block sobre cerramiento	27.75 m	21.23	7.80	-	\$	805.58
03. 02-Antepecho de block	- m	-	-	-	\$	-
04. 02-Losa de entrepiso	102.15 m ²	285.79	83.28	-	\$	37,701.67
05. 01-Muro block 15cm	83.27 m ²	62.46	23.83	-	\$	7,188.55
05. 02-Muro Contec 15x20x62	109.13 m ²	192.15	34.13	-	\$	24,894.83
05. 03-Castillo amarra 15x15	67.50 m	53.98	24.15	-	\$	5,273.78
05. 04-Castillo para bajante	11.20 m	15.90	17.85	-	\$	378.00
05. 05-Castillo ahogado en block	50.40 m	17.18	9.45	-	\$	1,342.15
05. 06-Cerramiento 15x20	32.47 m	64.63	31.50	-	\$	3,121.34
05. 07-Block sobre cerramiento	26.56 m	42.51	9.98	-	\$	1,394.13
05. 08-Muro block apinado	5.91 m	78.30	115.12	-	\$	1,143.11
06. 01-Losa inclinada	35.66 m ²	244.91	91.00	-	\$	11,977.00
06. 02-Losa plana	78.81 m ²	244.91	91.00	-	\$	26,472.28
07. 01-Pretil block	3.34 m ²	67.58	33.60	-	\$	397.63
07. 02-Chefén de mortero	11.71 m	4.66	11.55	-	\$	189.82
07. 03-Pretil chefén mortero	15.49 m	6.38	13.65	-	\$	310.26
07. 04-Base tinaco	1.00 EA	30.85	84.00	-	\$	114.85
07. 05-Bordo desviador	1.00 EA	97.22	115.50	-	\$	212.72
07. 06-Empestado azotea losa plana	75.24 m ²	38.06	13.13	-	\$	3,851.77
07. 07-Empestado azotea losa inclinada	29.92 m ²	38.06	17.33	-	\$	1,857.50
07. 08-Marco metal	11.00 EA	173.10	78.75	-	\$	2,770.35
07. 09-Zarpeo plomado	80.00 m ²	12.25	21.00	-	\$	2,860.00
07. 10-Aline muros y cielos	359.62 m ²	3.55	18.90	-	\$	8,073.37
07. 11-Perfilado ventanas	16.00 EA	26.74	31.50	-	\$	931.84
07. 12-Goteron colgante	19.37 m	3.19	15.75	-	\$	386.87
07. 13-Relleno y compactación para banquetas	4.85 m ³	18.35	31.50	-	\$	231.92
07. 14-Banqueta	24.23 m ²	59.83	36.75	-	\$	2,340.48
07. 15-Banqueta municipal	5.48 m ²	73.71	36.75	-	\$	805.45
07. 16-Firme cochera	28.70 m ²	93.48	36.75	-	\$	3,737.92
07. 17-Frampa cochera	16.71 m ²	63.17	36.75	-	\$	1,669.17
07. 18-Pileta y lavadero	1.00 EA	272.65	204.75	-	\$	477.40
07. 19-Numero oficial	1.00 EA	17.30	52.50	-	\$	69.80

08. 01-Colocacion malla fibra de vidrio en muro contac	99.37 m ²	4.20	4.20	-	\$	834.87
08. 02-Yeso acabado pulido y lijado en muros	486.38 m ²	0.02	0.95	40.00	\$	19,927.17
08. 03-Yeso acabado pulido y lijado en cielo	161.17 m ²	0.02	0.95	40.00	\$	6,802.94
08. 04-Refileteo yeso en vanos	15.57 m	3.60	31.50	-	\$	548.51
08. 05-Empastado para recibir loseta/alfombra p.b.	160.56 m ²	7.76	14.70	-	\$	3,606.21
08. 06-Empastado en escalera	5.76 m ²	7.76	52.50	-	\$	348.89
08. 07-Zarpeo muro para recibir azulejo	30.98 m ²	12.25	21.00	-	\$	1,030.22
09. 01-Impermeabilizacion	118.90 m ²	32.65	7.35	-	\$	4,755.84
09. 02-Goteron de lamina	19.32 m	32.05	10.50	-	\$	822.07
09. 03-Teja de Barro portuguesa	46.88 m ²	148.79	33.60	-	\$	8,550.69
09. 04-Cumbrera de teja	14.03 m	149.07	111.30	-	\$	3,852.99
09. 05-Remate de cumbrera	3.00 EA	63.32	108.25	-	\$	514.71
10. 01-Molduras en fachada	1.00 EA	6,845.50	1,890.00	-	\$	8,735.50
11. 01-Loseta ceramica ruso" 33x33"	160.56 m ²	73.51	33.60	-	\$	17,197.73
11. 02-Loseta ceramica ruso" 33x33 escalera"	8.59 m ²	73.51	47.75	-	\$	1,041.95
11. 03-Azulejo 30x25 muros reged. y lavabo baño	30.98 m ²	91.64	29.93	-	\$	3,788.73
11. 04-Zoclo ceramico 10x33	164.82 m	7.42	10.50	-	\$	2,953.50
11. 05-Piso antiderrepante	3.47 m ²	78.88	105.00	-	\$	637.22
11. 06-Baston de 2.5x25	9.64 m	77.30	15.75	-	\$	897.00
11. 07-Moldura de 5x25	9.64 m	31.20	15.75	-	\$	452.80
12. 01-Cimentacion corrida ciclopea	1.10 m ³	498.15	56.70	-	\$	809.38
12. 02-Muro de contension divisorio de lotes	- m ²	-	-	-	\$	-
12. 03-Muro de contension divisorio 2	- m ²	-	-	-	\$	-
12. 04-Berda medianera de block	1.00 EA	1,097.67	532.35	-	\$	1,630.02
12. 05-Berda divisoria de block	1.00 EA	1,990.50	1,229.22	-	\$	3,219.72
12. 06-Berda frontal de block	1.00 EA	1,394.65	1,577.10	-	\$	2,971.75
12. 07-Relleno y nivelado de frentes y patios	6.99 m ³	7.20	66.80	-	\$	517.25
12. 08-Limpieza gral de obra	1.00 EA	-	525.00	-	\$	525.00
12. 09-Pasto en jardin de patio	- m ²	-	-	25.00	\$	-
12. 10-Carga y acarreo de material sobrante	14.00 m ³	-	51.75	-	\$	724.50
12. 11-Mureta para acometida electrica	1.00 EA	509.34	204.75	-	\$	714.09
13. 01-Pintura esmalte berol" en marcos metalicos"	13.00 EA	6.20	42.00	-	\$	626.60
13. 02-Pintura vinilica berelinta" muros exteriores"	249.51 m ²	4.06	5.25	-	\$	2,322.91
14. 01-Inodoro marca lemosa modelo event	2.00 EA	2,475.00	126.00	-	\$	5,202.00
14. 02-Inodoro marca lemosa model event 2	2.00 EA	655.68	126.00	-	\$	1,563.36
14. 03-Juego de empotrar ceramico	1.00 EA	121.12	105.00	-	\$	226.12
14. 04-Lavabo modelo genesis marca lemosa	1.00 EA	862.47	168.00	-	\$	1,030.47
14. 05-Lavabo modelo genesis marca lemosa	1.00 EA	585.90	168.00	-	\$	753.90
14. 06-Lavabo placa marmol procesado	1.00 EA	2,412.50	147.00	-	\$	2,559.50
14. 07-Lavabo placa de marmol procesado 2	1.00 EA	2,090.50	147.00	-	\$	2,237.50
14. 08-Regadera	1.00 EA	172.56	94.50	-	\$	267.06
14. 09-Regadera modelo comer stone cromada	2.00 EA	671.89	94.50	-	\$	1,532.78
14. 10-Juego de empotrar cromados	3.00 EA	755.30	105.00	-	\$	2,560.80
15. 01-Instalacion electrica	1.00 EA	9,141.41	6,289.50	-	\$	15,430.91
16. 01-Puerta Alpine 75x213	9.00 EA	387.97	78.75	-	\$	4,200.48
02-Puerta multipanel 90x213 lisa	2.00 EA	569.08	78.75	-	\$	1,295.66
03-Puerta multipanel lisa 90x213	2.00 EA	1,753.82	78.75	-	\$	3,665.14
04-Ventaneria de aluminio tipo acurela blanco	1.00 EA	-	-	14,500.00	\$	14,500.00
05-Puerta principal de forja	1.00 EA	1,600.00	1,218.00	-	\$	2,818.00
17. 01-Barandel de herreria en balcon	1.00 EA	950.00	262.50	-	\$	1,212.50
18. 01-Instalacion hidraulica, sanitaria y de gas	1.00 EA	3,432.75	4,698.75	-	\$	8,131.50

Tabla 6.3.- Alternativa #1. Estimado base de una vivienda unifamiliar de 207m²

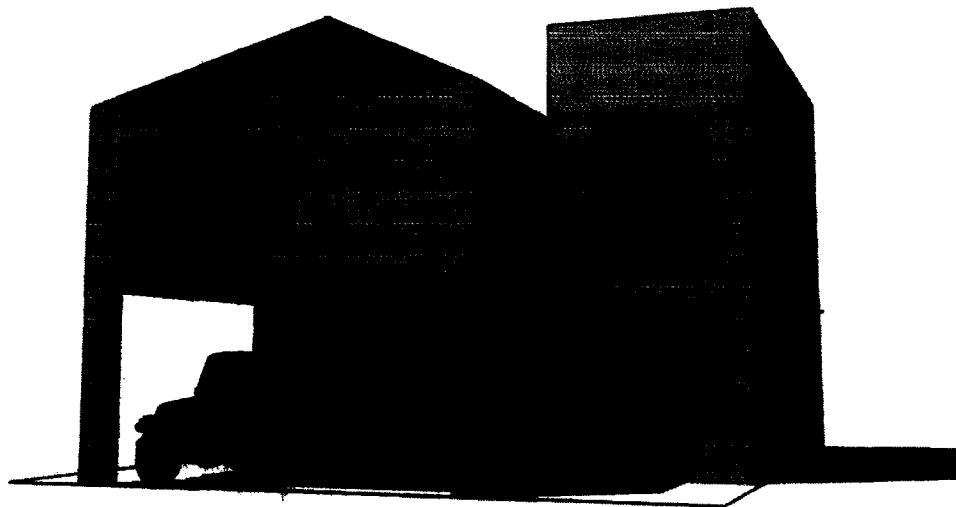


Figura 6.1.- Modelo 3d de Alternativa #1.

ALTERNATIVA #2 - CON MODIFICACIONES EN DISEÑO

Se realizó un diseño a partir del actual. El objetivo principal fue cambiar la apariencia de la casa modificando la fachada pero sin tener un impacto en la disposición de los espacios en planta. Una vez realizado el diseño se procedió al ajuste del estimado al nuevo diseño, modificando todas las partidas que fueron afectadas por el cambio en diseño. El programa OnCenter tiene la ventaja de identificar los cambios en un plano, por lo cual se facilita identificar aquellas zonas que sufrieron alteraciones y proceder al ajuste de cada una de las partidas. En fachada se realizaron algunas modificaciones, se utilizó mármol, y se modificó la configuración de la fachada de la casa (Figura 6.2).

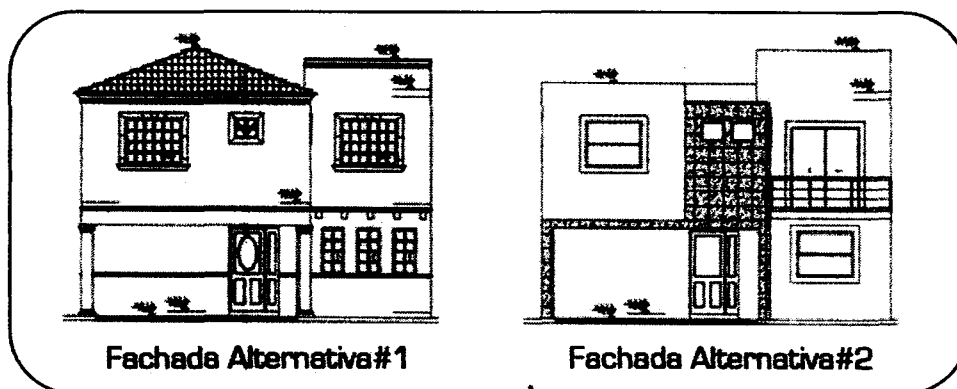


Figura 6.2.- Modificación en Fachada de la Alternativa #2



En planta baja se realizó una sola modificación, que fue el ajuste de la posición de las columnas de la cochera (Figura 6.4). Así mismo, se modificó la planta alta (Figura 6.5) un poco para ajustar la nueva fachada, se redujo el área de baño en la recámara principal y se agregó una terraza al cuarto de televisión, lo que afectó numerosas partidas como pisos, azulejos, pintura en plafones, losa de entrepiso y losa de azotea, se eliminaron las molduras, se agregó un barandal para la terraza y se hicieron algunas modificaciones en ventanearía. Al terminar el proceso de ajuste de cada partida, se obtuvo que el costo total de la Alternativa #2 fue de \$372,363.42. En la Tabla 6.4 se presenta el desglose de partidas y conceptos correspondientes a esta alternativa.

En la Figura 6.3 podemos apreciar el cambio en la volumetría de la casa para la alternativa #2.

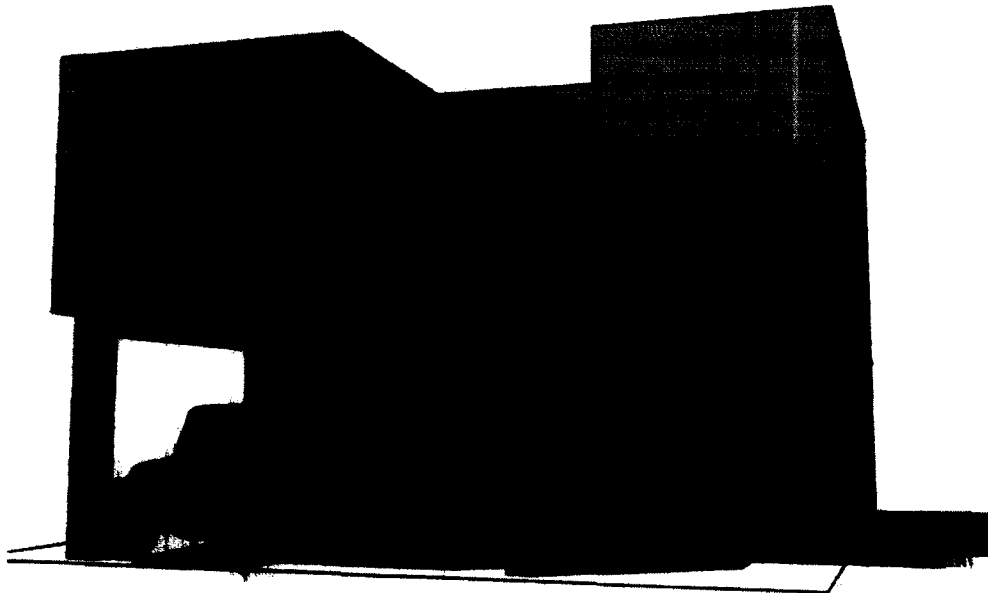


Figura 6.3- Modelo 3d de Alternativa #2.

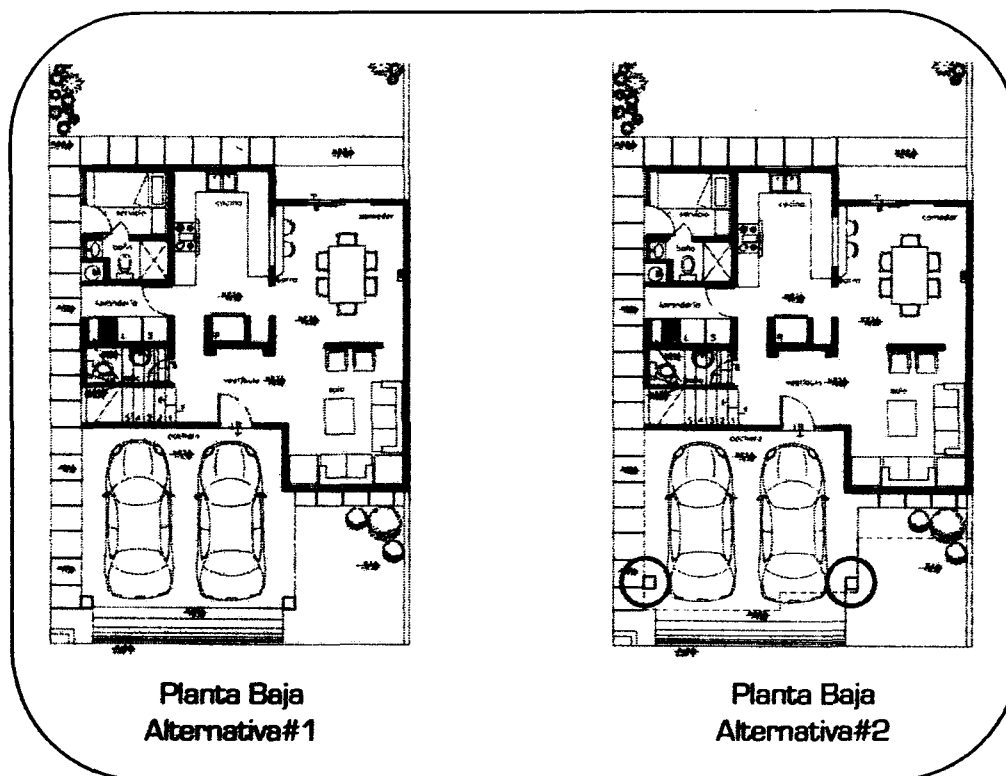


Figura 6.4 – Modificaciones en Planta Baja

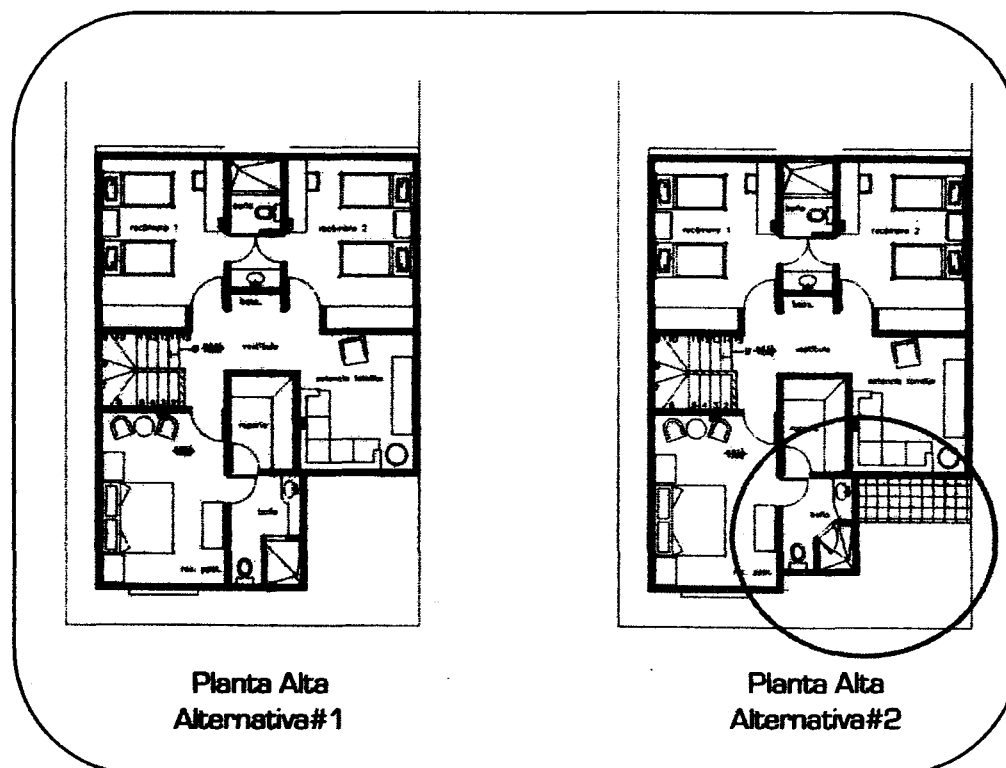


Figura 6.5– Modificaciones en Planta Alta

PROYECTO: Vivienda Unifamiliar Tipo B
ALTERNATIVA #2 - CON CAMBIOS EN EL DISEÑO

Elabora: Arq Cheldez
FECHA: 28 de Noviembre de 2002

01. 01-Fumigacion entitermita	198.25 m ²	-	-	0.81	\$	180.40
02. 01-Trazo y nivelacion	78.49 m ²	-	4.73	-	\$	371.27
02. 02-Excavacion de zanja material I, II y III	39.38 m ³	-	32.50	-	\$	1,278.11
02. 03-Plantilla	4.95 m ²	33.32	7.35	-	\$	201.29
02. 04-Ciclopo	14.28 m ³	483.07	52.50	-	\$	7,845.83
02. 05-Zapata	2.00 EA	490.95	191.63	-	\$	1,365.16
02. 06-Pedestal	2.80 m	256.51	78.75	-	\$	938.73
02. 07-Muro de enrase de block	12.71 m	308.13	175.55	-	\$	6,147.58
02. 08-Castillo K-1	20.00 m	30.09	22.94	-	\$	1,060.60
02. 09-Castillo K-2	3.00 m	94.21	80.46	-	\$	524.01
02. 10-Construccion 15x20	66.19 m	45.42	29.40	-	\$	4,952.30
02. 11-Trebe T-1	4.84 m	128.06	65.10	-	\$	896.28
02. 12-Trebe T-2	13.70 m	133.18	70.35	-	\$	2,788.36
02. 13-Relleno compactado con tierra inerte acarreada	- m ²	85.95	22.05	-	\$	-
02. 14-Relleno compactado con material seleccionado	86.34 m ³	0.24	22.05	-	\$	1,924.56
02. 15-Firme	58.80 m ²	73.26	24.15	-	\$	5,727.72
03. 01-Muro block 15cm	135.78 m ²	85.48	22.50	-	\$	11,941.31
03. 02-Anttepecho de block	- m	-	-	-	\$	-
03. 03-Escalon 1/2 bano	1.00 EA	25.99	47.25	-	\$	73.24
03. 04-Castillo emarra 15x15	45.05 m	51.33	24.15	-	\$	3,400.37
03. 05-Castillo para bajante	10.40 m	15.90	17.85	-	\$	351.00
03. 06-Castillo 15x30	13.00 m	79.66	43.05	-	\$	1,595.23
03. 07-Castillo ahogado	45.05 m	17.18	9.45	-	\$	1,199.68
03. 08-Columna 30x30	5.80 m	208.93	406.88	-	\$	3,448.54
03. 09-Cerramiento 15x20	27.75 m	58.48	29.40	-	\$	2,382.61
03. 10-Viga colada 20x30	13.87 m	186.23	89.25	-	\$	3,820.90
03. 11-Escalera	19.84 m	92.52	56.18	-	\$	2,949.55
03. 12-Block sobre cerramiento	27.75 m	21.23	7.80	-	\$	805.58
04. 02-Losa de entrepiso	88.49 m ²	285.79	83.28	-	\$	32,657.62
05. 01-Muro block 15cm	83.27 m ²	82.46	23.63	-	\$	7,168.55
05. 02-Muro Contec 15x20x62	109.13 m ²	192.15	34.13	-	\$	24,894.83
05. 03-Castillo emarra 15x15	67.50 m	53.98	24.15	-	\$	5,273.78
05. 04-Castillo para bajante	11.20 m	15.90	17.85	-	\$	378.00
05. 05-Castillo ahogado en block	50.40 m	17.18	9.45	-	\$	1,342.15
05. 06-Cerramiento 15x20	32.47 m	84.63	31.50	-	\$	3,121.34
05. 07-Block sobre cerramiento	26.56 m	42.51	9.98	-	\$	1,394.13
05. 08-Muro block apinado	5.91 m	78.30	115.12	-	\$	1,143.11
06. 01-Losa inclinada	- m ²	244.91	91.00	-	\$	-
06. 02-Losa plana	104.92 m ²	244.91	91.00	-	\$	35,243.21
07. 01-Pretil block	5.87 m ²	67.58	33.60	-	\$	583.48
07. 02-Chefen de mortero	39.58 m	4.66	11.55	-	\$	841.63
07. 03-Pretil chefen mortero	15.49 m	6.38	13.85	-	\$	310.26
07. 04-Base tinaco	1.00 EA	30.85	84.00	-	\$	114.85
07. 05-Bordo desviador	1.00 EA	97.22	115.50	-	\$	212.72
07. 06-Empestado azotes losa plana	98.19 m ²	38.06	13.13	-	\$	5,026.32
07. 07-Empestado azotes losa inclinada	26.35 m ²	38.06	17.33	-	\$	1,459.69
07. 08-Marco metallo	11.00 EA	173.10	78.75	-	\$	2,770.35
07. 09-Zarpeo plomeado	80.00 m ²	12.25	21.00	-	\$	2,880.00
07. 10-Afine muros y cielos	356.32 m ²	3.55	18.90	-	\$	7,999.48
07. 11-Perfiledo ventanas	16.00 EA	26.74	31.50	-	\$	931.84
07. 12-Goteron colgante	- m	3.19	15.75	-	\$	-
07. 13-Relleno y compactacion para banquetta	4.07 m ³	16.35	31.50	-	\$	194.75
07. 14-Banqueta	20.35 m ²	59.83	36.75	-	\$	1,965.41
07. 15-Banqueta municipal	4.80 m ²	73.71	36.75	-	\$	508.41
07. 16-Firme cochera	24.10 m ²	93.48	36.75	-	\$	3,138.87
07. 17-Rampa cochera	14.03 m ²	63.17	36.75	-	\$	1,401.67
07. 18-Pileta y lavadero	1.00 EA	272.65	204.75	-	\$	477.40
07. 19-Numero oficial	1.00 EA	17.30	52.50	-	\$	69.80
07. 20-Cantera natural en fachada	21.71 m ²	403.32	20.17	-	\$	9,195.23

08. 01-Colocación malla fibra de vidrio en muro contac	99.37 m ²	4.20	4.20	-	\$	834.67
08. 02-Yeso acabado pulido y lijado en muros	483.87 m ²	0.02	0.95	40.00	\$	19,824.03
08. 03-Yeso acabado pulido y lijado en cielo	159.76 m ²	0.02	0.95	40.00	\$	8,545.48
08. 04-Refleto yeso en vanos	14.27 m	3.60	31.50	-	\$	500.80
08. 05-Empastado para recibir loseta/alfombra p.b.	163.49 m ²	7.76	14.70	-	\$	3,672.04
08. 06-Empastado en escalera	5.76 m ²	7.76	52.50	-	\$	346.89
08. 07-Zarpeo muro para recibir azulejo	29.12 m ²	12.25	21.00	-	\$	968.32
09. 01-Impermeabilización	118.90 m ²	32.85	7.35	-	\$	4,755.84
09. 02-Goteron de lamina	- m	32.05	10.50	-	\$	-
09. 03-Teja de Barro portuguesa	- m ²	148.79	33.60	-	\$	-
09. 04-Cumbrera de teja	- m	149.07	111.30	-	\$	-
09. 05-Femata de cumbrera	- EA	63.32	108.25	-	\$	-
10. 01-Molduras en fachada	- EA	6,845.50	1,890.00	-	\$	-
11. 01-Loseta ceramica ruso 33x33"	159.08 m ²	73.51	33.60	-	\$	17,036.58
11. 02-Loseta ceramica ruso 33x33 escalera"	8.59 m ²	73.51	47.75	-	\$	1,041.95
11. 03-Azulejo 30x25 muros reged. y lavabo baño	30.74 m ²	91.84	29.93	-	\$	3,737.06
11. 04-Zocio ceramico 10x33	163.17 m	7.42	10.50	-	\$	2,924.07
11. 05-Piso antiderrepante	3.47 m ²	78.88	105.00	-	\$	637.22
11. 06-Baston de 2.5x25	9.58 m	77.30	15.75	-	\$	891.42
11. 07-Moldura de 5x25	9.39 m	31.20	15.75	-	\$	440.77
11. 08-Loseta ceramica interceramic terraza	3.88 m ²	210.94	33.60	-	\$	947.83
12. 01-Cimentación corrida ciclopeo	1.10 m ³	498.15	56.70	-	\$	609.38
12. 02-Muro de contención divisorio de lotes	- m ²	-	-	-	\$	-
12. 03-Muro de contención divisorio 2	- m ²	-	-	-	\$	-
12. 04-Barda medianera de block	1.00 EA	1,097.67	532.35	-	\$	1,630.02
12. 05-Barda divisoria de block	1.00 EA	1,990.50	1,229.22	-	\$	3,219.72
12. 06-Barda frontal de block	1.00 EA	1,394.85	1,577.10	-	\$	2,971.75
12. 07-Relleno y nivelado de frentes y patios	5.87 m ³	7.20	66.80	-	\$	434.35
12. 08-Limpieza gral de obra	1.00 EA	-	525.00	-	\$	525.00
12. 09-Pasto en jardín de patio	- m ²	-	-	25.00	\$	-
12. 10-Carga y acarreo de material sobrante	14.00 m ³	-	51.75	-	\$	724.50
12. 11-Mureta para acometida electrica	1.00 EA	509.34	204.75	-	\$	714.09
13. 01-Pintura esmalte berel en marcos metalicos"	13.00 EA	6.20	42.00	-	\$	826.80
13. 02-Pintura vinilica berelinta" muros exteriores"	240.80 m ²	4.06	5.25	-	\$	2,239.94
14. 01-Inodoro marca lamosa modelo avent	2.00 EA	2,475.00	126.00	-	\$	5,202.00
14. 02-Inodoro marca lamosa model avent 2	2.00 EA	855.68	126.00	-	\$	1,563.36
14. 03-Juego de empotrar ceramico	1.00 EA	121.12	105.00	-	\$	226.12
14. 04-Lavabo modelo geneale marca lamosa	1.00 EA	862.47	168.00	-	\$	1,030.47
14. 05-Lavabo modelo geneale marca lamosa	1.00 EA	585.90	168.00	-	\$	753.90
14. 06-Lavabo placa marmol procesado	1.00 EA	2,412.50	147.00	-	\$	2,559.50
14. 07-Lavabo placa de marmol procesado 2	1.00 EA	2,090.50	147.00	-	\$	2,237.50
14. 08-Fregadera	1.00 EA	172.56	94.50	-	\$	267.06
14. 09-Fregadera modelo corner stone cromada	2.00 EA	871.89	94.50	-	\$	1,532.78
14. 10-Juego de empotrar cromados	3.00 EA	755.30	105.00	-	\$	2,580.90
15. 01-Instalación electrica	1.00 EA	9,141.41	6,289.50	-	\$	15,430.91
16. 01-Puerta Alpine 75x213	9.00 EA	387.97	78.75	-	\$	4,200.48
02-Puerta multypanel 90x213 lisa	4.00 EA	568.08	78.75	-	\$	2,581.32
03-Puerta multypanel lisa 90x213	2.00 EA	1,753.82	78.75	-	\$	3,865.14
04-Ventanería de aluminio tipo acurela blanco	1.00 EA	-	-	17,500.00	\$	17,500.00
05-Puerta principal de forje	1.00 EA	1,600.00	1,218.00	-	\$	2,818.00
17. 01-Barandal de herrarte en balcon	1.00 EA	950.00	262.50	-	\$	1,212.50
18. 01-Instalación hidraulica, sanitaria y de gas	1.00 EA	3,432.75	4,898.75	-	\$	8,131.50

Tabla 6.4.- Alternativa #2. Estimado con modificaciones en el diseño

ALTERNATIVA #3 - CON MODIFICACIONES EN ACABADOS

En la alternativa #3 se utilizó el mismo diseño de la alternativa #1. Se realizaron modificaciones en los acabados de la casa. En este caso, se cambió únicamente la calidad de los materiales para pisos y pintura vinílica. Se seleccionó loseta cerámica de mejor calidad y mayor precio para los pisos y para las regaderas.

Así mismo se modificó la pintura por otra de mejor calidad, y a su vez de mayor precio. Los costos de mano de obra no se modifican, únicamente el precio de los materiales. En la Tabla 6.5 se desglosa el costo de cada una de las partidas que componen el proyecto.

PROYECTO: Vivienda Unifamiliar Tipo A
ALTERNATIVA #3

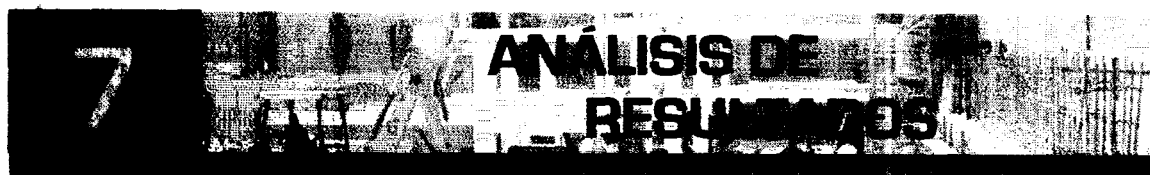
Elaboro: Arq Chaidez
FECHA: 28 de Noviembre de 2002

						0.04%
01. 01-Fumigacion antitermita	198.25 m ²	-	-	0.91	\$	180.40
						8.32%
02. 01-Trazo y nivelacion	78.49 m ²	-	4.73	-	\$	371.27
02. 02-Excavacion de zanja material I, II y III	39.36 m ³	-	32.50	-	\$	1,279.11
02. 03-Plantilla	4.95 m ²	33.32	7.35	-	\$	201.29
02. 04-Ciclopeo	14.28 m ³	483.07	52.50	-	\$	7,845.63
02. 05-Zapata	2.00 EA	490.95	191.63	-	\$	1,365.16
02. 06-Pedestal	2.80 m	256.51	78.75	-	\$	938.73
02. 07-Muro de enrase de block	12.71 m	308.13	175.55	-	\$	6,147.58
02. 08-Castillo K-1	20.00 m	30.09	22.94	-	\$	1,060.60
02. 09-Castillo K-2	3.00 m	94.21	80.46	-	\$	524.01
02. 10-Contracimientto 15x20	66.19 m	45.42	29.40	-	\$	4,852.30
02. 11-Trabe T-1	4.64 m	128.06	65.10	-	\$	886.26
02. 12-Trabe T-2	13.70 m	133.18	70.35	-	\$	2,788.36
02. 13-Relleno compactado con tierra inerte acarreada	- m ²	65.95	22.05	-	\$	-
02. 14-Relleno compactado con material seleccionado	88.34 m ³	0.24	22.05	-	\$	1,924.56
02. 15-Firme	70.02 m ²	73.26	24.15	-	\$	6,820.87
						7.21%
03. 01-Muro block 15cm	135.78 m ²	65.46	22.50	-	\$	11,941.31
03. 03-Escalon 1/2 beno	1.00 EA	25.99	47.25	-	\$	73.24
03. 04-Castillo amarra 15x15	45.05 m	51.33	24.15	-	\$	3,400.37
03. 05-Castillo para bajante	10.40 m	15.90	17.85	-	\$	351.00
03. 06-Castillo 15x30	13.00 m	79.66	43.05	-	\$	1,595.23
03. 07-Castillo ahogado	45.05 m	17.18	9.45	-	\$	1,199.68
03. 08-Columna 30x30	5.60 m	208.93	406.88	-	\$	3,448.54
03. 09-Cerramiento 15x20	27.75 m	56.46	29.40	-	\$	2,382.61
03. 10-Viga colada 20x30	13.87 m	186.23	89.25	-	\$	3,920.90
03. 11-Escalera	19.84 m	92.52	56.18	-	\$	2,949.55
03. 12-Block sobre cerramiento	27.75 m	21.23	7.80	-	\$	805.58
03. 02-Antapecho de block	- m	-	-	-	\$	-
						8.50%
04. 02-Losa de entrepiso	102.15 m ²	285.79	83.28	-	\$	37,701.87
						10.04%
05. 01-Muro block 15cm	83.27 m ²	62.46	23.63	-	\$	7,168.55
05. 02-Muro Contec 15x20x62	109.13 m ²	192.15	34.13	-	\$	24,684.63
05. 03-Castillo amarra 15x15	67.50 m	53.98	24.15	-	\$	5,273.78
05. 04-Castillo para bajante	11.20 m	15.90	17.85	-	\$	378.00
05. 05-Castillo ahogado en block	50.40 m	17.18	9.45	-	\$	1,342.15
05. 06-Cerramiento 15x20	32.47 m	64.63	31.50	-	\$	3,121.34
05. 07-Block sobre cerramiento	26.56 m	42.51	8.98	-	\$	1,394.13
05. 08-Muro block apinado	5.91 m	78.30	115.12	-	\$	1,143.11
						8.67%
06. 01-Losa inclinada	35.66 m ²	244.91	91.00	-	\$	11,977.00
06. 02-Losa plana	78.81 m ²	244.91	91.00	-	\$	26,472.28
						6.90%
07. 01-Pretil block	3.34 m ²	67.58	33.60	-	\$	337.63
07. 02-Chefan de mortero	11.71 m	4.66	11.55	-	\$	189.82
07. 03-Pretil chefan mortero	15.49 m	6.38	13.65	-	\$	310.28
07. 04-Base tinaco	1.00 EA	30.85	84.00	-	\$	114.85
07. 05-Bordo desviador	1.00 EA	97.22	115.50	-	\$	212.72
07. 06-Empestado azotes losa plana	75.24 m ²	38.06	13.13	-	\$	3,851.77
07. 07-Empestado azotes losa inclinada	28.92 m ²	38.06	17.33	-	\$	1,657.50
07. 08-Marco metalico	11.00 EA	173.10	78.75	-	\$	2,770.35
07. 09-Zarpo plomeado	80.00 m ²	12.25	21.00	-	\$	2,660.00
07. 10-Afine muros y cielos	359.62 m ²	3.55	18.90	-	\$	8,073.37
07. 11-Perfilado ventanas	18.00 EA	26.74	31.50	-	\$	931.84
07. 12-Goteron colgante	19.37 m	3.19	15.75	-	\$	368.87
07. 13-Relleno y compactacion para banquetta	4.85 m ³	16.35	31.50	-	\$	231.92
07. 14-Banqueta	24.23 m ²	59.83	36.75	-	\$	2,340.49
07. 15-Banqueta municipal	5.48 m ²	73.71	36.75	-	\$	605.45
07. 16-Firme cochera	28.70 m ²	93.48	36.75	-	\$	3,737.92
07. 17-Rampa cochera	16.71 m ²	63.17	36.75	-	\$	1,869.17
07. 18-Pileta y lavadero	1.00 EA	272.65	204.75	-	\$	477.40
07. 19-Numero oficial	1.00 EA	17.30	52.50	-	\$	69.80

06

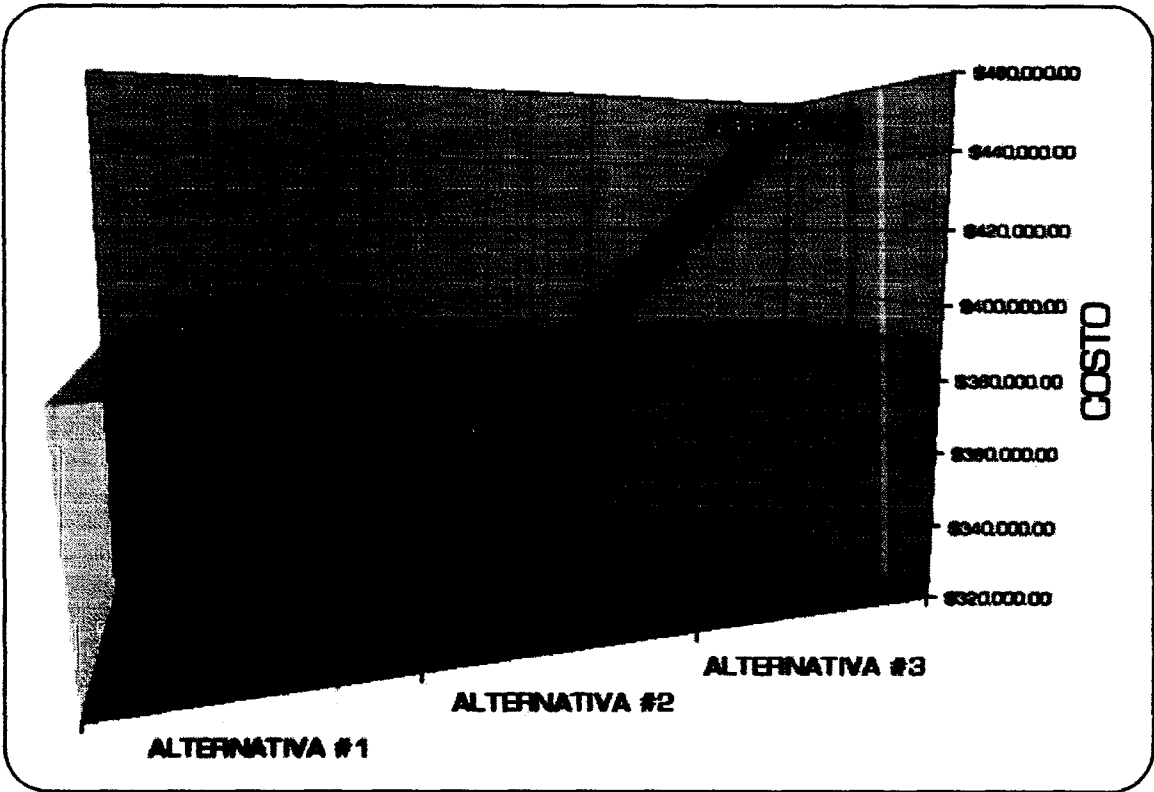
							7.42%
08.	01-Colocacion malla fibra de vidrio en muro contac	99.37 m ²	4.20	4.20	-	\$	834.67
08.	02-Yeso acabado pulido y lijado en muros	486.38 m ²	0.02	0.95	40.00	\$	19,927.17
08.	03-Yeso acabado pulido y lijado en cielo	161.17 m ²	0.02	0.95	40.00	\$	6,602.94
08.	04-Refileteo yeso en vanos	15.57 m	3.80	31.50	-	\$	548.51
08.	05-Empestado para recibir loseta/alfombra p.b.	180.56 m ²	7.76	14.70	-	\$	3,806.21
08.	06-Empestado en escalera	5.76 m ²	7.76	52.50	-	\$	346.89
08.	07-Zarpeo muro para recibir azulejo	30.98 m ²	12.25	21.00	-	\$	1,030.22
							4.13%
09.	01-Impermeabilización	118.90 m ²	32.65	7.35	-	\$	4,755.84
09.	02-Goteron de lamina	19.32 m	32.05	10.50	-	\$	822.07
09.	03-Teja de Barro portuguesa	48.88 m ²	148.79	33.60	-	\$	8,550.69
09.	04-Cumbrera de teja	14.03 m	149.07	111.30	-	\$	3,852.99
09.	05-Fremate de cumbrera	3.00 EA	63.32	108.25	-	\$	514.71
							1.97%
10.	01-Molduras en fachada	1.00 EA	6,845.50	1,890.00	-	\$	8,735.50
							17.88%
11.	01-Loseta ceramica ruso 33x33"	160.56 m ²	253.08	33.60	-	\$	46,029.73
11.	02-Loseta ceramica ruso 33x33 escalera"	8.59 m ²	253.08	47.75	-	\$	2,584.94
11.	03-Azulejo 30x25 muros regad. y lavabo baño	30.98 m ²	355.98	29.93	-	\$	11,957.07
11.	04-Zoclo ceramico 10x33	164.82 m	54.75	10.50	-	\$	10,754.25
11.	05-Piso antiderrepante	3.47 m ²	78.88	105.00	-	\$	837.22
11.	06-Baston de 2.5x25	9.64 m	385.05	15.75	-	\$	3,883.72
11.	07-Moldura de 5x25	9.64 m	254.67	15.75	-	\$	2,806.85
							2.48%
12.	01-Cimentación corrida ciclopeo	1.10 m ³	498.15	56.70	-	\$	809.38
12.	02-Muro de contencion divisorio de lotes	- m ²	-	-	-	\$	-
12.	03-Muro de contencion divisorio 2	- m ²	-	-	-	\$	-
12.	04-Barda medianera de block	1.00 EA	1,097.67	532.35	-	\$	1,630.02
12.	05-Barda divisorio de block	1.00 EA	1,990.50	1,229.22	-	\$	3,219.72
12.	06-Barda frontal de block	1.00 EA	1,394.85	1,577.10	-	\$	2,971.75
12.	07-Relleno y nivelado de frentes y patios	8.99 m ³	7.20	66.80	-	\$	517.25
12.	08-Limpieza gral de obra	1.00 EA	-	525.00	-	\$	525.00
12.	09-Pasto en jardin de patio	- m ²	-	-	25.00	\$	-
12.	10-Carga y acarreo de material sobrante	14.00 m ³	-	51.75	-	\$	724.50
12.	11-Mureta para acometida electrica	1.00 EA	509.34	204.75	-	\$	714.09
							1.04%
13.	01-Pintura esmalte berel" en marcos metalicos"	13.00 EA	6.20	42.00	-	\$	626.60
13.	02-Pintura vinilica berelinta" muros exteriores"	249.51 m ²	10.79	5.25	-	\$	4,002.10
							4.05%
14.	01-Inodoro marca lamosa modelo avent	2.00 EA	2,475.00	126.00	-	\$	5,202.00
14.	02-Inodoro marca lamosa model avent 2	2.00 EA	655.68	126.00	-	\$	1,563.36
14.	03-Juego de empotrar ceramico	1.00 EA	121.12	105.00	-	\$	226.12
14.	04-Lavebo modelo genesis marca lamosa	1.00 EA	862.47	168.00	-	\$	1,030.47
14.	05-Lavebo modelo genesis marca lamosa	1.00 EA	585.90	168.00	-	\$	753.90
14.	06-Lavebo placa marmol procesado	1.00 EA	2,412.50	147.00	-	\$	2,559.50
14.	07-Lavebo placa de marmol procesado 2	1.00 EA	2,090.50	147.00	-	\$	2,237.50
14.	08-Regadera	1.00 EA	172.56	94.50	-	\$	267.06
14.	09-Regadera modelo corner stone cromada	2.00 EA	671.89	94.50	-	\$	1,532.78
14.	10-Juego de empotrar cromados	3.00 EA	755.30	105.00	-	\$	2,560.90
							3.48%
15.	01-Instalacion electrica	1.00 EA	9,141.41	6,289.50	-	\$	15,430.91
							5.97%
16.	01-Puerta Alpina 75x213	8.00 EA	387.87	78.75	-	\$	4,200.48
	02-Puerta multipanel 90x213 lisa	2.00 EA	588.08	78.75	-	\$	1,285.66
	03-Puerta multipanel lisa 90x213	2.00 EA	1,753.82	78.75	-	\$	3,885.14
	04-Ventanería de aluminio tipo acuarrela blanco	1.00 EA	-	-	14,500.00	\$	14,500.00
	05-Puerta principal de forja	1.00 EA	1,800.00	1,218.00	-	\$	2,818.00
							0.27%
17.	01-Barandel de herreria en balcon	1.00 EA	950.00	282.50	-	\$	1,212.50
							1.83%
18.	01-Instalacion hidraulica, sanitaria y de gas	1.00 EA	3,432.75	4,698.75	-	\$	8,131.50
							100.0%

Tabla 6.5.- Alternativa #3. Estimado con modificaciones en Acabados



RESULTADOS

A través del proceso de estimación se obtuvo el costo directo de cada una de las tres alternativas. El monto para el estimado base (alternativa #1) es de \$390,282.05. La alternativa #2, con modificaciones en el diseño tiene un costo \$372,363.42. Y la alternativa #3, con modificaciones en los acabados tiene un costo de \$443,448.27 (Gráfica 7.1). Por lo tanto, la alternativa #2 es la mas económica, con una diferencia de \$17,918.63. Mientras que la alternativa #3 es la de mayor costo, con una diferencia de \$53,166.22 respecto al estimado base (Tabla 7.1).



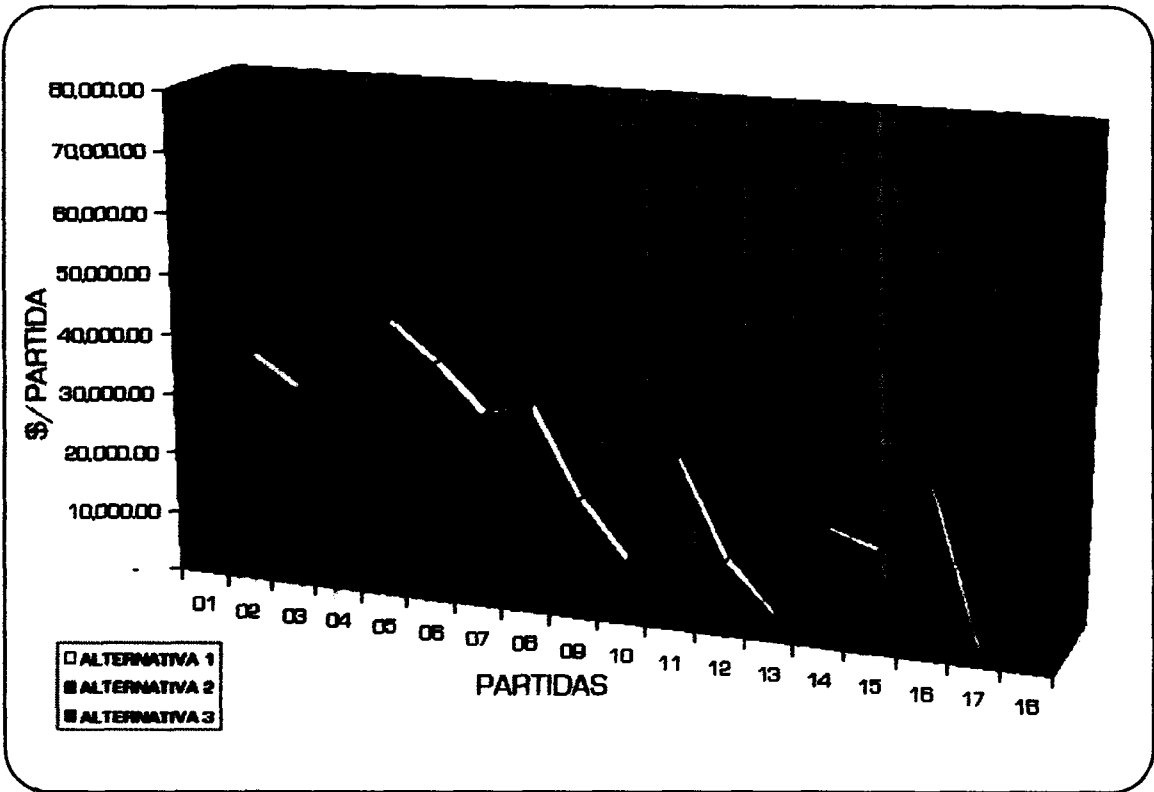
Gráfica 7.1.- Comparación del costo de las 3 alternativas

Alternativa			
	\$	390,282.05	—
	\$	372,363.42	(\$17,918.63)
	\$	443,448.27	\$53,166.22

Tabla 7.1.- Tabla de comparativa del costo directo total de cada alternativa

COMPARACION DE PARTIDAS

En la Gráfica 7.2 podemos observar el comportamiento de los costos en las distintas partidas de cada alternativa, es posible identificar las partidas que presentan mayor variación. En la Tabla 7.2 se presenta la comparación del monto de cada partida para las 3 alternativas. En la Tabla 7.3 es posible ver el índice de partidas para la identificación de la variación detectada en la grafica 7.2.



Gráfica 7.2.- Comparación de costo por partidas para las 3 alternativas

	180.40	36,915.72	31,988.01	37,701.67	44,515.69	38,449.28	30,809.13	32,994.90	18,296.31
	180.40	36,922.57	31,988.01	32,657.92	44,515.69	35,243.21	39,672.18	32,892.24	4,765.94
	180.40	36,915.72	31,988.01	37,701.67	44,515.69	38,449.28	30,809.13	32,994.90	18,296.31
	8,736.50	26,945.74	10,911.71	2,948.51	17,953.59	15,430.91	26,479.28	1,212.50	8,131.50
	-	27,856.98	10,928.81	2,866.54	17,953.59	15,430.91	30,774.94	1,212.50	8,131.50
	8,736.50	78,433.77	10,911.71	4,828.70	17,953.59	15,430.91	26,479.28	1,212.50	8,131.50

Tabla 7.2.- Tabla comparativa del costo por partida para las 3 alternativas

01-Preliminares	10-Fachada
02-Cimentación	11-Pisos y azulejos
03-Muros planta baja	12-Obra exterior y limpieza
04-Losa Entrepiso	13-Pintura y texturizados
05-Muros planta alta	14-Aparatos sanitarios
06-Losa Azotea	15-Instalación eléctrica
07-Acabado Exterior	16-Carpintería y aluminio
08-Acabado interior	17-Herrería
09-Cubiertas azotea	18-Instalaciones hidrosanitarias y gas

Tabla 7.3.- Índice de partidas

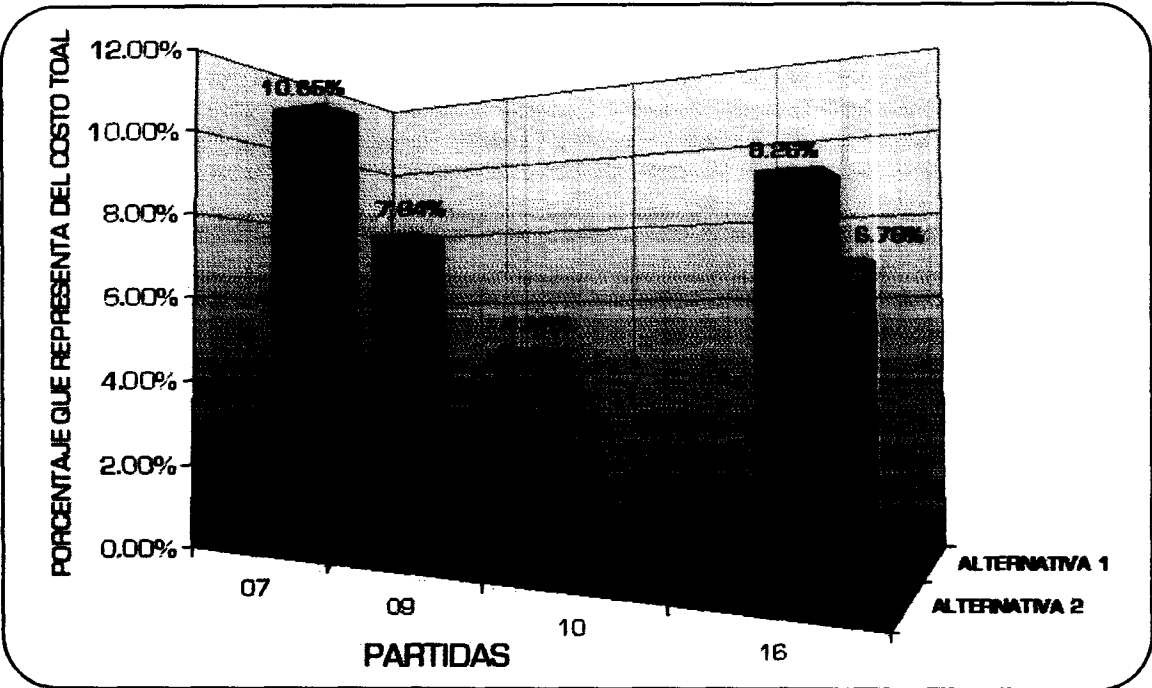
Estimado Base (Alternativa #1) vs. Estimado con modificaciones en el Diseño (Alternativa #2)

Las partidas que presentan una mayor variación son 04-Losa de entrepiso, 06-Losa Azotea, 07-Acabado Exterior, 09-Cubiertas azotea, 10-Fachada, y 16-Carpintería y aluminio.

Las partidas con variación mínima son: 02-Cimentación, 08-Acabado interior, 11-Pisos y azulejos, 12-Obra exterior y limpieza, y 13- Pintura y texturizados. Mientras que las partidas restantes no presentaron variación (Gráfica 7.2 y Tabla 7.2).

Son 11 el total de partidas afectadas por las modificaciones realizadas en el diseño, de las cuales 6 representan una variación mayor a \$2,500. Esta variación se debe a que los cambios en el diseño ocurrieron principalmente en la fachada principal, por lo tanto se observa que las partidas de acabados, fachada y losas fueron las mas afectadas.

Si analizamos el porcentaje que representa la partida respecto al costo total en ambas alternativas. Las partidas con mayor variación de una alternativa respecto a la otra son: 07-Acabado exterior, por las modificaciones en pintura y adición de loseta en fachada; 09-Cubiertas azotea, debido a que se suprimo la teja en el diseño; 10-Fachada, debido a que se eliminaron las molduras; y la partida 16-Carpintería y aluminio, por la adición de la puerta de la terraza (Tabla 7.4 y Gráfica 7.3).



Gráfica 7.3.- Comparación del porcentaje de variación de las partidas mas significativas, respecto al monto total para las alternativas 1 y 2.

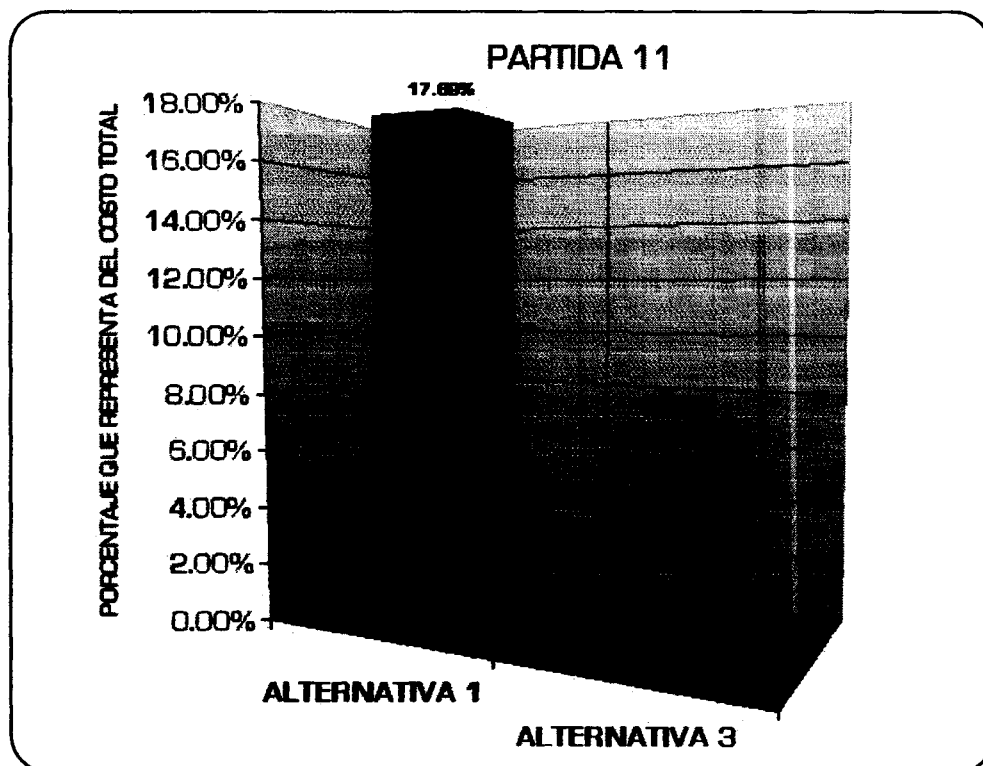
	7.84%	4.89%	2.24%	6.78%	
	10.65%	1.28%	0.00%	8.26%	
	2.81%	-3.41%	-2.24%	1.48%	
	\$ 8,063.03	\$ (13,540.46)	\$ (8,735.50)	\$ 4,295.66	\$ (8,917.27)

Tabla 7.4.- Comparación del porcentaje que representa las partidas más significativas respecto al costo total de las alternativas 1 y 2.

El costo total del proyecto es inferior en el estimado con modificaciones en el diseño, al estimado base. El ahorro estimado es de \$17,918.63, un monto muy favorable cuando se tiene un fraccionamiento donde se considera como vivienda tipo. Por ejemplo, para un fraccionamiento de 100 casas el ahorro estimado es de \$1'791,863.00.

Estimado Base (Alternativa #1) vs Estimado con modificaciones en Acabados (Alternativa #3)

Únicamente dos partidas presentaron variación. La partida 11-Pisos y azulejos fue la que presentó una gran variación, de aproximadamente \$52,000, debido a que la principal modificación que se realizó fue en la calidad, marca y tipo de material. Mientras que la partida 13-Pintura y texturizados presenta una variación mínima, debido a que se modificó la calidad de pintura utilizada, tanto en interiores como exteriores (Gráfica 7.4 y Tabla 7.5).



Gráfica 7.4.- Comparación del porcentaje de variación de la partidas 11-Pisos y azulejos, respecto al monto total para las alternativas 1 y 3.

	17.69%
	6.90%
	10.78%
\$	51,487.03

Tabla 7.5.- Comparación del porcentaje que representa la partida 11-Pisos y azulejos respecto al costo total de las alternativas 1 y 2.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Cuando se tiene la posibilidad de analizar distintas alternativas o escenarios del proyecto que se desea construir se tiene una base sólida para la toma de decisiones. Cualquier decisión tomada en las etapas iniciales del proyecto puede representar un gran ahorro en costo, sobre todo para proyectos repetitivos como fraccionamientos, edificios multiniveles, etc.

Con la utilización de OnCenter se agiliza el proceso de estimación. En este caso de estudio particular que consistió en el análisis de tres alternativas para un proyecto de vivienda unifamiliar trajo muchos beneficios. Una vez realizado el estimado base es relativamente sencillo hacer el análisis de distintas alternativas con un ahorro significativo en tiempo y es posible visualizar puntualmente las zonas o áreas del proyecto en las cuales se produjeron cambios en diseño, y en caso que sea necesario es posible agregar nuevas partidas.

La efectividad del desempeño de cualquier software para presupuestar, incluido OnCenter, depende de muchos factores: de la persona que va a realizar el estimado, de la confiabilidad de la información de costos, de la optimización del diseño, de los conocimientos constructivos que se tengan en el desglose y desarrollo del proyecto.

La confiabilidad de la información de costos es muy importante para el desarrollo de estimados precisos.

En análisis de alternativas no podemos decir que una opción es mejor que otra, esta en función de los objetivos que se pretendan alcanzar con el proyecto, sin embargo podemos mencionar que es una herramienta muy efectiva si se sabe utilizar para identificar ventajas, desventajas, posibles ahorros en costo y tiempo, y aumentar la efectividad del diseño y del presupuesto.

Cuando se integra el diseño y presupuesto para cualquier proyecto de construcción, es posible proponer soluciones conjuntas a problemas en el proyecto, y los beneficios serán igualmente buenos.

La Ingeniería de Valor es un complemento del diseño y el presupuesto, en el cual se buscan beneficios que tengan un impacto positivo en el proyecto en cuanto a costos.

RECOMENDACIONES

Es muy importante que el estimador o equipo de estimación tengan conocimientos de construcción para la identificación de áreas de oportunidad de mejora que puedan representar un ahorro significativo en el costo del proyecto.

Se recomienda que se apliquen la Constructabilidad durante el desarrollo del diseño. Puede traer grandes beneficios durante el desarrollo del proyecto.

Así mismo se recomienda la aplicación de la Ingeniería de Valor durante todas las etapas del proyecto, especialmente en las etapas iniciales, para identificar posibles que signifiquen un ahorro significativo en el costo total del proyecto.

Es muy conveniente involucrar a todos los participantes en el proyecto desde las etapas iniciales, no solo el diseñador y el estimador, si no también los constructores ya que pueden hacer tener aportaciones significativas que favorezcan el proyecto.

Cuando se busquen mejoras en cualquier etapa del proyecto, especialmente en diseño y presupuesto, es importante saber que la prioridad es el proyecto. El proyecto debe ser el punto central para la toma de decisiones.

En cuanto al software OnCenter, se recomienda que antes de empezar a realizar un estimado se cuente con toda la información necesaria, para evitar retrasos en el proceso de estimación. Teniendo la información es relativamente rápida la elaboración de estimados detallados.

Se propone que para cualquier proyecto, se integre el Diseño y el Presupuesto, ya que puede traer grandes beneficios.

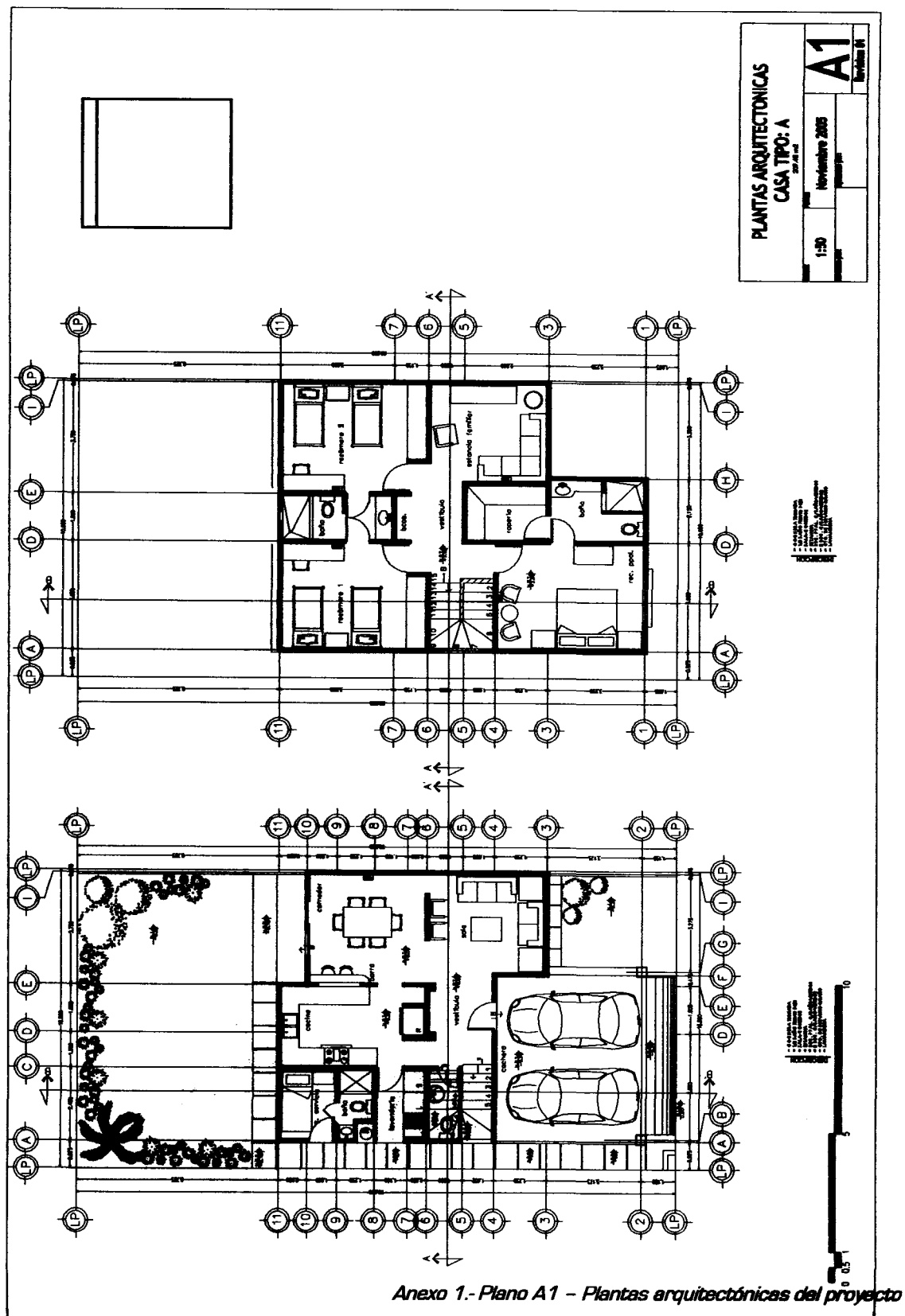
TRABAJOS FUTUROS

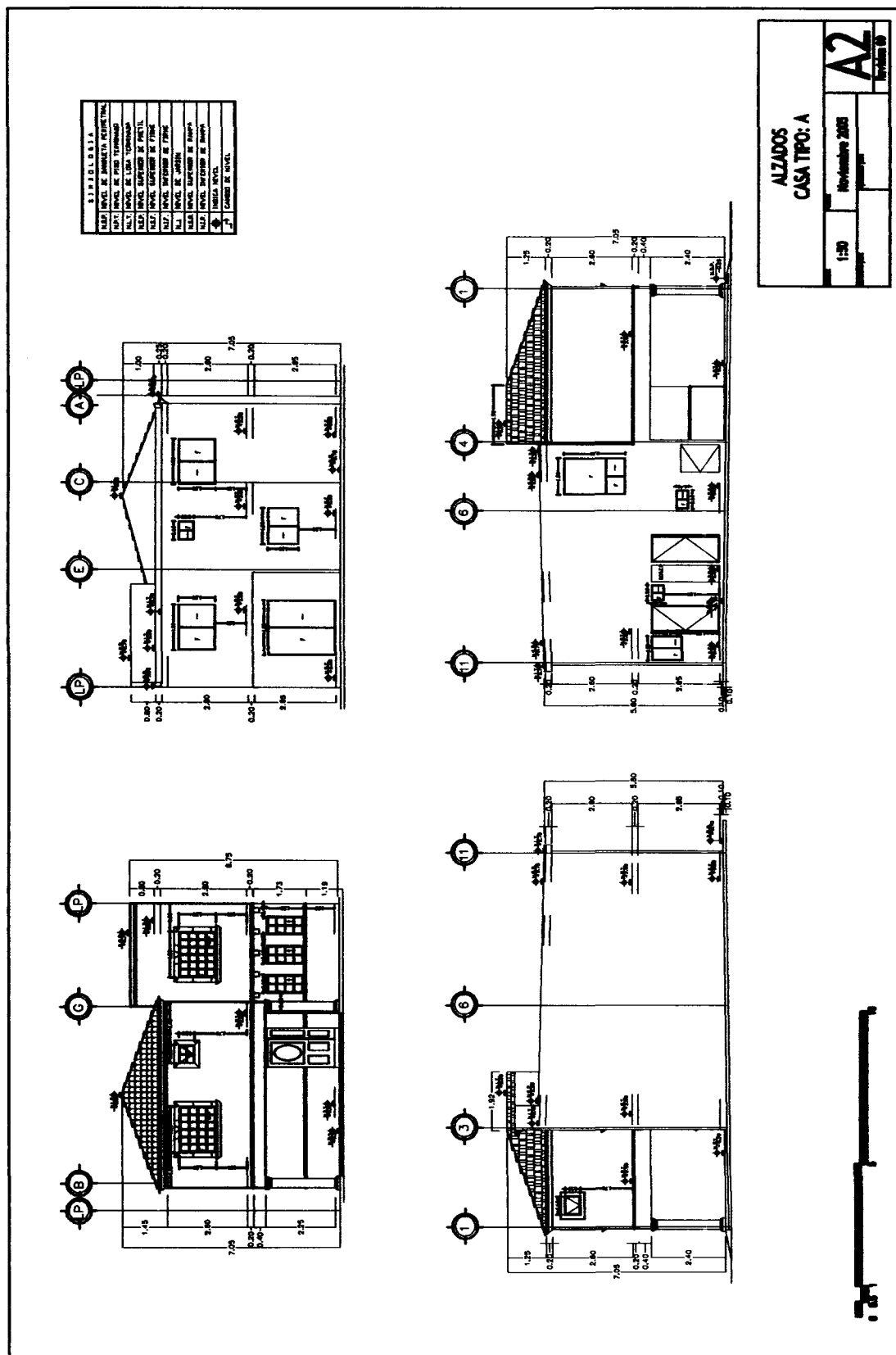
Se recomienda que la continuación de esta investigación se efectúe en dos temas principalmente: presupuesto a detalle desglosando las tarjetas de precios unitarios y el control de los estimados durante la fase de construcción.

El primero se recomienda que se profundice sobre la integración y revisión detallada de los precios unitarios para cada partida perteneciente al proyecto y así complementar con bases sólidas la integración del estimado detallado.

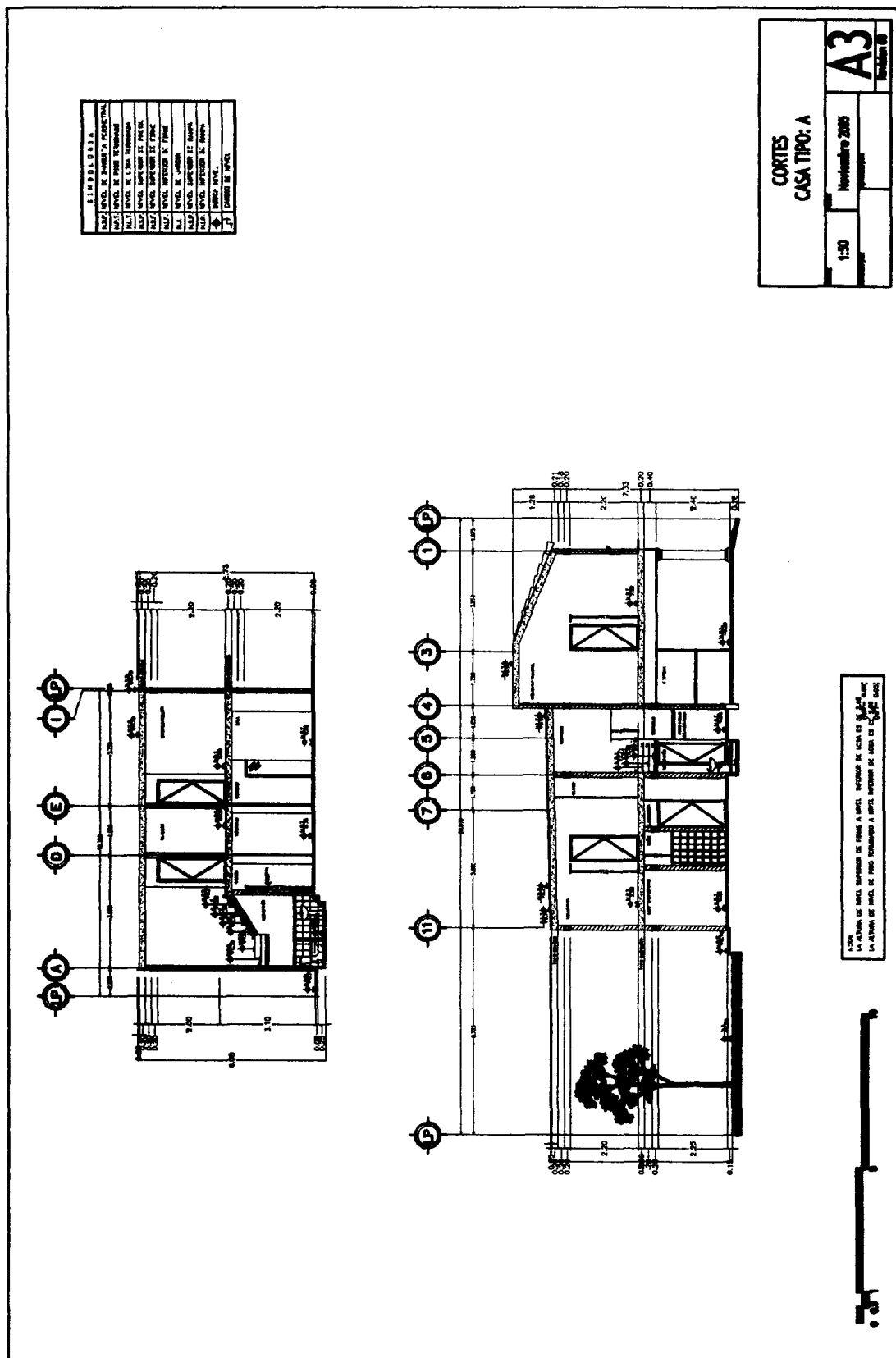
Una vez definido el diseño y presupuesto de un proyecto es importante el control del mismo durante la fase de construcción. Por lo que se recomienda que se utilice alguna interfase en el software que permita llevar este control, comparándolo con el estimado realizado previo a la construcción con el fin de detectar posibles retrasos y sobrecostos durante la ejecución del proyecto.

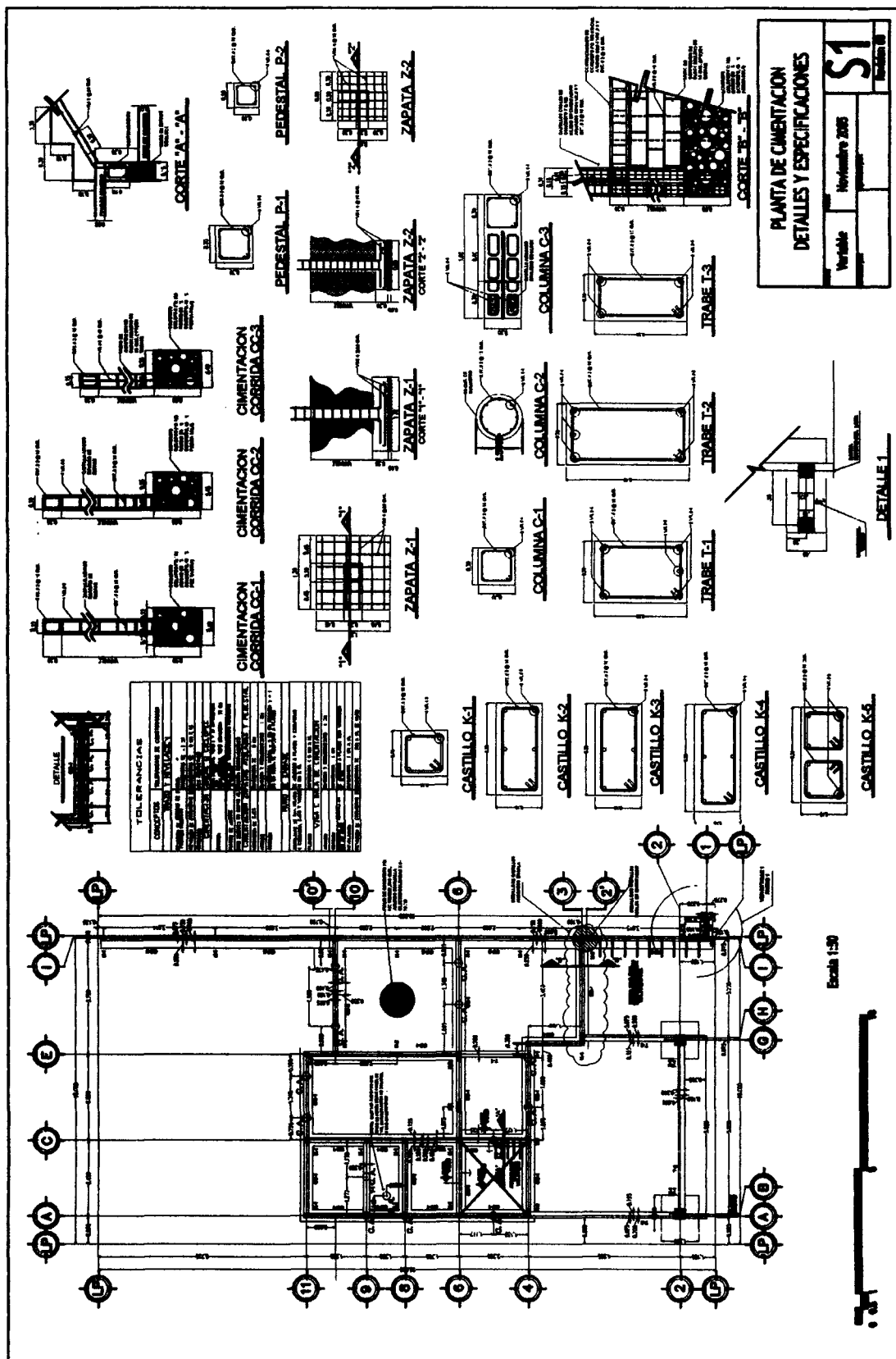
9 ANEXOS



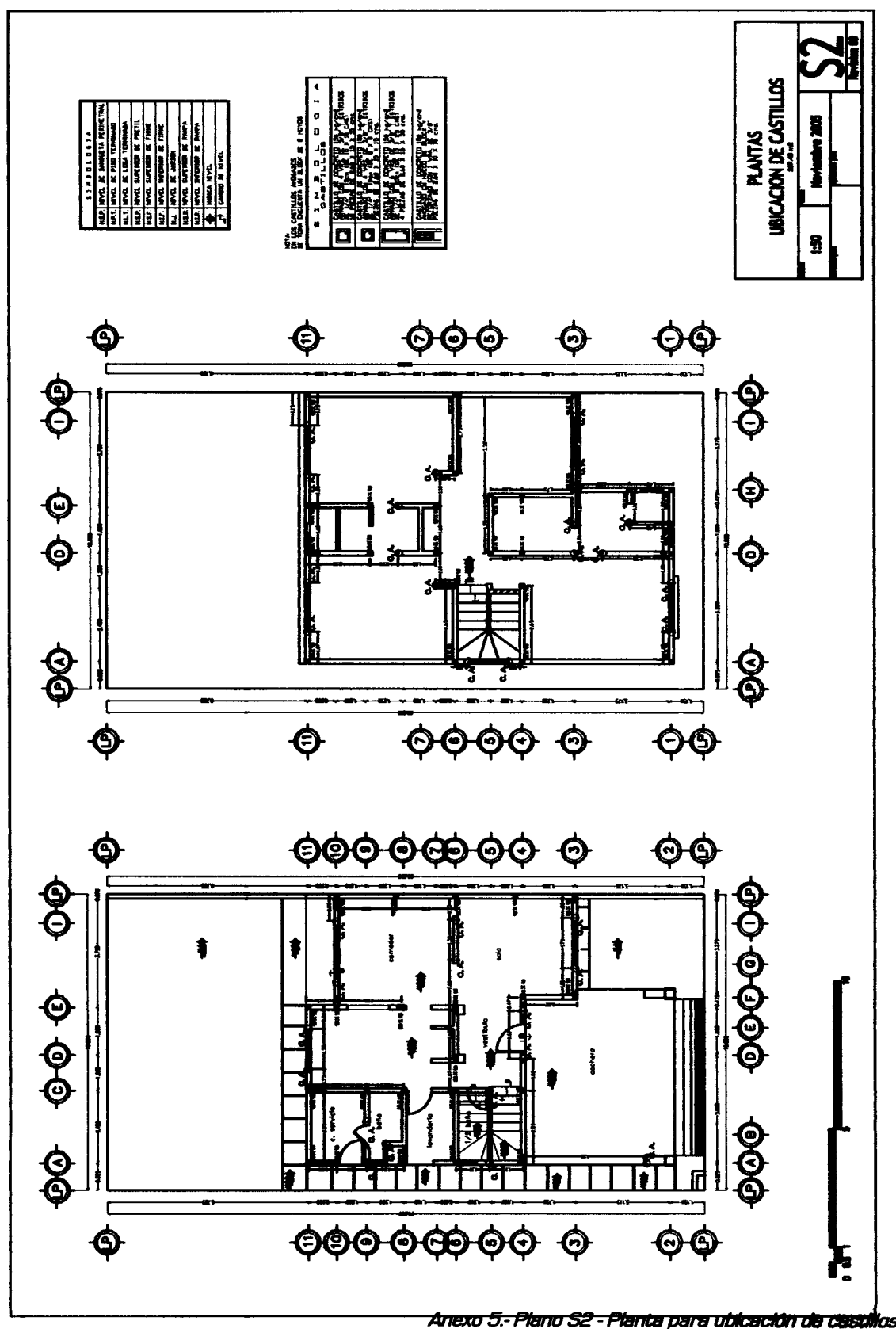


Anexo 2.- Plano A2 - Fachadas



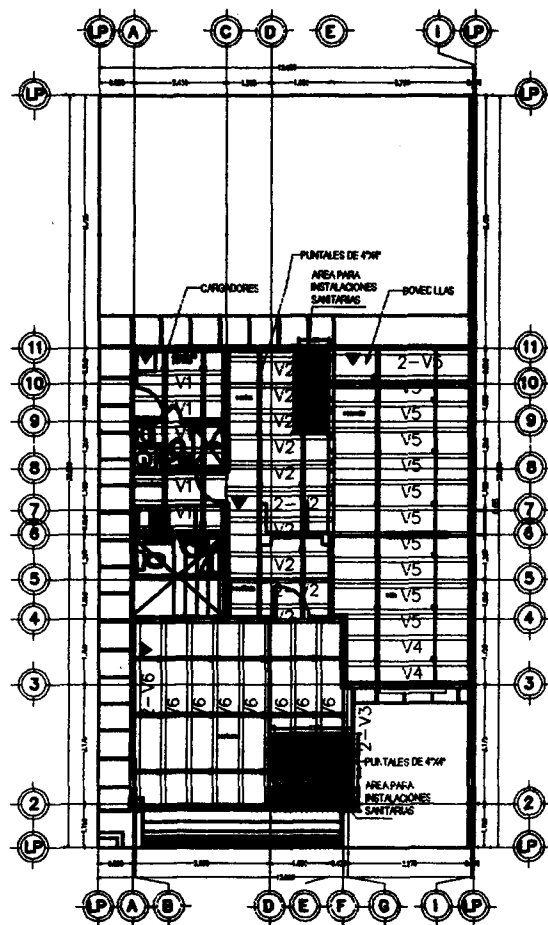


Anexo 4.- Plano S1 - Planta de cimentación, detalles y especificaciones





Anexo 7.- Plano S4 - Losa de entrepiso, detalles y especificaciones



TOLERANCIAS	
CONCEPTOS	TOLERANCIAS E LIBRA ENTREPISO
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm
ALICATADO DE LAMA	± 1 cm

SÍMBOLOS	
	Columna
	Viga
	Muro
	puerta
	ventana
	escalera

NOTAS

1. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

2. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

3. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

4. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

5. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

6. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

7. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

8. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

9. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

10. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

11. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

12. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

13. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

14. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

15. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

16. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

17. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

18. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

19. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

20. Las dimensiones dadas en este plano son las verdaderas y no las nominales.

VIGAS

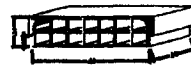
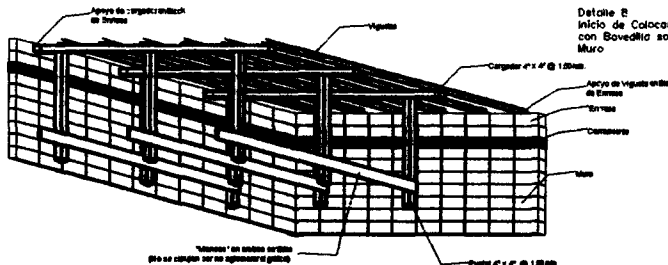
VIGA 3
Aplicar controllecho de 1.50 cm al centro de claro

VIGA 2
Aplicar controllecho de 1 cm al centro del claro

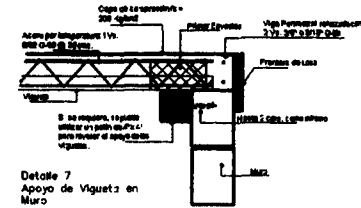
VIGA 5

VIGA 6

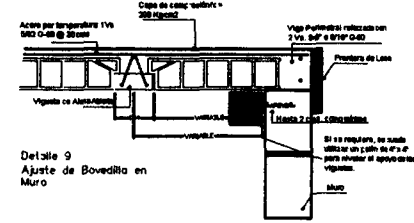
DETALLE DE ARMADO DE LOSA



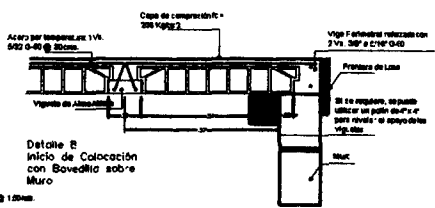
Detalle 2
Corte tipo de losa 14+3



Detalle 7
Apoyo de Viguetas en Muro



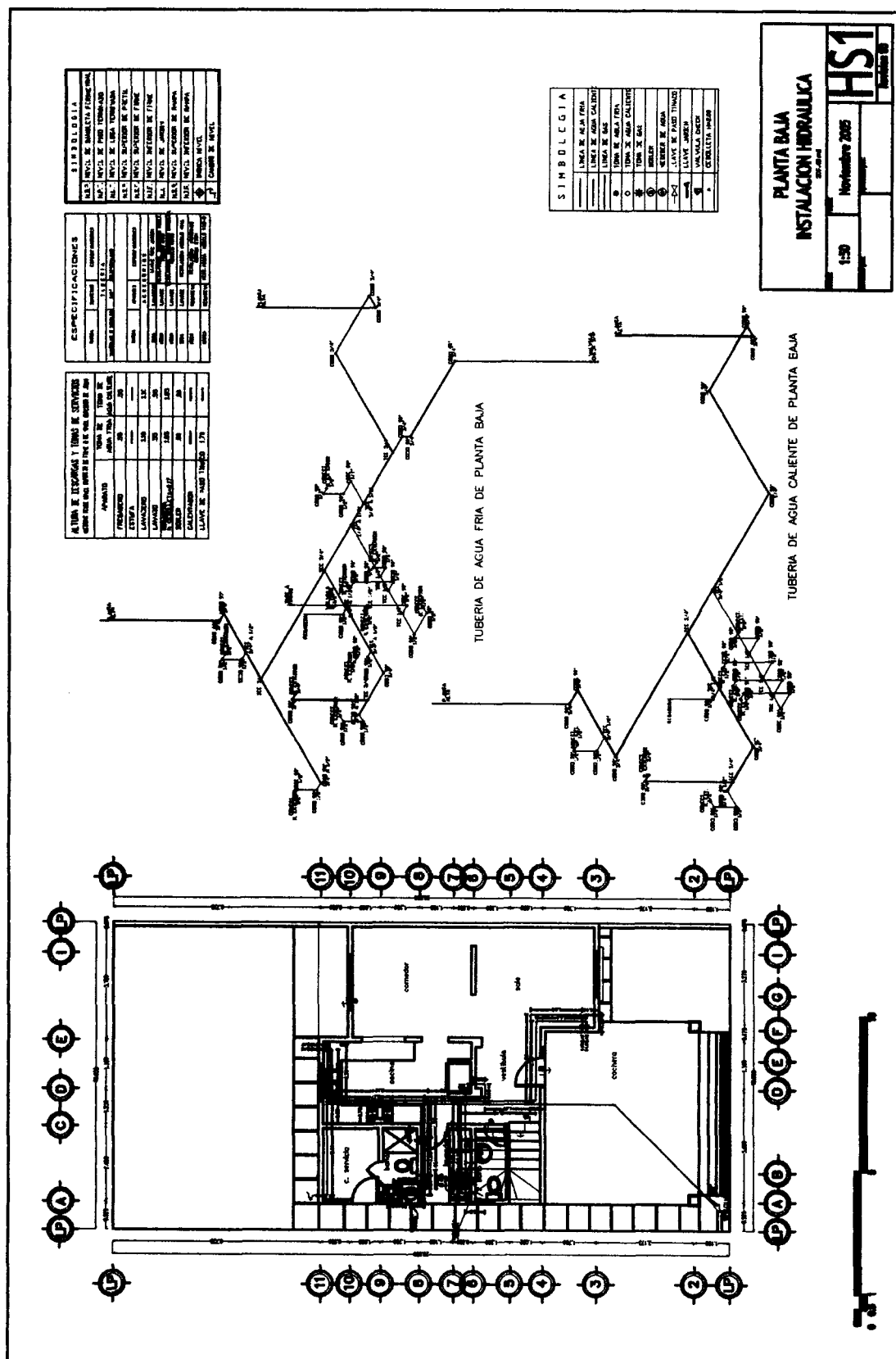
Detalle 9
Ajuste de Bovedilla en Muro



Detalle 8
Inicio de Colocación con Bovedilla sobre Muro

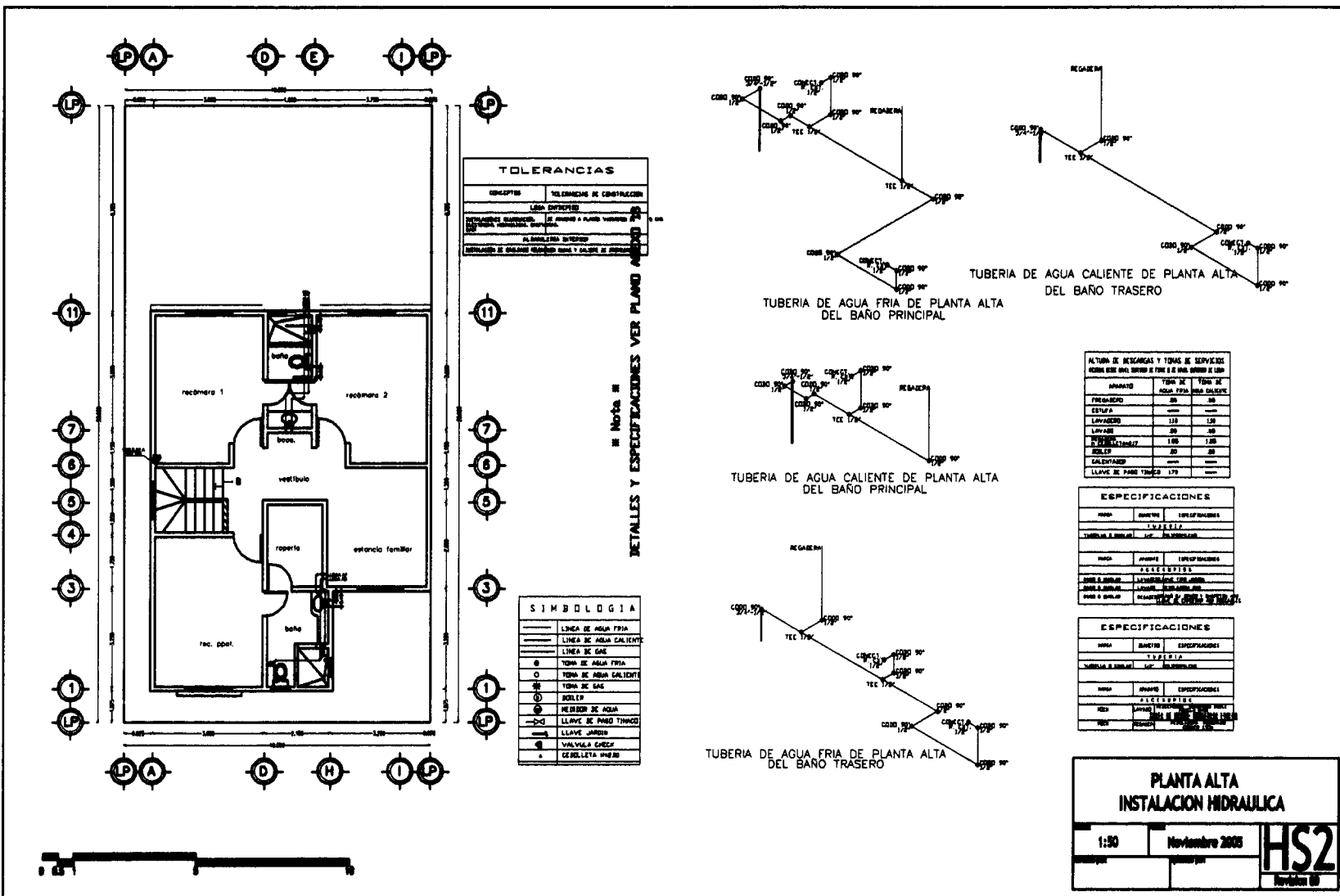
LOSA ENTREPISO		
1:50	Noviembre 2005	S4

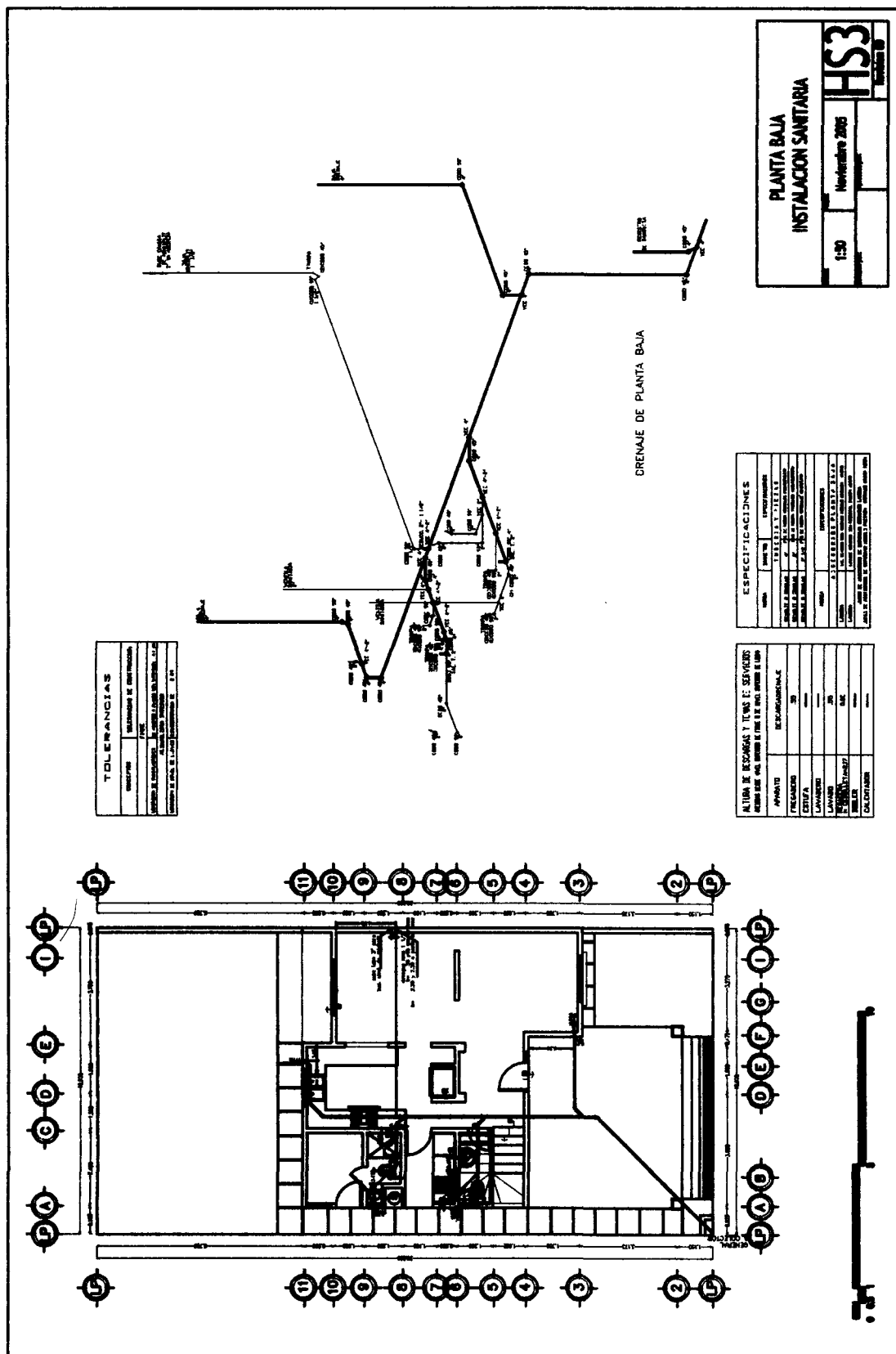




Anexo 9.- Plano HS1 - Instalación hidráulica en planta baja, isometrías y especificaciones

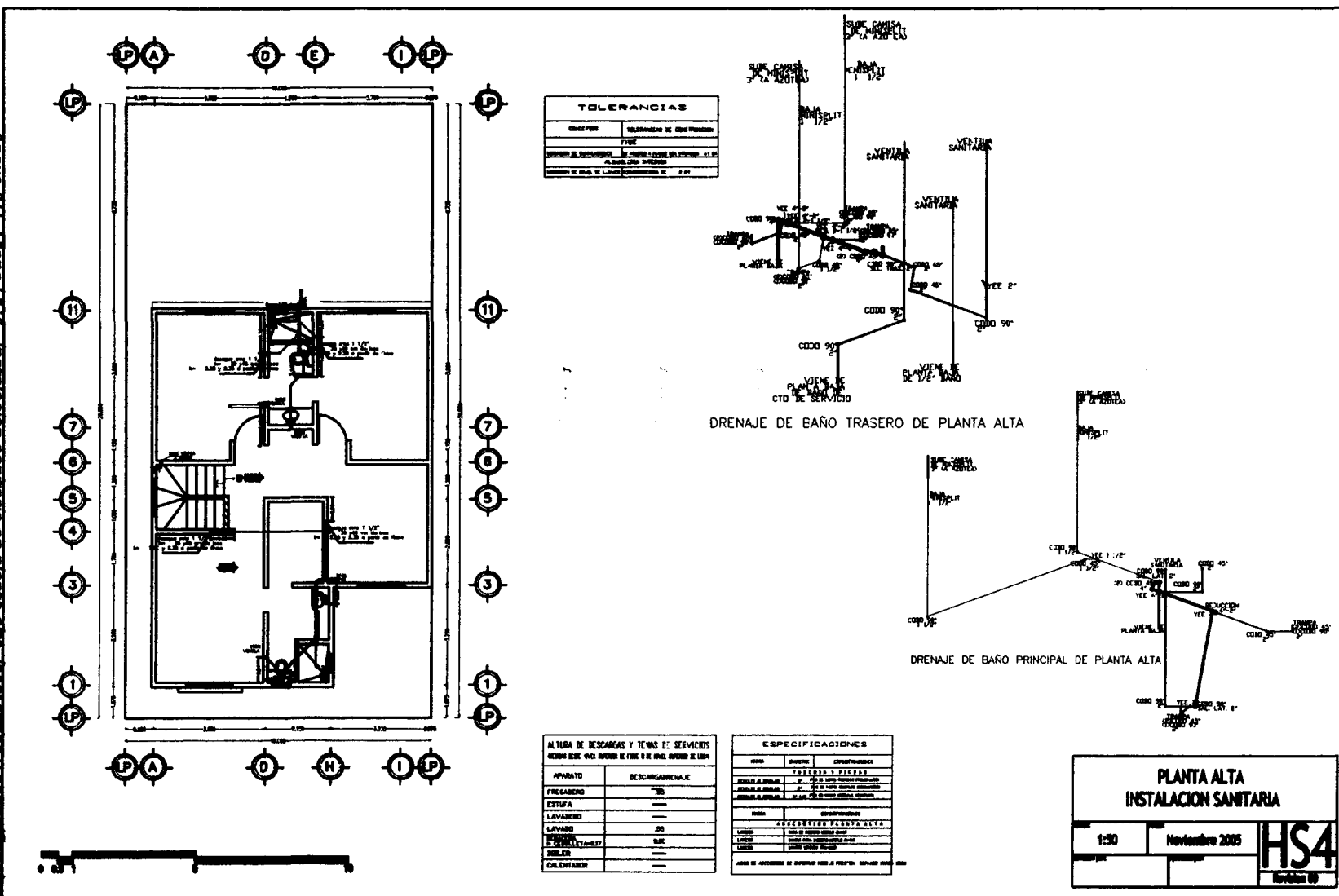
Anexo 10.- Plano HS2 - Instalación hidráulica en planta alta e isométricas

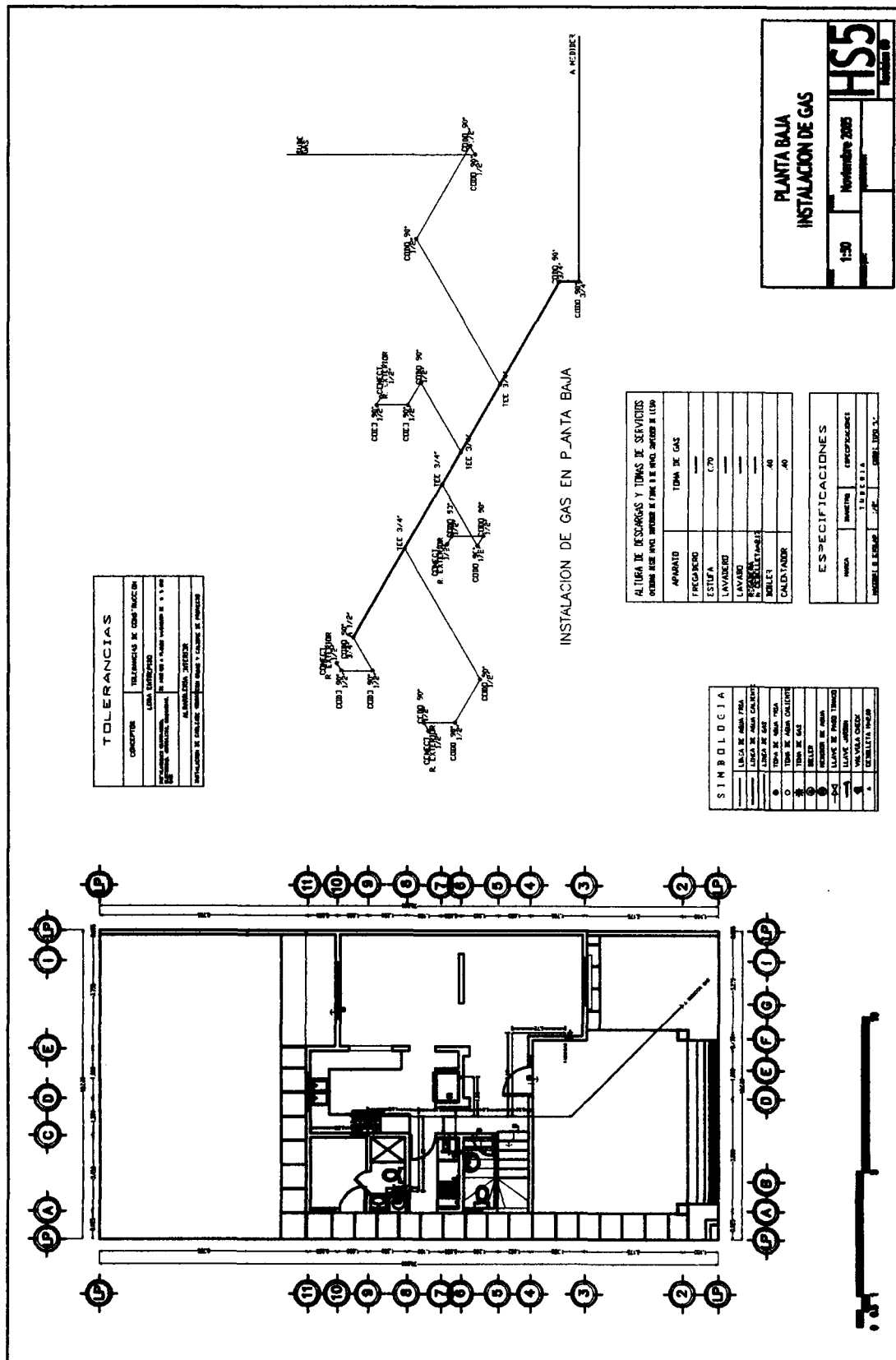




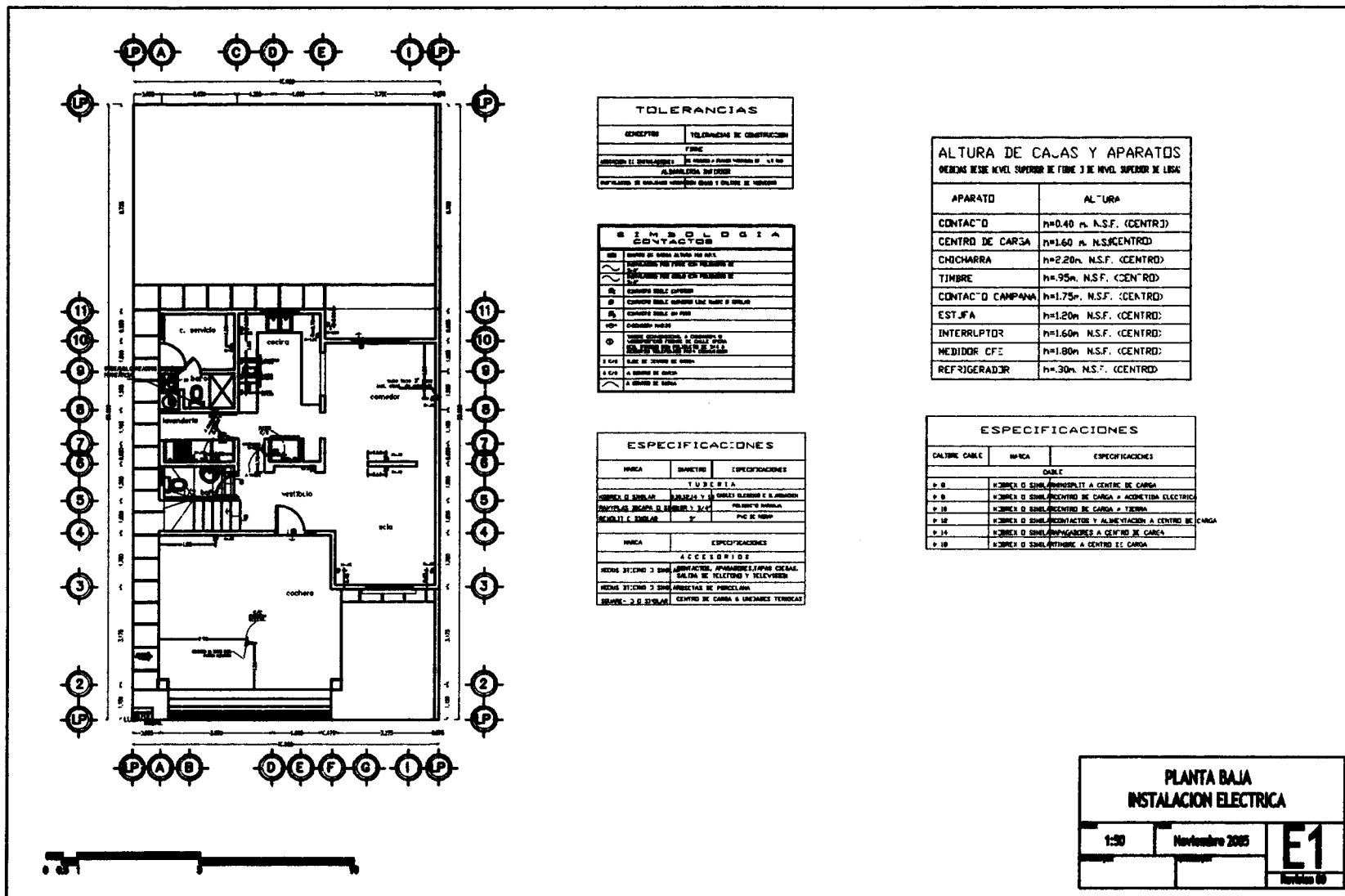
Anexo 11.- Plano HS3- Instalacion sanitaria en planta baja, Isometria y especificaciones

Anexo 12.- Plano HS4 - Instalación sanitaria en planta alta, isometrías y especificaciones





Anexo 14.- Plano E1 - Instalación eléctrica en planta baja y especificaciones



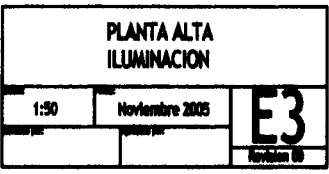
[illegible]

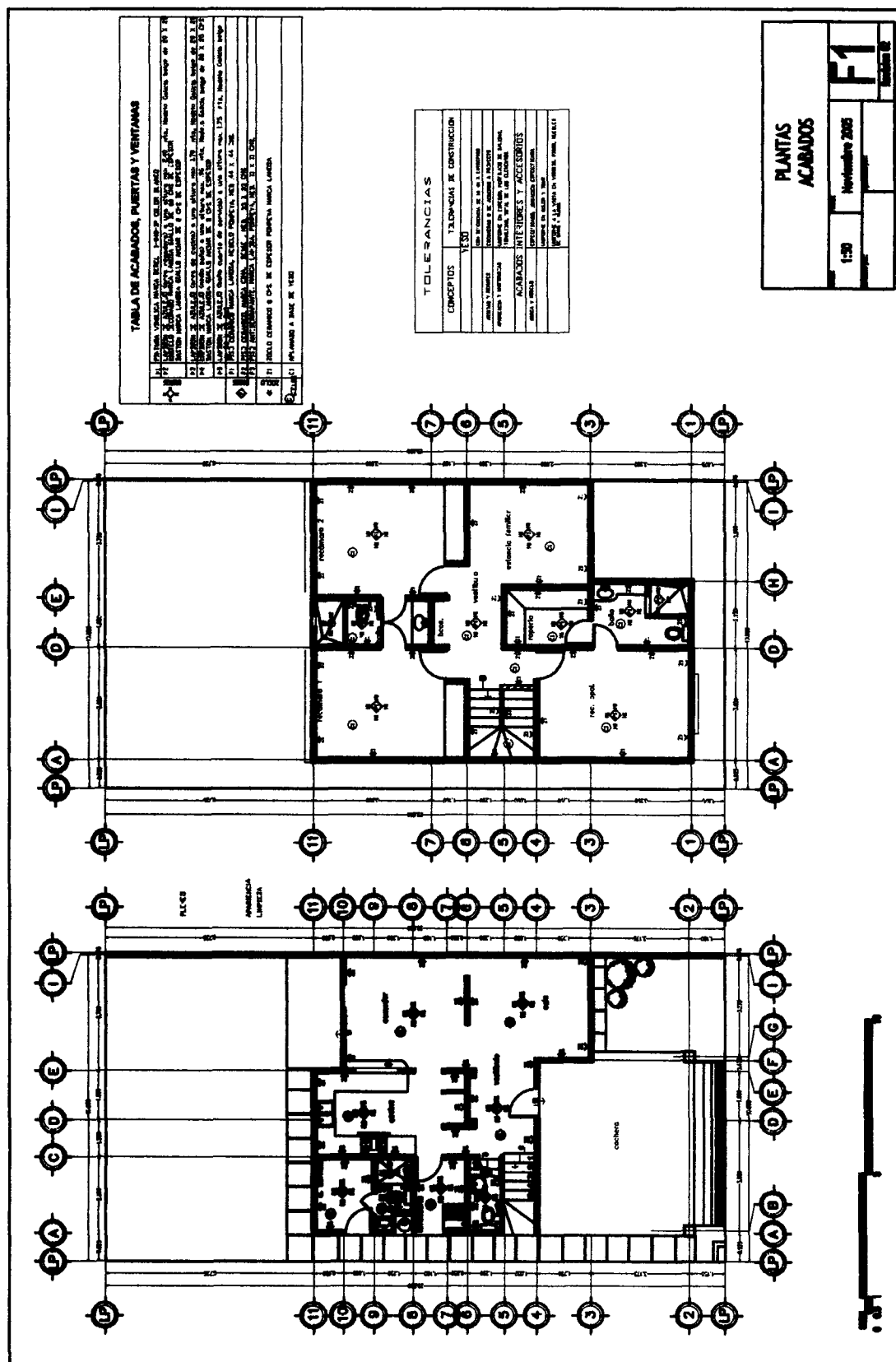
ESPECIFICACIONES		
MARCA	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES
TUBERIA		
WERNER & SOHN AG.	100 MM X 7	VALVULAS DE ALUMINIO E INOXIDABLES
WERNER & SOHN AG.	100 MM X 7 1/2"	VALVULAS DE ALUMINIO
WERNER & SOHN AG.	2"	PURGE VALVE
MARCA	ESPECIFICACIONES	
ACCESORIOS		
WERNER & SOHN AG.	VALVULAS DE ALUMINIO, TIPO DE CERRADO, PARA EL TELEFONO Y TELEVISION	
WERNER & SOHN AG.	VALVULAS DE ALUMINIO	

ESPECIFICACIONES		
DIAMETRO CABLE	USOS	ESPECIFICACIONES
CABLE		
1/8	USOS: 2 BOMBAS	CONECTA A CENTRO DE CAMA
3/8	USOS: 2 BOMBAS	CENTRO DE CAMA A ACUMULADOR ELECTRICA
1/2	USOS: 2 BOMBAS	CENTRO DE CAMA A TUBERIA
3/4	USOS: 2 BOMBAS	CONECTA Y ALIMENTACION A CENTRO DE CAMA
1	USOS: 2 BOMBAS	CONECTA A CENTRO DE CAMA

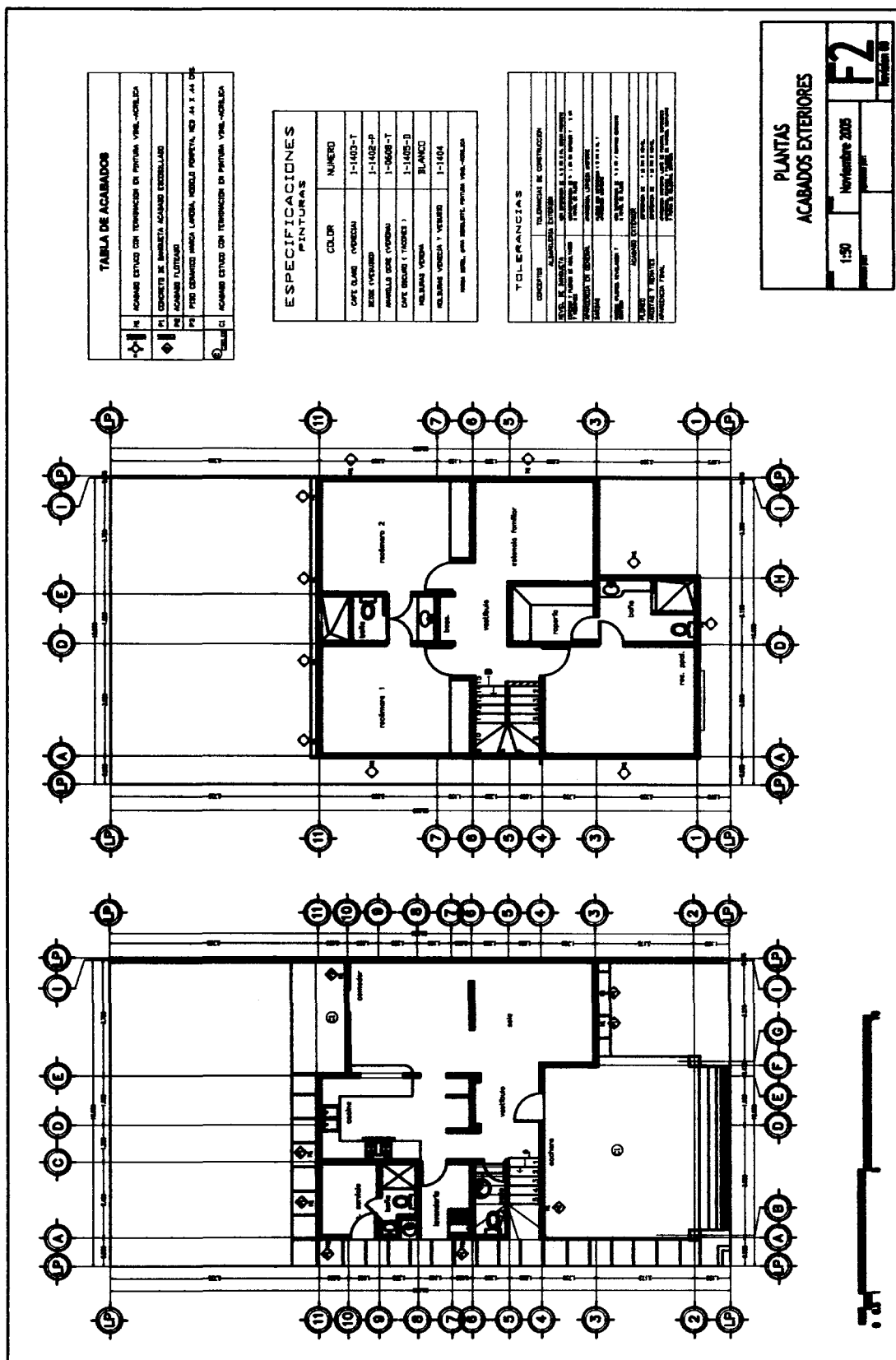
PLANTA ALTA INSTALACION ELECTRICA		
1:50	Noviembre 2005	E2
Revision por	Elaborado por	Noviembre 05

0.057

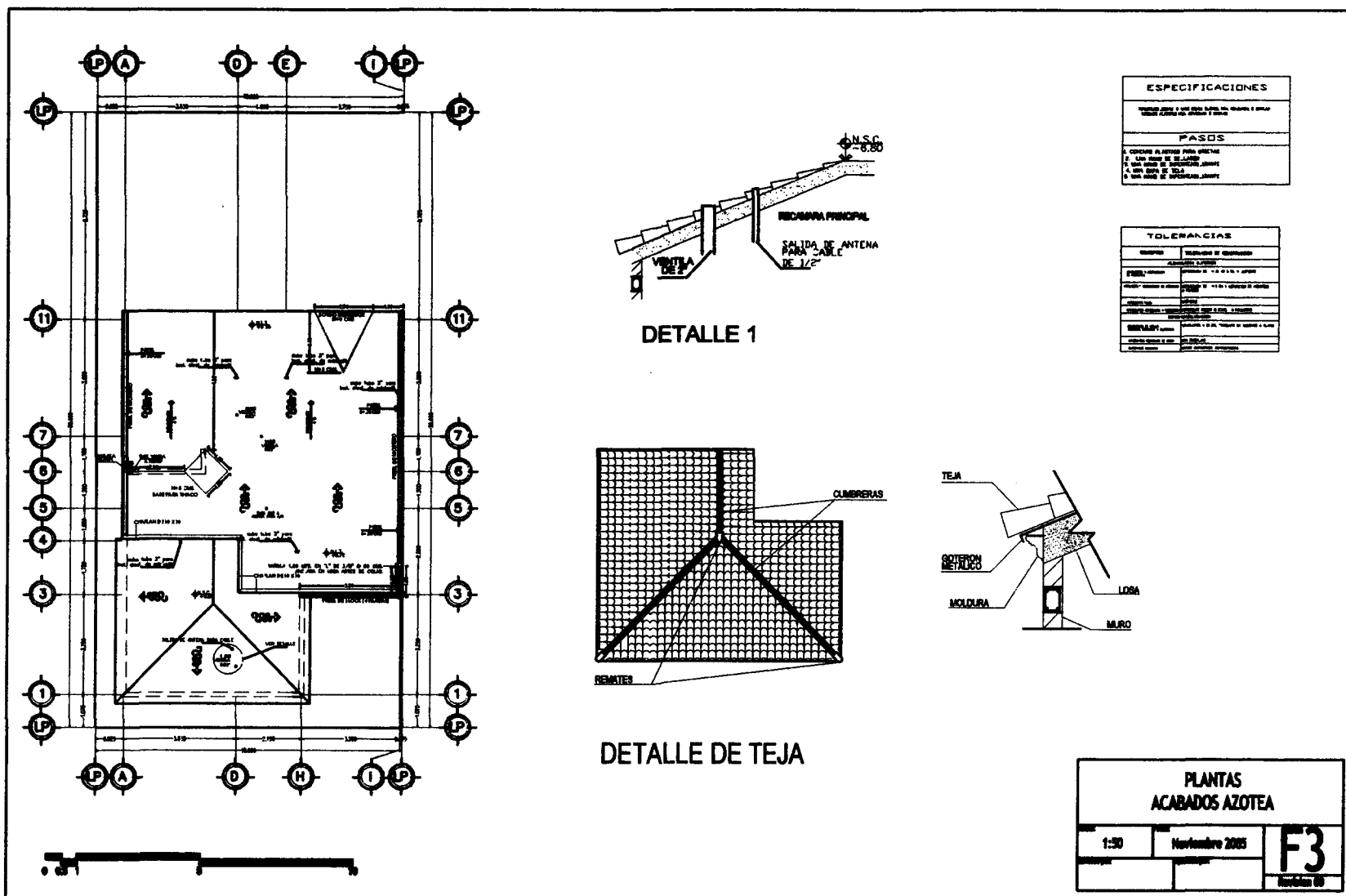


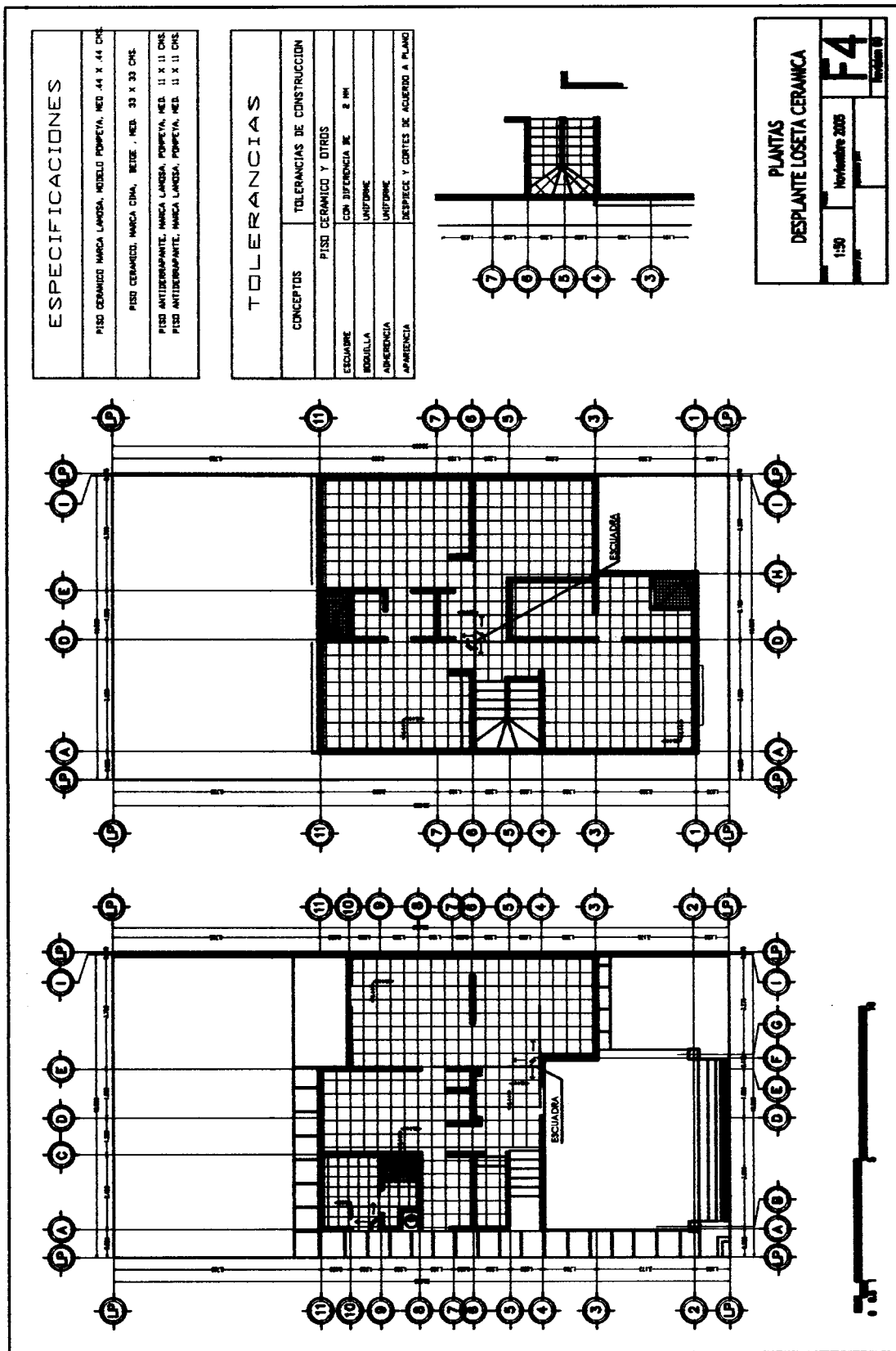


Anexo 17.- Plano F1 - Plantas de Acabados Interiores y especificaciones

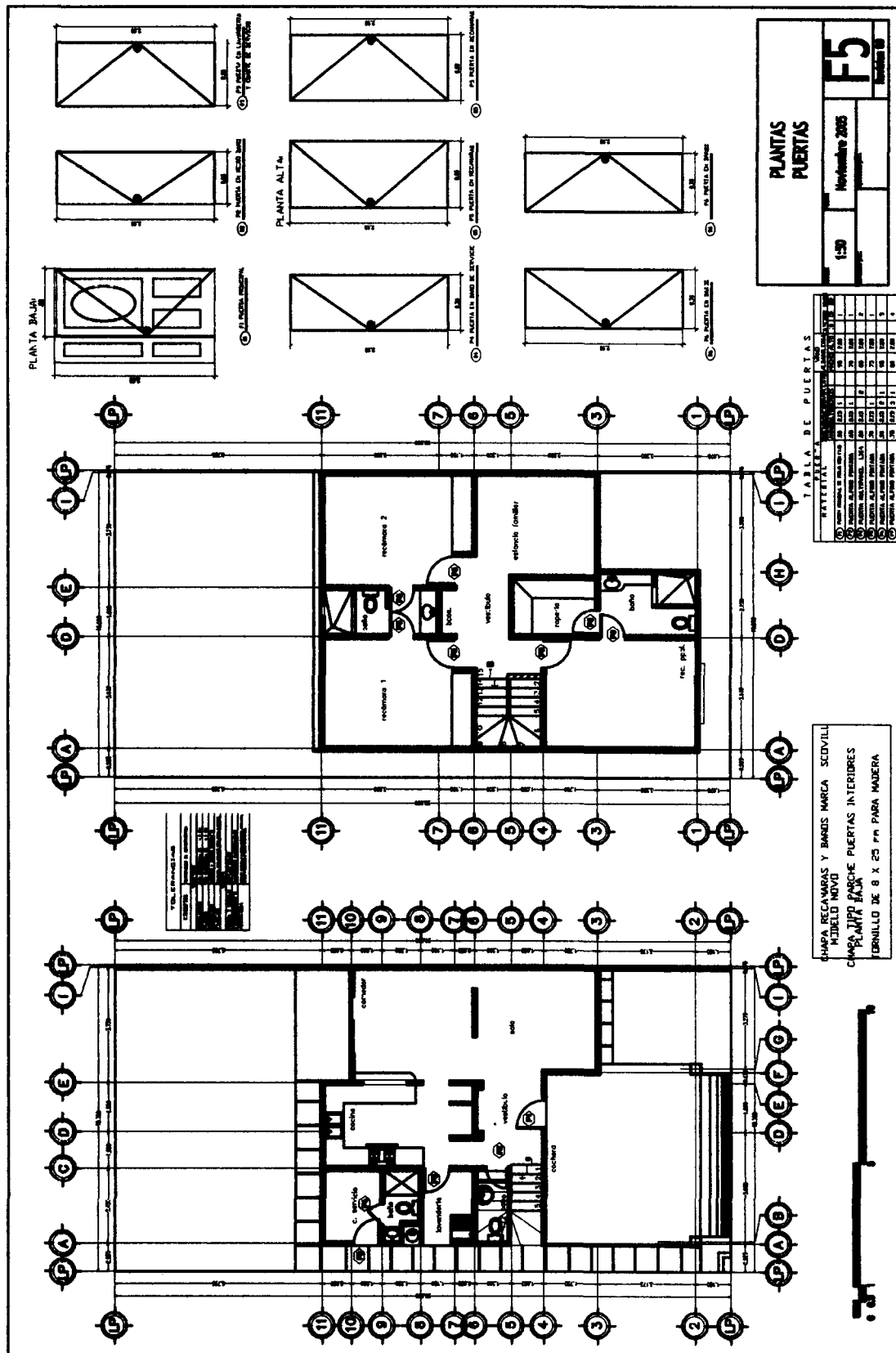


Anexo 19.- Plano F3 - Planta de Acabados en Azotea, detalles y especificaciones

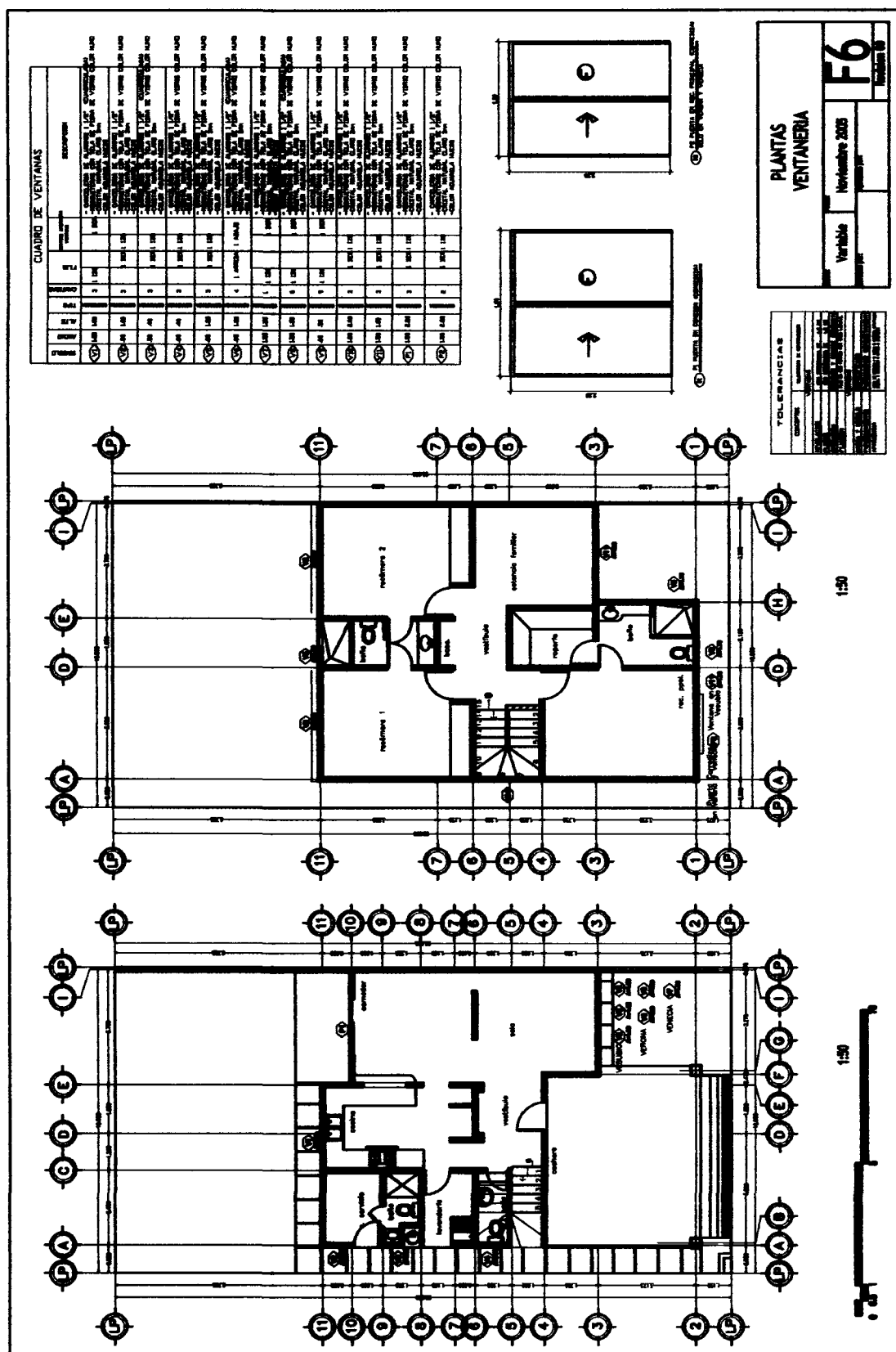




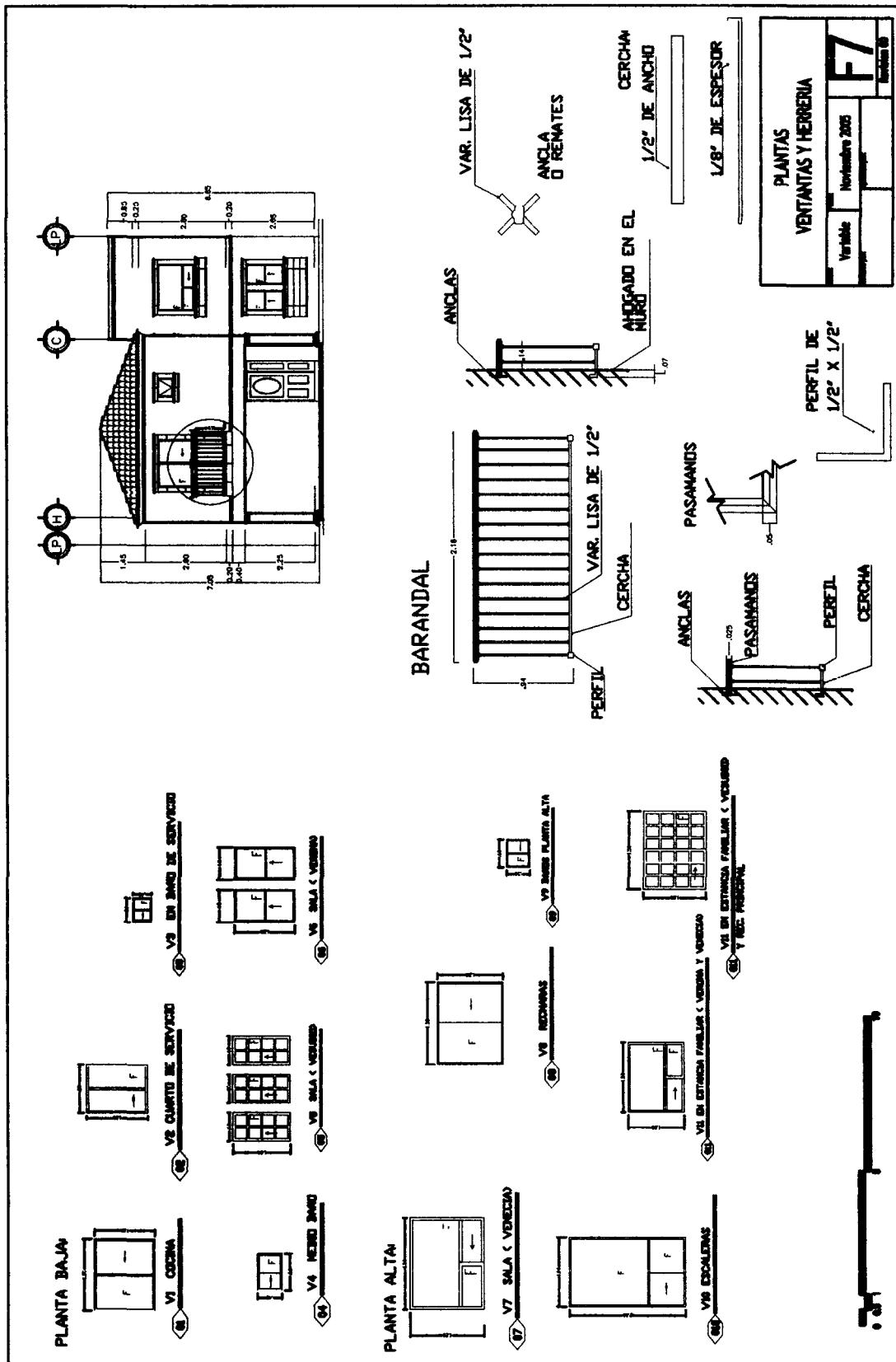
Anexo 20.- Plano F4 - Plantas de desplante de loseta cerámica con especificaciones



Anexo 21.- Plano F5 - Puertas, ubicación y especificaciones



Anexo 22.- Plano F6 - Ventanas, ubicación y especificaciones



Anexo 23.- Plano F7 - Herrería, detalles y especificaciones; y detalle de ventanas

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Oberlender, Garold D.; **Project Management for Engineering and Construction**; McGraw-Hill International Editions; International Edition, 2000.
- [2] Ahuja, Hira N. y Walsh, Michael A.; **Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos**; Ediciones Alfaomega; Mexico, 1989.
- [3] Merritt, Frederick S. y Ricketts, Jonathan T.; **Manual integral para diseño y construcción**; McGraw-Hill Interamericana, S.A. ; Colombia, 1997.
- [4] Presuman, Andy; **Architecture 101, a guide to the design Studio**; John Wiley & Sons, Inc.; Estados Unidos, 1993.
- [5] Patrascu, Anghel; **Construction Cost Engineering Handbook**; Marcel Dekker, Inc.; Estados Unidos, 1988.
- [6] Ashworth, A.; **Building Economics and Cost Control**; Butterworth & Co.; Reino Unido, 1983.
- [7] Ashworth, A; **Pre-contact Studies, development economics, tendering and estimating**; Addison Wesley Longman Limited; Inglaterra, 1996.
- [8] Clark, Forrest D. y Lorenzoni, A. B.; **Applied Cost Engineering**; Segunda edición; Marcel Dekker, Inc.; Estados Unidos, 1985.
- [9] Peurifoy, Robert L y Oberlender, Garold D.; **Estimating Construction Costs**; Cuarta edición; McGraw-Hill, Inc.; Estados Unidos, 1989.
- [10] Procurement Committee of The Chartered Institute of Building; **Code of estimating practice**; Sexta edición; Addison Wesley Longman Limited; Inglaterra, 1997.

- [11] Brown, James; **Value Engineering, a blueprint**; Industrial Press Inc.; Estados Unidos, 1992.
- [12] Omigbodun, Akintola; **Value Engineering and Optimal Building Projects**; Journal of Achitectural Engineering; Junio, 2001.
- [13] Acharya, Prakash; Pfrommer, Charles; y Zirbel, Charles; **Think Value Engineering**; Journal of Management in Engineering; Noviembre/Diciembre 1995.

Centro de Información-Biblioteca



30002006631774