



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Mantenimiento y conservación de la
Unidad habitacional 23 de noviembre,
en la tercera región naval (rn-3), en
Veracruz, Ver.**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

José de Jesús Tolentino Guerra

ASESOR DE INFORME

Ing. Marcos Trejo Hernández



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL**
(Titulación con trabajo escrito)



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE LA UNIDAD HABITACIONAL 23 DE NOVIEMBRE, EN LA TERCERA REGION NAVAL (RN-3), EN VERACRUZ, VER. que presenté para obtener el título de INGENIERO CIVIL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

JOSE DE JESUS TOLENTINO GUERRA
Número de cuenta: 417104270

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, que siempre estuvo para apoyarme. A Nora y Jesús que me enseñaron a nunca rendirme. A Norma que fue un gran ejemplo. A mis hermanos, que siempre hemos sido un gran equipo. A Ricardo, por formar parte de esta gran familia.

A Mariana que siempre fue un gran apoyo emocional.

Al equipo de Coatzacoalcos que siempre me aceptó y me compartió sus conocimientos, por todas esas experiencias gratas y no tanto que me ayudaron a crecer de manera profesional. Al equipo de trabajo en Veracruz que me retó a dar siempre lo mejor. Agradezco especialmente a los ingenieros Mariano y Jorge Izaguirre por la oportunidad de formar parte del proyecto; al ingeniero Carlos por las capacitaciones y al ingeniero Diego por su paciencia.

A mi asesor, el ingeniero Marcos Trejo por la dedicación que tiene con sus alumnos y con el aprendizaje de las nuevas generaciones.

A mi Universidad por todas las herramientas que me dio para desarrollarme en el mundo laboral.

Muchas gracias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1. ANTECEDENTES	7
2. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	9
2.1. VÍAS TERRESTRES.....	10
2.2. BORDOS Y PRESAS.....	11
2.3. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	12
2.4. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	13
2.5. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	13
2.6. SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	14
2.7. TELECOMUNICACIONES.....	15
2.8. GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA.....	15
2.9. EDIFICACIÓN Y VIVIENDA.....	16
2.9.1. RESIDENCIAS UNIPERSONALES.....	19
2.9.2. RESIDENCIAS PLURIFAMILIARES.....	19
3. ETAPAS DE UN PROYECTO DE UNIDAD HABITACIONAL	20
3.1. PLANEACIÓN.....	23
3.2. ESTUDIOS.....	24
3.3. DISEÑO.....	30
3.4. CONSTRUCCIÓN.....	32
3.5. DEMOLICIÓN.....	39
3.6. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN.....	40
4. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA UNIDAD HABITACIONAL 23 DE NOVIEMBRE EN VERACRUZ, VERACRUZ	42
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	42
4.1.1. CASAS.....	52
4.1.2. EDIFICIOS.....	57
4.1.3. TIENDA.....	67
4.1.4. BARDA PERIMETRAL.....	71

4.1.5. ÁREAS COMUNES	74
4.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	77
4.2.1. PLANEACIÓN DE TRABAJOS.....	78
4.2.2. ORGANIZACIÓN DE LA OBRA	130
4.2.3. PROGRAMA DE LA OBRA	133
4.2.4. CONTROL DE OBRA	163
5. CONCLUSIONES.....	182
REFERENCIAS.....	183
ANEXOS.....	187

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XX, en nuestro país se desarrolla el periodo denominado “Milagro Mexicano” (1940 – 1970), el cual se caracteriza por transformar a México en una economía industrial y urbanizada. Dos consecuencias importantes que se aprecian ante este periodo de prosperidad y de transición desde lo rural a lo urbano, es la migración hacia las grandes urbes con esperanza de mejores oportunidades laborales y por ende el aumento de la población. Esto empezó a repercutir de manera negativa ante la falta de vivienda en las grandes Ciudades.¹ Cifras retomadas de los programas de información del INEGI² mencionan que en 1940 el país contaba con una población total de 19,653,552 de habitantes, 70 % rural y 30% urbana. Para 1970, la población había aumentado en un 245%, dándonos un aproximado de 48,225,238 habitantes, de los cuales solamente el 40% era rural.

Debido al creciente problema de vivienda que se avecinaba en las grandes urbes en el México del siglo XX, en 1948 surge la idea de eficientar los espacios y con apoyo del recién creado Instituto Nacional de Vivienda se construye el primer conjunto habitacional en México (Unidad Esperanza). La vivienda como propuesta urbana tuvo un fuerte impulso durante el periodo del presidente Miguel Alemán, creando los primeros conjuntos habitacionales con el emblema de “la convivencia y el respeto a la individualidad”, siendo uno de los pilares del movimiento el Conjunto Urbano presidente López Mateos de Nonoalco-Tlatelolco. Los conjuntos habitacionales han sido una forma para administrar el espacio urbano ante la necesidad de vivienda de los habitantes.

Posterior a la construcción de la Unidad Esperanza y al Conjunto Urbano Nonoalco- Tlatelolco, se desarrollaron los conjuntos: Unidad Independencia, Unidad Habitacional Vicente Guerrero, Centro Urbano Presidente Juárez, Unidad Habitacional Villa Olímpica Libertador Miguel Hidalgo, entre otras; impulsadas no solamente por la necesidad de vivienda, sino como estrategia política del Gobierno Federal.³ En la etapa del México Contemporáneo, en la Zona Metropolitana del Valle de México, destacan por sus dimensiones y capacidad de vivienda las unidades habitacionales Ciudad Cítara y Los Héroes Tecámac II.

El desarrollo de estos espacios comunitarios fue promovido en la segunda mitad del siglo XX por la Dirección General de Pensiones Civiles para el Retiro (DGPCR), órgano que hoy en día es el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Dicho organismo, a través del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), permite que cualquier trabajador del gobierno pueda acceder a un crédito accesible y suficiente para la adquisición de viviendas cómodas e higiénicas, así como para su construcción, reparación, ampliación o mejoramiento.

Ya encaminadas en México las Políticas Públicas para el desarrollo de la vivienda, se detectó el problema de designar quién sería responsable de la administración y el mantenimiento de los

inmuebles una vez entregados a los usuarios. De acuerdo con el Dr. Pablo Francisco Gómez Porter⁴, podemos seccionar en tres periodos históricos la gestión de las unidades multifamiliares: paternalismo estatal (1949 – 1982) en el que las obras de mantenimiento eran financiadas y ejecutadas por el ISSSTE; privatización y redefiniciones (1982-1992) caracterizado por la separación del Estado de la administración de las unidades habitacionales para dejarla en manos de empresas que cobraban por sus servicios de mantenimiento, hecho que generó descontento en la población que dejó de pagar la cuotas y generó pérdidas para las empresas implicadas; administración vecinal (1992, a la fecha) es el modelo más común en la época actual, en ella se designa una comisión de áreas comunes responsable de la administración de las áreas comunes. Actualmente, el mantenimiento de las unidades habitacionales funciona por contratos, pues la comisión vecinal puede hacer uso de un cobro de cuotas para adquirir servicios para los trabajos, por otro lado, las unidades que siguen bajo la administración del Estado convocan a empresas privadas por medio de un concurso de obra para que ejecuten un programa de mantenimiento.

Es importante también aclarar que el concepto de vivienda digna y multifamiliar no se concentró únicamente la Ciudad de México (anteriormente Distrito Federal). El ISSSTE, junto con diferentes instituciones de diferentes rubros, dieron paso al desarrollo de viviendas accesibles en toda la República. Un ejemplo de esto es la construcción de Unidades Habitacionales Militares y Navales, pertenecientes al Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas, que buscan satisfacer la prestación de vivienda temporal. La vivienda temporal para los usuarios de las fuerzas armadas garantiza que puedan moverse geográficamente para atender las misiones designadas. De acuerdo con el portal de la Secretaría de la Defensa Nacional⁵, nuestro país está dividido en 12 regiones militares, 45 zonas militares, cuenta con 23 guarniciones militares. Por su parte, la Secretaría de Marina (SEMAR)⁶ está organizada en 8 regiones navales, 17 zonas navales y 17 sectores navales.

El presente trabajo gira en torno al mantenimiento de una unidad habitacional administrada por la Secretaría de Marina. Está dividido en tres capítulos, dos de ellos introductorios, pues se pretende guiar al lector desde lo general hasta lo particular, a fin de que comprenda la importancia de las labores realizadas. Estos capítulos introductorios son: Obras de infraestructura y Etapas de un proyecto de unidad habitacional. Posteriormente se desarrolla el capítulo Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional 23 de noviembre en Veracruz, Veracruz, el cual se divide en dos sub capítulos, en el primero (Descripción del proyecto) se describen las características de la unidad habitacional en la que se lleva a cabo la obra y en el segundo capítulo (Programa de Mantenimiento) se describe la planeación de las actividades y posteriormente, su ejecución y supervisión. Todo el trabajo escrito está realizado desde el papel que cumple el ingeniero civil dentro de los trabajos, pero se pretende manejar un vocabulario comprensible para que cualquier lector se adentre en el tema.

1. ANTECEDENTES

La Secretaría de Marina utiliza como principio rector el Plan Nacional de Desarrollo para establecer sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales. Todo esto se establece en el Programa Sectorial de Marina 2020-2024⁷.

Durante el sexenio del presidente Andrés Manuel López Obrador (2018-2024) y bajo la dirección de la Secretaría del C. Almirante José Rafael Ojeda Durán, se establecieron los siguientes Objetivos prioritarios:

- “Preservar la seguridad nacional y coadyuvar en la seguridad interior del país”
- “Mantener el Estado de derecho en zonas marinas y costas nacionales”
- “Fortalecer la Autoridad Marítima Nacional”
- “Impulsar la industria de construcción naval”
- “Impulsar la investigación científica y desarrollo tecnológico en el ámbito naval”
- “Mejorar las condiciones de bienestar del personal naval”.

En el marco del Objetivo 4, se otorga a la Dirección General de Obras y Dragado la autoridad para ejecutar proyectos, programas de trabajo y acciones de mantenimiento, tanto mayor como menor, en la infraestructura institucional. Estas acciones incluyen la construcción, remodelación, ampliación y obras de dragado, con el propósito de contribuir al cumplimiento de la misión, los objetivos, metas y requerimientos de la institución. ⁸

Así también, el objetivo 6 del programa sectorial da paso a la ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento de Unidades Habitacionales para el bien del personal.

El presente trabajo gira en torno a la Unidad Habitacional 23 de noviembre en Veracruz, Ver, en la Tercera Región Naval (RN-3). Dicha unidad está administrada por La Secretaría de Marina (SEMAR), la cual, al cumplir con sus obligaciones de salvaguardar la integridad del país en materia de defensa armada, requiere el movimiento de personal a las zonas administrativas (Zonas y Regiones Navales).

A los Marineros que se les solicita su cambio de residencia, se les otorgó una vivienda digna que incluya los servicios indispensables y espacios recreativos. La Secretaría de Marina (SEMAR), a través de la Dirección de Bienestar y Promoción Social, cuenta con la propiedad de 75 Unidades Habitacionales Navales, así como 15 casas destinadas a comandantes de Fuerza, Región, Zonas y Sectores Navales, administradas por el Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas (ISSFAM), lo que representa un total de 4,697 viviendas. ⁹

Las obras de construcción que se desarrollaron durante el sexenio 2018-2024 fueron:

- Proyecto Integral para la Construcción de la Unidad Habitacional Naval, en Boca de Chila, Nayarit.
- Construcción de la Unidad Habitacional Naval, en Chiltepec, Veracruz.
- Construcción de la Unidad Habitacional Naval en La Paz, Baja California Sur. (primera etapa).
- Construcción de la Unidad Habitacional Naval I en Dos Bocas, Tabasco (segunda etapa).
- Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval “23 de noviembre”, en la ZN-3, la Pesca, Tamaulipas.
- Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval “23 de noviembre”, en la ZN-12, Puerto Vallarta, Jalisco.
- Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval “Lotes y servicios”, en la ZN-14, Lázaro Cárdenas, Michoacán.
- Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval “Las Torres”, en la ZN-14, Lázaro Cárdenas, Michoacán.
- Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval en la RN-12, Acapulco, Guerrero.
- **Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval “23 de noviembre”, en la RN-3, Veracruz, Veracruz.**

El Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional 23 de noviembre, en la Tercera Región naval (RN-3), en Veracruz, Ver. corresponde a un proyecto de mantenimiento menor que permite prolongar la vida útil de las viviendas de los usuarios que residen en la Región. Cuenta con 10 edificios con 16 departamentos cada uno, así como 33 casas dúplex y 7 individuales, dando un total de viviendas de 160 departamentos y 73 casas que requieren atención.

Se designó un presupuesto de \$19,222,635.36 antes de IVA, se iniciaron trabajos el 21 de mayo de 2024 con una fecha de finalización proyectada para el 15 de noviembre de 2024. Se presenta el acta de verificación de los trabajos el día 22 de noviembre de 2024 y finalmente, se atienden las observaciones y se firma el acta de Entrega-Recepción de trabajos el día 11 de diciembre de 2024. Se alcanzó un número máximo de personal de 38 trabajadores entre oficiales, ayudantes y administrativos, desempeñando tareas de Impermeabilización, pintura, plomería, albañilería, herrería, tablaroca, instalaciones hidráulicas, eléctricas y de gas.

2. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

La ingeniería nació junto con la aparición de las primeras civilizaciones. De acuerdo Alicia, C., Alicia, A., Rita, M., y Rubén, C., (2019). si nos remontamos a los años 20,000 a.C. podemos encontrar que los Homo Sapiens empezaban a construir artefactos rudimentarios con el fin de facilitar tareas específicas como la caza y la recolección. Posteriormente, al descubrir la agricultura, se empiezan a formar los primeros asentamientos humanos con modestas edificaciones surgiendo así los primeros ingenieros, quienes eran los encargados de realizar artesanías, armas y viviendas mediante una técnica¹⁰.

Iniciados los años 4000 a.C. surgen las primeras grandes civilizaciones: Mesopotamia y Egipto. Para ese entonces, ya se contaban con edificaciones más complejas, sistemas de riego y de transporte. Sin embargo, no existía un profesional encargado específicamente para lo que hoy conocemos como la ingeniería civil, puesto que todos los conocimientos y desarrollos de técnicas estaban aplicados en gran medida al desarrollo de la guerra. Es por eso que las primeras grandes civilizaciones cuentan con murallas, caminos amplios, fortificaciones, puertos, etc. Es hasta 1790 que se empieza a acuñar en Europa el término de “ingeniero militar”. Posteriormente, se van derivando las ingenierías Civil y Minera, desarrolladas por profesionistas capacitados exclusivamente en sus técnicas (Fernández, 2001).¹¹

En la actualidad, las obras de infraestructura son fundamentales para el desarrollo económico y social de la humanidad. El ingeniero civil es el profesional responsable de transformar los insumos (materiales, maquinaria y mano de obra) en este tipo de obras. En el libro del ingeniero Esteban J. Figueroa Palacios¹² se destaca un fragmento que resalta la importancia de las obras de ingeniería:

“La ingeniería civil tiene el propósito de administrar el medio natural para transformarlo en beneficio del ser humano. Las obras de ingeniería se justifican, así, sólo por mandato de la sociedad”. (Figueroa, 2017, p. 51).

El ingeniero Figueroa nos explica que, el tipo de obra está dictaminado por la necesidad de la sociedad que se va a satisfacer. Es por eso que existen diferentes tipos, con diferentes enfoques y especialistas encargados de volverlas realidad. Se mencionan a continuación los tipos de obras más importantes:



Diagrama. 1. Tipos de obra de infraestructura.

2.1. VÍAS TERRESTRES

Retomado de la plataforma de internet STUDY SMARTER, podemos encontrar la siguiente definición:

“Las vías terrestres son infraestructuras esenciales utilizadas para el transporte de personas y mercancías por medios como automóviles, camiones, y autobuses. Comúnmente incluyen carreteras, caminos, y autopistas, conectando diferentes geografías para facilitar el comercio y la movilidad.” (Hualatt, 2024)¹³.

En México, el organismo encargado del desarrollo de las vías terrestres es la Secretaría de Comunicaciones, Infraestructura y Transporte (SCIT). Esta se apoya de otras instituciones, como el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), que en conjunto desarrollan las normativas para la infraestructura del transporte.

Con respecto a los aeropuertos, la Plataforma Proyectos México (BANOBRAS, 2025)¹⁴ señala que la Agencia Federal de Aviación Civil (AFAC), órgano desconcentrado de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), tiene como misión asegurar que el transporte aéreo contribuya al desarrollo regional, el bienestar social, la generación de empleos y la conectividad. Esta agencia administra, coordina, vigila, opera y regula la prestación de los servicios de transporte aéreo nacional e internacional, así como los servicios aeroportuarios, complementarios y comerciales. Según datos estadísticos de la propia AFAC actualizados a 2024, el Sistema Aeroportuario Mexicano (SAM) está conformado por 80 aeropuertos (66 internacionales y 14 nacionales), 1,524 aeródromos y 589 helipuertos.

En lo que respecta a las carreteras, de acuerdo con información de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT, 2024)¹⁵, la Red Nacional de Caminos (RNC) cuenta con una extensión de 179,536 km de carreteras pavimentadas, divididas en 51,311 km de carreteras federales, 104,040 km estatales y 24,185 km municipales o particulares. Además, se registran 11,174 km de carreteras de cuota, 1,356 plazas de cobro, 209,223 km de vialidades urbanas e infraestructura de enlace, 527,319 km de caminos no pavimentados y 21,560 km de veredas, lo que da como resultado una longitud total de 916,078 km de infraestructura vial.

En cuanto al transporte ferroviario, según datos de la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF, 2019)¹⁶, la infraestructura ferroviaria nacional está conformada por 17,360 km de vía principal y secundaria concesionada, 4,474 km de vía auxiliar (como patios y laderos), y 1,555 km de vías particulares, lo que da un total de 23,389 km de vía operada.

2.2. BORDOS Y PRESAS

Se encontró en información educativa emitida por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua¹⁷ la siguiente definición:

“Se denomina presa o represa a una barrera fabricada de piedra, concreto o materiales sueltos, que se construye al paso de un río o arroyo.” (IMTA. S.f.)

Estas pueden clasificarse mediante su uso o su tamaño.

Uso:

Presa de Almacenamiento	El agua se almacena y, mediante compuertas o válvulas, se dirige hacia tuberías o canales de riego, desde donde se distribuye conforme a las necesidades hídricas de los cultivos.
Presa para Control de avenidas	El objetivo es reducir el riesgo ante una avenida extraordinaria (exceso de escurrimiento), con el fin de evitar daños en zonas bajas.
Presa para Generación de energía eléctrica	El agua almacenada, que posee energía potencial, se conduce a través de una tubería hacia una turbina hidráulica, la cual transforma dicha energía en energía mecánica; posteriormente, un generador eléctrico convierte esta energía mecánica en energía eléctrica.

Tabla 1. Tipos de presas de acuerdo con su uso.

Tamaño:

Parámetro	Tamaño		
	Chica	Mediana	Grande
Altura de la cortina	<10 m	10 – 15 m	>15 m
Longitud de la Cortina	<1 km	<500 m	>500 m
Capacidad del vaso	<1 Mm ³	<1 Mm ³	<1 Mm ³

Tabla 2. Tipos de Presas de acuerdo con su tamaño.

En México, el organismo encargado de monitorear las Presas u obras hidráulicas es la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual se apoya en otros organismos para su regulación y aprovechamiento como la Comisión Federal de Electricidad (CFE); y para la compilación de los datos recabados del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Según información del INEGI¹⁸ *“En México existen más de 5 mil presas y bordos; de ellas, 180 presas representan el 82 % de la capacidad de almacenamiento total de agua”*. (INEGI, 2018).

2.3. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Podemos encontrar en el libro Abastecimiento de agua Potable, del Dr. Enrique César Valdez,¹⁹ una definición completa del Sistema de Abastecimiento de agua potable:

“El conjunto de las diversas obras que tienen por objeto suministrar agua a una población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria en forma continua constituye un sistema de abastecimiento de agua potable”. (Cesar,1990).

El aprovechamiento del recurso hídrico en México es llevado a cabo por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que es apoyada por la CONAGUA para el desarrollo de la infraestructura necesaria y para la normatividad necesaria para asegurar la calidad del agua. Se puede encontrar en el portal de la CONAGUA los Manuales de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), que funcionan como guía para el desarrollo de la infraestructura para este tipo de obras.

Se consideran obras de vital importancia, pues el Agua es indispensable para el ser humano. Según datos recopilados del artículo de la SEMARNAT²⁰:

“A nivel nacional, se suministraron más de 320 mil litros de agua por segundo para consumo humano, de los cuales el 95% fue desinfectado. En promedio, se suministran 264 litros diarios por habitante.” (SEMARNAT, s.f.).

2.4. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

Según la Normativa MAPAS²¹ antes mencionada. Podemos encontrar la siguiente definición del sistema de alcantarillado:

“Red de conductos, generalmente tubería, a través de las cuales se deben evacuar en forma eficiente y segura las aguas residuales domésticas, y de establecimientos comerciales o pluviales, conduciéndose a una planta de tratamiento y finalmente, a un sitio de vertido” (CONAGUA, 2019).

De la misma forma antes mencionada, el organismo regulador es la CONAGUA y la normativa a seguir son los MAPAS que se pueden encontrar en el portal.

2.5. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

De acuerdo con la página de acciones y programas del Gobierno de México²², podemos encontrar la siguiente definición:

“El tratamiento de aguas residuales, es un servicio que consiste en la separación de la carga orgánica que contienen las aguas residuales, eliminando al máximo la cantidad de residuos y contaminantes.” (FONATUR, 2018).

En materia de salud, es imprescindible la normatividad para garantizar la seguridad de los mexicanos. La CONAGUA en conjunto con la SEMARNAT han emitido las Normativas que regulan los procedimientos concernientes al tratamiento de aguas residuales:

- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

De igual forma, se lleva un registro para el monitoreo de estos datos, el cual se presenta en el Inventario Nacional de Plantas de Potabilización y Tratamiento de Aguas Residuales en Operación (CONAGUA, 2025)²³. Al cierre de 2023, se reportaron 2,928 plantas con una capacidad instalada de 196,442.66 litros por segundo (l/s) y un caudal tratado de 143,568.17 l/s, lo que representa una cobertura del 67 %.

2.6. SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Podemos encontrar en La Ley de Residuos Sólidos Urbanos²⁴ la definición de Residuos Sólidos:

“los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la Ley como residuos de otra índole” (PROFEPA, 2016).

Podemos decir entonces que, los sitios de disposición final son las zonas en las cuales se van a almacenar dichos residuos con el fin de mitigar el impacto ambiental. El proceso para que los desechos lleguen a su disposición final comienza con una recolección selectiva o separada en los hogares. Posteriormente el residuo es trasladado a plantas de selección y tratamiento; es aquí donde se clasifica el residuo y, si es que se puede reaprovechar, se va a una planta de reciclaje o en su defecto a un relleno sanitario.

El reciclaje consiste en la transformación de materiales o subproductos contenidos en los residuos sólidos, mediante diversos procesos que permiten restituir su valor económico. Por su parte, un relleno sanitario es una obra de infraestructura que emplea métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos, en sitios previamente definidos conforme al ordenamiento ecológico. En estos espacios, los residuos se depositan y compactan hasta alcanzar el menor volumen práctico posible, cubriéndose posteriormente con material natural o sintético, con el objetivo de prevenir y minimizar la generación de contaminantes ambientales y reducir los riesgos a la salud pública.

En el marco normativo nacional, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la entidad responsable de diseñar y aplicar políticas públicas orientadas a la prevención y minimización de la generación de residuos, con base en un enfoque de Economía Circular. A través de estrategias y acciones específicas, se busca reducir la cantidad de residuos generados, maximizar su aprovechamiento y disminuir el volumen enviado a disposición final.

Las normativas en las cuales se apoya concerniente a los sitios de disposición final se enuncian a continuación:

- NADF-020-AMBT-2011 - Requerimientos mínimos para la producción de composta, así como las especificaciones mínimas de calidad.
- NADF-024-AMBT-2013- Criterios y especificaciones técnicas para la Separación, Clasificación, Recolección Selectiva y Almacenamiento de los Residuos del Distrito Federal.
- NADF-012-ABMT-2015- Sobre el Manejo Integral de Grasas y Aceites de Origen Animal y/o Vegetal Residuales en el territorio de la Ciudad de México.
- NACDMX-010-AMBT-2019 - Establece las especificaciones técnicas que deben cumplir las bolsas y productos plásticos de un solo uso.
- NADF-019-AMBT-2018- Requisitos y Especificaciones para el manejo de Residuos Eléctricos y Electrónicos.
- NACDMX-007-RNAT-2019 - Clasificación y Especificaciones de manejo integral para los residuos de la construcción y demolición en la Ciudad de México

2.7. TELECOMUNICACIONES

La institución responsable del desarrollo de la infraestructura en este sector es el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) ²⁵, el cual establece que los servicios de telecomunicaciones deben prestarse bajo condiciones de competencia efectiva, calidad y cobertura universal. Los servicios de telecomunicaciones son fundamentales para el crecimiento económico y social, ya que la conectividad a internet puede ofrecer oportunidades para la innovación y el emprendimiento al crear empleos y empresas e impulsar la transformación digital. Los beneficios de la conectividad y sus aplicaciones se extienden de manera amplia a todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, con el objetivo de combatir la pobreza, así como al desarrollo humano, al facilitar la realización de diversas actividades en beneficio de la sociedad.

2.8. GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

La Secretaría de Energía (SENER) ²⁶ es un órgano de la Administración Pública Federal Centralizada, perteneciente al Poder Ejecutivo, encargado de establecer, conducir y coordinar la

política energética del país. Su labor se orienta a supervisar el cumplimiento de dicha política, priorizando la seguridad energética, la diversificación de fuentes, el ahorro y uso eficiente de la energía, la protección del medio ambiente y el impulso a las energías limpias.

En este sector también participan Petróleos Mexicanos (Pemex) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), consideradas Empresas Productivas del Estado, con autonomía presupuestaria y de gestión, además de contar con la facultad de establecer asociaciones con el sector privado.

SENER emite el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) ²⁷, instrumento de planeación que establece las directrices del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en lo referente a las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. A partir de este programa se derivan los proyectos de infraestructura eléctrica, los cuales pueden desarrollarse con participación pública total o mediante esquemas de participación público-privada.

2.9. EDIFICACIÓN Y VIVIENDA

En México, la regulación de la edificación es una responsabilidad compartida entre diversas instituciones gubernamentales, tanto a nivel federal como local. A continuación, se destacan algunas de las principales entidades involucradas:

1. Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)²⁸: a nivel federal, la CONAVI es responsable de formular modelos normativos voluntarios que promueven la expedición, aplicación y actualización de disposiciones legales, normas oficiales mexicanas, códigos de edificación y reglamentos de construcción. Un ejemplo de ello es el "Código de Edificación de la Vivienda", aplicable a viviendas de hasta cinco niveles en todo el país.
2. Secretarías de Obras y Servicios Estatales y Municipales: en el ámbito local, cada entidad federativa y municipio cuenta con su propia Secretaría de Obras y Servicios o su equivalente, encargada de regular y supervisar las actividades de construcción en su jurisdicción. Por ejemplo, en la Ciudad de México, la Secretaría de Obras y Servicios²⁹ es responsable de la actualización y aplicación de las normas de construcción locales.
3. Instituto para la Seguridad de las Construcciones³⁰: en la Ciudad de México, este organismo público tiene atribuciones específicas en materia de seguridad estructural. Su función principal es garantizar que las edificaciones cumplan con las normas de seguridad establecidas, supervisando y evaluando a los directores Responsables de Obra y Corresponsables en materia de seguridad estructural.

4. Cámaras y Colegios Profesionales³¹: Organizaciones como la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) y diversos colegios de arquitectos e ingenieros también juegan un papel importante en la regulación y supervisión de la edificación. Estas entidades colaboran con el gobierno en la elaboración de normas y estándares, además de ofrecer capacitación y certificación a los profesionales del sector

La clasificación de las edificaciones ha sido abordada por diversos autores y normativas nacionales. A continuación, se presentan algunas clasificaciones destacadas según autores y documentos mexicanos:

1. Clasificación según el Código de Edificación de Vivienda³²

Este código, desarrollado por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), clasifica las edificaciones residenciales en función de su altura y tipo de estructura:

- Vivienda Unifamiliar: Edificación destinada a una sola familia, generalmente de uno o dos niveles.
- Vivienda Multifamiliar: Edificación que alberga a varias familias, como edificios de departamentos, que pueden ser de baja, media o alta altura.
- Vivienda Progresiva: Aquella que se construye en etapas, permitiendo futuras ampliaciones según las necesidades y posibilidades del propietario.

2. Clasificación según las Normas de Construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México³³

Estas normas establecen una clasificación de las construcciones según su destino o uso:

- Grupo A: Construcciones que necesiten un alto grado de seguridad, cuya falla estructural causaría la pérdida de vidas humanas o afectar servicios esenciales. Incluye:
 - Hospitales y clínicas.
 - Estaciones de bomberos y de policía.
 - Instalaciones de energía eléctrica y telecomunicaciones.

- Grupo B: Construcciones que, aunque importantes, no implican un riesgo tan elevado en caso de falla estructural. Incluye:
 - Edificios de oficinas.
 - Escuelas y centros educativos.
 - Centros comerciales.

3. Clasificación según la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013³⁴

Esta norma establece categorías de edificaciones en función de su uso y las densidades de potencia eléctrica aplicables:

- Auditorios y Teatros: Espacios destinados a eventos culturales y conferencias.
- Salones de Clase y de Conferencias: Áreas educativas y de formación.
- Áreas de Venta: Tiendas y centros comerciales.
- Laboratorios: Instalaciones para investigación y prácticas científicas.

Para el presente trabajo desarrollado, es conveniente clasificar la vivienda de acuerdo a la cantidad de habitantes con los que se comparte el edificio, pues más adelante se hará énfasis en el proyecto de mantenimiento realizado a la unidad habitacional con este tipo de edificaciones. Por lo que describiremos a continuación dos tipos de viviendas:

- Residencias Unipersonales
- Residencias Plurifamiliares

2.9.1. RESIDENCIAS UNIPERSONALES

La vivienda unifamiliar en México es un tipo de edificación destinada a una sola familia, caracterizada por su independencia estructural y funcional de otros edificios. Se encuentra en áreas urbanas o rurales y puede variar en tamaño, diseño y materiales según la ubicación y el nivel socioeconómico de los habitantes.

El investigador Jorge Leal Iga³⁵, en su estudio sobre la vivienda unifamiliar de interés social en el Área Metropolitana de Monterrey (Leal, 2016), describe este tipo de vivienda como una unidad habitacional diseñada para albergar a una familia, enfocada en proporcionar bienestar a sus usuarios a través de espacios interiores adecuados. Además, la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) establece criterios para una vivienda digna, considerando aspectos como el espacio habitable, la calidad de los materiales y la infraestructura básica, elementos esenciales en la definición de una vivienda unifamiliar que satisfaga las necesidades de una familia en México.

2.9.2. RESIDENCIAS PLURIFAMILIARES

La vivienda plurifamiliar en México se refiere a edificaciones diseñadas para albergar a múltiples familias dentro de una misma estructura o conjunto habitacional. Estas pueden incluir departamentos, condominios, unidades habitacionales y otros formatos de vivienda colectiva.

La vivienda plurifamiliar es aquella que comparte elementos estructurales y servicios comunes con otras unidades dentro de un mismo edificio o complejo habitacional. Este tipo de vivienda es común en zonas urbanas con alta densidad poblacional.

3. ETAPAS DE UN PROYECTO DE UNIDAD HABITACIONAL

En el capítulo anterior “Obras de infraestructura”, se definió qué es la ingeniería civil, sin embargo, es importante señalar las habilidades que debe poseer un ingeniero civil y las actividades que realiza durante su ejercicio profesional.

El ingeniero Ernesto Mendoza Sánchez, en su libro *Introducción al Proceso Constructivo*³⁶, nos indica que:

"Ingeniero Civil es el profesional capacitado con los conocimientos físico-matemáticos, que le permiten transformar óptimamente los recursos para la realización de obras civiles de servicio colectivo, tales como: caminos, puentes, ferrovías, canales, terminales aéreas y marítimas, etc., donde cubre las etapas de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las mismas". (Mendoza, 1989, p. 9).

El ingeniero Mendoza, señala que un ingeniero civil debes tener las siguientes habilidades:

El desempeño de este tipo de profesionales requiere, ante todo, de un trabajo de carácter intelectual que implica juicio crítico e ideas originales. Es indispensable contar con habilidades para supervisar tanto labores técnicas como administrativas, así como una destacada capacidad para manejar conceptos abstractos. La resolución de problemas exige ingenio, capacidad analítica y toma de decisiones acertadas. Además, se requiere disponibilidad para interactuar con personas de diversa formación, criterio y carácter, así como facilidad para organizar y dirigir equipos de trabajo. Es fundamental poseer conocimiento sobre los problemas políticos, económicos y sociales de su entorno. En algunos casos, también se demanda una buena resistencia física, ya que las jornadas pueden prolongarse y desarrollarse bajo condiciones ambientales adversas.

Así como también, se describe las actividades principales de un ingeniero:

El ingeniero civil proyecta y construye diversas vías de comunicación, tales como carreteras, puentes, ferrovías, terminales aéreas y marítimas, así como obras fluviales destinadas al riego, generación de energía y desarrollo urbano. Además, planea y ejecuta sistemas hidráulicos y sanitarios, incluyendo canales, presas, tanques, redes de agua potable y alcantarillado. Es responsable del diseño estructural, cálculo de resistencia de materiales y análisis para la correcta cimentación de las obras. Realiza estudios especializados en mecánica de suelos, estructuras e

hidráulica. También participa en la planeación y construcción de unidades habitacionales, obras industriales y de infraestructura. Su labor se extiende a la intervención en servicios públicos, como pavimentación, alumbrado y drenaje. Asimismo, puede desempeñarse en actividades docentes, de investigación y en la dirección y supervisión de obras en general.

Podemos deducir del término de “ingeniero Civil” y de sus actividades, que el ingeniero participa en las diferentes etapas de un proyecto de infraestructura. Ahora bien, el enfoque del presente trabajo escrito se acota al tipo de infraestructura correspondiente a las Unidades Habitacionales, por lo que descartaremos las actividades y aptitudes correspondientes a las otras áreas de ingeniería para su análisis: hidráulica, vías terrestres, geotecnia, sanitaria y ambiental y estructuras.

A continuación, se desglosan las etapas en las cuales se podría seccionar un proyecto de Unidad Habitacional.



Diagrama. 2. Etapas de un proyecto de Unidad Habitacional.

Es necesaria una estructuración de un proyecto por etapas en su tiempo de vida, así se puede asegurar que existan especialistas en el área al frente de los proyectos, asegurando el éxito del tipo de infraestructura que se está desarrollando.

A continuación, se describen brevemente estas etapas mencionadas:

3.1. PLANEACIÓN

La planeación de proyectos de edificación es un proceso fundamental que implica la organización y gestión de recursos, tiempos y costos para alcanzar los objetivos establecidos de manera eficiente y efectiva.

El ingeniero Figueroa en su libro Planeación de proyectos de infraestructura: un enfoque social: teoría y aplicaciones nos define planeación como:

“La capacidad de previsión, que permite visualizar el futuro, da lugar a una disciplina que, de manera metódica, trata de controlar las fuerzas externas al individuo o grupo social que buscan un ambiente propicio en el futuro.

La planeación es, entonces, una disciplina que permite prever. Es una actividad intelectual, con orientación al futuro, que obliga a usar métodos prospectivos, no determinísticos, por lo que uno de sus propósitos fundamentales es el manejo de la incertidumbre La planeación es, por otra parte, una disciplina prescriptiva, no descriptiva, que trata de identificar acciones a través de una secuencia sistemática de toma de decisiones para generar los efectos que se espera de ellas.” (Figueroa, 2017, p. 20).

En la obra Procesos de Ingeniería en Proyectos de Infraestructura (Albarrán, 2012)³⁷, se menciona la importancia de la planeación dentro de los proyectos de edificación, especialmente en lo que concierne a la gestión de recursos y control de tiempos. Algunas de las claves de su enfoque son:

Fase de preplanificación: En la que se realizan estudios preliminares, un ejemplo es el análisis de la viabilidad económica, estudios de mercado y diseño conceptual.

Definición de objetivos claros: La planeación debe comenzar con la identificación del objetivo del proyecto, el establecimiento de un cronograma y la determinación de los costos involucrados.

Monitoreo y control: A lo largo de la obra, es crucial que se realice un seguimiento constante para asegurar que el proyecto se mantenga dentro de los parámetros previstos (tiempo, costo y calidad).

3.2. ESTUDIOS

Los estudios previos a la ejecución de un proyecto de edificación y vivienda son cruciales para garantizar que se cumpla el objetivo de funcionalidad, sostenibilidad, calidad y seguridad. Se describen a continuación los estudios necesarios para la realización de un proyecto de Unidad Habitacional:

Estudio de Factibilidad:

El Banco Inmobiliario Mexicano³⁸ define el estudio de factibilidad como un análisis técnico y comercial que orienta la toma de decisiones en la ejecución de un proyecto. Este se realiza a partir de la información disponible sobre el proyecto a desarrollar y tiene como finalidad estimar los costos de construcción, la velocidad de venta y los valores de realización, incluyendo aspectos como la obtención de factibilidades, licencias, costos asociados, análisis del mercado y proyecciones de demanda. En esencia, un estudio de factibilidad proporciona un panorama claro y realista que abarca la evaluación de la demanda, los costos de implementación, las fuentes de financiamiento, la rentabilidad esperada, así como los riesgos potenciales y las estrategias para su mitigación.

Por su parte, el portal especializado Pagethink³⁹ señala que un estudio de factibilidad se compone de los siguientes elementos:

- Estudio de mercado: Su objetivo es comprender la demanda existente y la oferta disponible relacionada con los productos o servicios que ofrecerá el proyecto.
- Evaluación técnica: Define las especificaciones físicas y operativas del proyecto, asegurando su viabilidad desde el punto de vista técnico.
- Análisis financiero: Examina la sustentabilidad de la inversión, el flujo de efectivo proyectado y el retorno esperado del capital invertido.
- Gestión y análisis de riesgos: Identifica y evalúa los riesgos potenciales (como variaciones del mercado, desafíos técnicos o fluctuaciones financieras) y propone estrategias para su mitigación.

Estudio de Riesgos:

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) indica que en todo proyecto de construcción, ampliación, remodelación, reparación, demolición o reconstrucción de inmuebles ya sean públicos o privados, se deberá realizar un análisis de riesgo y definir las medidas de mitigación (SEDATU, 2024)⁴⁰.

El análisis de riesgos identifica y evalúa los riesgos potenciales en una obra de construcción, tanto para los trabajadores como para el público en general. Su objetivo es prevenir accidentes y daños materiales mediante la implementación de medidas de seguridad. Es un requisito legal para obtener las licencias o permisos de trabajo en la localidad donde esté ubicado el proyecto de edificación.

El estudio de riesgos de una obra se conforma por las siguientes partes:

- Análisis de riesgos: Se identifican los riesgos potenciales en la obra, como derrumbes, explosiones, incendios, entre otras.
- Medidas de seguridad: se proponen medidas para prevenir y mitigar los riesgos identificados.
- Responsables: define a los responsables de la implementación y seguimiento de las medidas de seguridad.

Estudio de Impacto Urbano y vial:

Un estudio de impacto vial es un análisis detallado que evalúa cómo un proyecto afectará la circulación vehicular y la infraestructura vial en su entorno. Los reglamentos de las localidades en las cuales estarán situados los proyectos de edificaciones, solicitarán la manifestación del estudio de impacto de movilidad correspondiente. El Reglamento de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México en su artículo 36 establece la obligación de reglamentar los estudios de impacto de movilidad y seguridad vial (Consejería Jurídica de la Ciudad de México, 2023)⁴¹.

Una Manifestación de Impacto de Movilidad debe incluir diversos elementos fundamentales que permitan evaluar de manera integral las repercusiones de un proyecto sobre el sistema de transporte y desplazamiento en su área de influencia. Entre estos se encuentran: los datos generales del proyecto, del promovente o desarrollador, y del responsable del estudio; una descripción detallada de las obras o actividades contempladas, así como de los programas o planes parciales de desarrollo relacionados. También se debe establecer la vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

Asimismo, se requiere una descripción del sistema de movilidad regional, con énfasis en las tendencias de desarrollo y deterioro identificadas; la evaluación de los impactos a la movilidad, incluyendo aquellos acumulativos, residuales y simulaciones de emisiones al aire; así como las estrategias de prevención y mitigación correspondientes. Finalmente, se deben incorporar los pronósticos de movilidad regional, la evaluación de alternativas, y la identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que respaldan los resultados presentados en la manifestación.

Estudio de Mecánica de Suelos (Geotécnico):

La Normativa N-PRY-CAR-1-02-001/19 Ejecución de Estudios Geotécnicos (IMT-SICT, 2019)⁴² define estudio geotécnico como el conjunto de habilidades de campo, laboratorio y gabinete necesarios para:

- Determinar la estratigrafía y propiedades geotécnicas del subsuelo.
- Identificar, precisar y proponer soluciones conceptuales a los problemas geotécnicos especiales que pueden influir en el comportamiento de la obra.

El Instituto para la Seguridad de las Construcciones de la Ciudad de México⁴³ establece la obligatoriedad de este estudio para garantizar la seguridad estructural de las edificaciones. El no llevar un correcto estudio geotécnico implica graves problemáticas como los asentamientos del terreno, expansión, agrietamientos, deslizamientos y erosión; lo que puede desencadenar daños materiales y pérdidas de vidas humanas.

Estudio Topográfico:

De acuerdo con la Normativa N-PRY-CAR-1-01-001-07 Ejecución de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras (IMT- SICT, 2007)⁴⁴, los estudios topográficos con el conjunto de actividades de campo y gabinete necesarias para representar gráficamente y a una escala convenida la topografía de un lugar mediante sus proyecciones horizontales (planimetría) y verticales (altimetría).

El portal de internet Toposervis, nos menciona la importancia de los estudios topográficos y sus ventajas (Toposervis, 2025).⁴⁵

- Evitar ajustes presupuestales imprevistos derivados de no considerar adecuadamente las características del terreno, lo cual podría generar costos elevados durante la ejecución del proyecto.
- Obtener un conocimiento detallado del terreno, incluyendo sus dimensiones, pendientes, vegetación, accidentes geográficos y demás aspectos georreferenciados, para evaluar su compatibilidad con el tipo de proyecto a desarrollar.
- Asegurar las condiciones de seguridad necesarias con el fin de prevenir incidentes que puedan obstaculizar el desarrollo de la obra o poner en peligro la integridad del personal involucrado.
- Realizar un seguimiento riguroso del avance de la obra para garantizar el cumplimiento de los plazos y objetivos establecidos en la planificación.
- Posibilitar la detección y corrección de errores, evitando discrepancias entre el diseño del proyecto y su ejecución, así como inconsistencias entre los registros catastrales y de propiedad.
- Optimizar el uso del terreno e identificar soluciones adecuadas, particularmente en lo relacionado con el diseño arquitectónico y de ingeniería.

Estudio de Impacto Ambiental:

n el artículo titulado “¿Qué es un estudio de impacto ambiental?” (Peña, D., Hernández, y Valenzuela, D., 2023) ⁴⁶ se explica que el estudio de impacto ambiental constituye una herramienta fundamental que integra diversas variables ambientales durante las etapas de planificación, diseño o ejecución de un proyecto, contribuyendo así a una toma de decisiones más sólida en materia de políticas, planes y programas, en armonía con los requerimientos del proyecto y la protección del entorno. Se trata de un instrumento de carácter multidisciplinario que permite anticipar, identificar, evaluar y proponer medidas preventivas o correctivas frente a los efectos que ciertas actividades humanas pueden generar en el ambiente. Además, se destaca que este estudio puede comprenderse tanto como un proceso metodológico como un producto final.

Algunas de las características del impacto ambiental son:

- Grado de afectación que se produce.
- Tiempo que dura la afectación.
- Tipo de superficie que repercute.
- Frecuencia con la que aparece.

Con base a estas características podemos clasificar los impactos ambientales en:

- Positivo: Cuando las actividades representan un impacto benéfico, una mejora o recuperación del medio ambiente
- Negativo: Cuando las actividades perjudican a los ecosistemas

Los impactos ambientales se pueden clasificar por su efecto en el tiempo:

- Irreversibles: la magnitud es tal, que no se puede revertir a las condiciones iniciales.
- Reversibles: el medio ambiente es capaz de recuperarse a través del tiempo.
- Persistentes: las acciones sobre el medio ambiente son de influencia a largo plazo.
- Temporales: la magnitud de afectación permite al medio ambiente recuperarse en el corto plazo.

El proceso de elaboración de un estudio de impacto ambiental implica las siguientes etapas:

- Alcance del estudio de impacto ambiental.
- Recolección de datos.
- Descripción del proyecto / acción de progreso.
- Desarrollo de las alternativas de proyecto.
- Caracterización del estado ambiental.
- Identificación de los principales impactos ambientales.
- Predicción de impactos e identificación de cambios
- Evaluación y valoración de los impactos significativos.
- Medidas de control.
- Monitoreo.

Una vez concluido el estudio de impacto ambiental, sus resultados se integran en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). Este documento, sustentado en estudios técnicos especializados, es elaborado por personas físicas o morales interesadas en llevar a cabo una obra de ingeniería. En él se analizan y describen las condiciones ambientales existentes antes del inicio del proyecto, con el propósito de evaluar los posibles efectos que la construcción y operación de dichas obras, o la ejecución de actividades asociadas, podrían generar en el entorno natural. Asimismo, se plantean las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar dichas alteraciones al medio ambiente.

Estudio Hidrológico

Según el artículo electrónico Estudios Hidrológicos (Allpe Ingeniería y Medio Ambiente S.L., 2025)⁴⁷, un estudio hidrológico se refiere al análisis predictivo del comportamiento del agua sobre una determinada superficie. Este se lleva a cabo mediante cálculos que consideran variables como la precipitación estimada, la escorrentía y la topografía del terreno. Los resultados se representan de forma sintética en planos, los cuales señalan las áreas susceptibles de inundación según distintos periodos de retorno.

3.3. DISEÑO

El diseño arquitectónico y estructural de un proyecto de edificación en México se lleva a cabo mediante un proceso metódico que integra diversas etapas y cumple con normativas específicas.

Normativa

Los especialistas involucrados en el diseño arquitectónico y estructural deben estar capacitados con estas normativas para garantizar la seguridad, funcionalidad y legalidad de la edificación.

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal: Establece los requisitos generales para la construcción de edificaciones en la Ciudad de México.
- Normas Técnicas Complementarias: Proporcionan criterios específicos para el diseño estructural, incluyendo aspectos sísmicos y de seguridad.
- Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones: Documento que detalla los lineamientos para la elaboración de proyectos arquitectónicos y estructurales

Diseño Arquitectónico

Las fases del Diseño Arquitectónico están delineadas en la Guía para el Desarrollo de Proyectos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM,)⁴⁸, que establece criterios para la elaboración de proyectos arquitectónicos:

- Programación: Definición de los objetivos del proyecto, necesidades del cliente y análisis del sitio.
- Conceptualización: Desarrollo de ideas preliminares y esquemas que reflejan la visión del proyecto.
- Desarrollo del Proyecto: Elaboración de planos detallados que incluyen plantas, elevaciones, secciones y detalles constructivos.
- Documentación Ejecutiva: Preparación de planos finales y especificaciones técnicas para la construcción.

Diseño Estructural

La Norma Técnica Complementaria sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones (ISC, 2023)⁴⁹ proporciona directrices específicas para el diseño estructural en la Ciudad de México. Las fases del diseño se describen a continuación:

- Análisis Estructural: Evaluación de las cargas y condiciones del sitio para determinar los requerimientos estructurales.
- Diseño de Elementos Estructurales: Cálculo y dimensionamiento de componentes como cimentaciones, columnas, vigas y losas.
- Elaboración de Planos Estructurales: Desarrollo de planos detallados que especifican la ubicación y características de los elementos estructurales.
- Revisión y Aprobación: Verificación de que el diseño cumple con las normativas vigentes y obtención de las autorizaciones necesarias.

3.4. CONSTRUCCIÓN

La Comisión Nacional de Vivienda elaboró el Código de Edificación y Vivienda (SEDATU, 2017), cuyo propósito es establecer la normativa fundamental que rige el proceso constructivo, incorporando lineamientos que garanticen edificaciones seguras, funcionales, habitables y sostenibles, dentro de un entorno urbano planificado y armonioso.

Dicho documento presenta aspectos fundamentales para la construcción de edificios:

Trabajos Preliminares

- Consideraciones generales: Durante la ejecución de una obra, es obligatorio mantener en el sitio una copia de los planos registrados, así como del permiso o licencia de construcción, los cuales deberán estar disponibles para su revisión por parte de la autoridad correspondiente. Asimismo, se deben implementar las medidas necesarias para garantizar que no se afecte la accesibilidad ni el funcionamiento de las edificaciones vecinas o de la infraestructura en la vía pública. Además, es fundamental planificar adecuadamente la logística relacionada con el suministro de materiales, la recolección de escombros y la reparación de posibles daños ocasionados en el espacio público.
- Obras de protección: de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, es obligatorio implementar una barrera física que separe la zona de construcción de los peatones u otras personas que transiten por la vía pública. Entre las opciones disponibles se encuentran los tapias fijos, que deben instalarse cuando la obra se ubique a menos de 10 metros de la vía pública, cubriendo todo el frente del predio con una altura mínima de 2.40 metros; los tapias de barrera, empleados en labores como pintura o limpieza y que deben ser retirados al finalizar la jornada diaria; y los tapias de marquesina, utilizados cuando los trabajos se realicen a una altura superior a un piso.
- Limpieza del terreno: inicia con el retiro de basura, escombros y desperdicios que existan en el predio.
- Despalme: el espesor de la capa a despallar debe ser aproximadamente de 20 cm o el que especifique el proyecto.
- Mediciones y trazos: Previo al inicio de una obra, es indispensable verificar el alineamiento del predio. El proceso de trazo y nivelación debe llevarse a cabo utilizando equipo topográfico especializado, mediante el establecimiento de ejes de referencia y bancos de nivel, conforme a lo estipulado en el proyecto ejecutivo y considerando las dimensiones y características específicas del terreno.

- Seguridad y sanidad de en la obra: los trabajadores de la obra deben usar los equipos de protección personal en cumplimiento a la NOM-017-STPS-2001. Así mismo, se deben ofrecer a los trabajadores servicios temporales de agua potable y al menos un sanitario portátil, excusado o letrina por cada 25 empleados o por cada fracción adicional mayor a 15, diferenciando su uso según el género. Asimismo, es obligatorio contar de forma permanente con un botiquín que incluya los medicamentos e instrumentos necesarios para brindar primeros auxilios.

Materiales:

- Almacenamiento: los materiales de construcción, conforme a lo establecido en la NOM-006-STPS-2000, deben ser almacenados en las obras de forma que se protejan contra el deterioro y se evite la contaminación con elementos ajenos que puedan alterar sus propiedades y características.

- Cementantes: la reglamentación nos indica las normas que rigen la elaboración de los materiales cementantes como con XMX-C-414-ONNCCE-2004 (cemento hidráulico), NMX-C-111-ONNCCE-2004 (cemento de albañilería o morteros) y NMX-C-003-ONNCCE (cal hidratada).

- Agregados pétreos: deben cumplir con las especificaciones de la norma NMXC-111-ONNCCEE-2004.

- Agua de mezclado: debe almacenar en depósitos limpios y cubiertos cumpliendo con las especificaciones de la norma NMX-C-123-ONNCCE2000.

- Aditivos: se pueden utilizar aditivos que incrementen la trabajabilidad y que cumplan con los las especificaciones de la norma NMX-C-255 ONNCCE-2006

- Acero: como refuerzo ordinario para concreto pueden usarse barras de acero (cumpliendo con las normas NMX-C-407-ONNCCE, NMX-B294 o NMX-B-457) y/o malla de alambre soldado (NMX-B-290). El acero de preesfuerzo debe cumplir con las normas NMX-B-292 o NMX-B-293.

- Piezas de mampostería: deben cumplir con la Norma Mexicana NMX-C-404- ONNCCE.

Construcción de la cimentación:

Dentro del estudio de mecánica de suelos, es necesario definir un procedimiento específico para la construcción de cimentaciones, excavaciones y muros de contención. Este debe asegurar que se cumplan las condiciones previstas en el diseño y que se garantice la estabilidad y seguridad tanto de los elementos de cimentación como del proceso constructivo, durante y después de su ejecución.

El procedimiento debe contemplar medidas que eviten daños a edificaciones, instalaciones colindantes y servicios públicos, ocasionados por vibraciones o por movimientos del terreno, ya sean verticales u horizontales.

En caso de que se requiera modificar de manera significativa el procedimiento de construcción propuesto en el estudio geotécnico, estos cambios deberán justificarse con base en el mismo estudio o, de ser necesario, con uno adicional.

Las cimentaciones están clasificadas dependiendo de su profundidad de desplante en someras (zapas y losas) y profundas (pilas y pilotes). Las consideraciones en la construcción de las cimentaciones son diferentes dependiendo de su tipo.

- **Cimentaciones someras:** debe colocarse a la profundidad determinada en el estudio de mecánica de suelos. No obstante, si al alcanzar dicha profundidad se detectan diferencias entre las características del suelo real y las consideradas en el diseño, deberán hacerse los ajustes pertinentes.

Durante la construcción, se deben tomar precauciones para evitar que el terreno de apoyo sufra alteraciones por saturación o remoldeo. Además, las superficies donde se desplante la cimentación deben estar limpias y libres de materiales sueltos o ajenos.

Para cimentaciones de concreto reforzado, es indispensable aplicar métodos constructivos que aseguren el recubrimiento adecuado del acero de refuerzo, protegiéndolo de agentes agresivos presentes en el suelo, líquidos o gases. Durante el colado del concreto, se debe evitar su contaminación con partículas del suelo o con agua subterránea, ya que esto puede afectar sus propiedades mecánicas o de durabilidad. En zonas con suelos de alta salinidad, se debe poner especial atención a la protección de los pilotes.

- **Cimentaciones con pilotes o pilas:** la instalación de pilotes o pilas debe realizarse conforme a las especificaciones del proyecto, asegurando que su profundidad, cantidad y espaciamiento coincidan con lo indicado en los planos estructurales. Los métodos constructivos empleados deben preservar la integridad de estos elementos y evitar afectaciones a construcciones o infraestructuras cercanas, especialmente aquellas derivadas de vibraciones o movimientos del terreno.

Cada pilote, sus secciones y las uniones entre ellas deben ser diseñadas y ejecutadas para resistir esfuerzos de compresión, tensión y flexión según el análisis estructural.

Estructuras de mampostería

Las especificaciones de las estructuras de mampostería deben estar identificadas en el proyecto ejecutivo y presentadas mediante planos, dichas especificaciones son las siguientes:

- a) El tipo de elemento, sus dimensiones exteriores e interiores (cuando corresponda), márgenes de tolerancia, resistencia a la compresión proyectada, capacidad de absorción, y los valores máximos y mínimos del peso volumétrico. Si aplica, también debe indicarse el nombre y la marca del producto.
- b) El tipo de materiales cementantes que se emplearán.
- c) Las especificaciones y granulometría de los agregados a utilizar.
- d) La dosificación del mortero de pega y su resistencia a la compresión proyectada. Esta dosificación debe expresarse en términos de volumen y estar indicada en los planos. En caso necesario, deben especificarse también la retención, fluidez y el consumo estimado del mortero.
- e) El procedimiento a seguir para la mezcla y remezcla del mortero.
- f) En caso de ser necesario, deben señalarse la dosificación, la resistencia a compresión y el revenimiento de los morteros y concretos de relleno. Las proporciones también deben expresarse en volumen. Si se utilizan aditivos, como superfluidificantes, debe indicarse su tipo y la cantidad a emplear.
- g) Las especificaciones de las barras de acero de refuerzo, incluyendo tipo, diámetro y grado.
- h) Las resistencias de diseño a compresión y a compresión diagonal de la mampostería.
- i) En caso de que se evalúe la estructura frente a cargas laterales mediante métodos estáticos o dinámicos, deben especificarse los módulos de elasticidad y de cortante considerados para el diseño de la mampostería.
- j) Los detalles del refuerzo estructural, presentados en figuras o mediante anotaciones, deben incluir la forma de colocación, anclajes, traslapes y dobleces.
- k) Los detalles de unión entre muros y los anclajes de los elementos de fachada.
- l) Las tolerancias permitidas durante el proceso constructivo.

Estructuras de concreto

El concreto de resistencia normal utilizado con fines estructurales se clasifica en dos tipos: Clase 1, cuyo peso volumétrico en estado fresco es superior a 22 kN/m^3 (2.2 t/m^3), y Clase 2, con un peso volumétrico que oscila entre 19 y 22 kN/m^3 (1.9 a 2.2 t/m^3). La calidad y proporciones de los materiales que lo integran deben garantizar que se alcancen los niveles adecuados de resistencia, rigidez y durabilidad. Es obligatorio verificar la calidad de todos los materiales que conforman el concreto antes de iniciar la obra, así como en cualquier momento en que se sospeche un cambio en sus propiedades o se modifiquen las fuentes de suministro. Esta verificación debe realizarse mediante muestras obtenidas directamente del sitio de entrega o del almacén del proveedor de concreto.

Toda cimbra debe ser diseñada y construida para soportar las cargas que actúan durante el proceso constructivo, incluidas las generadas por la colocación, compactación y vibrado del concreto. Debe contar con la rigidez necesaria para evitar desplazamientos o deformaciones importantes, y debe ser lo suficientemente hermética para impedir filtraciones de mortero. Su diseño geométrico debe contemplar las contraflechas indicadas en el proyecto. Antes del colado, los moldes deben limpiarse cuidadosamente; si se requiere, deben incorporarse registros que faciliten esta limpieza. Cuando la cimbra esté hecha de madera o de materiales absorbentes, debe mantenerse húmeda por al menos dos horas previas al colado. Es recomendable aplicar un agente desmoldante en los moldes para protegerlos y facilitar su retiro posterior. En el caso de elementos de concreto presforzado, la cimbra debe diseñarse de manera que permita la transferencia de fuerza sin dañar el elemento.

Durante el transporte, manipulación y almacenamiento del acero de refuerzo este debe estar debidamente protegido. Antes de su colocación, es necesario verificar que el acero no haya sufrido deterioro, especialmente si ha estado almacenado por tiempo prolongado. En caso de duda sobre su estado, pueden requerirse ensayos mecánicos. Al momento del colado, el acero debe estar limpio, libre de grasas, aceites, pinturas, polvo, tierra, óxido en exceso, u otras sustancias que puedan afectar su adherencia al concreto. El acero debe fijarse firmemente en su posición mediante amarres, silletas y separadores que cuenten con la rigidez, resistencia y cantidad necesarias para evitar desplazamientos durante el colado. Los grupos de barras deben sujetarse adecuadamente con alambre. Antes de proceder al colado, debe verificarse que todas las armaduras estén colocadas según los planos estructurales y que se encuentren debidamente aseguradas en su sitio.

Instalaciones:

- Aire acondicionado: Los conductos destinados al suministro de aire acondicionado, así como aquellos utilizados para recirculación o ventilación, deben estar fabricados con lámina galvanizada unida mediante engargolado.

- Red telefónica: el diseño de la red telefónica debe contar con la aprobación previa de la empresa proveedora del servicio. Los cables deben instalarse dentro de ductos o tuberías específicamente destinados para dicha red.

- Gas LP (gas licuado de petróleo): Los dispositivos utilizados para el almacenamiento y suministro de gas LP en viviendas, comúnmente conocidos como cilindros portátiles y tanques estacionarios, deben colocarse en el mismo inmueble que abastecen. Su ubicación debe ser a la intemperie, en áreas ventiladas como patios, jardines o azoteas, y deben estar protegidos contra el acceso de personas no autorizadas y animales. Además, deben instalarse sobre una superficie firme y nivelada, de concreto u otro material pétreo, liso, uniforme y libre de encharcamientos, humedad, fuentes de calor, materiales inflamables, pasto o hierba seca. Bajo ninguna circunstancia la instalación de estos recipientes debe comprometer la seguridad de las personas. En todos los casos, los tanques estacionarios deben contar con válvula de alivio de presión. Las instalaciones de gas LP deben cumplir con lo establecido en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo y en la NOM-004-SEDG-2004, que regulan aspectos como recipientes, tuberías, válvulas, reguladores y medidores.

- Abastecimiento y distribución de agua: se debe garantizar que el agua utilizada en los sistemas de distribución dentro de las viviendas cumpla con los requisitos establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-0127-SSA1-1994, relativa a la salud ambiental y al agua destinada al uso y consumo humano, incluyendo los límites permitidos de calidad y los tratamientos necesarios para su potabilización. Este sistema es el encargado de transportar el agua desde la toma domiciliaria hasta los muebles sanitarios o los depósitos de almacenamiento (tinacos) en la vivienda. Debe contar con el volumen de agua necesario, mantener una presión adecuada y garantizar una temperatura apropiada, además de tener las instalaciones necesarias para su almacenamiento y distribución. Está prohibido conectar bombas u otros equipos mecánicos de forma directa a la red pública de agua. Normalmente, las edificaciones utilizan un sistema de abastecimiento por gravedad, este sistema distribuye el agua fría desde tinacos ubicados en la azotea de la vivienda. Para asegurar una presión mínima de 0.2 kg/cm² en los muebles sanitarios del nivel más alto de la vivienda, el fondo del tinaco debe estar al menos a 2.00 metros por encima de dichos muebles.

- Instalaciones hidráulicas: los muebles sanitarios y coladeras destinados a la recolección o descarga de aguas residuales o líquidos desperdiciados deben estar vinculados al sistema de drenaje sanitario del inmueble o área correspondiente. Asimismo, tanto la red de distribución de agua como el sistema de evacuación de aguas residuales en edificaciones que cuenten con instalaciones sanitarias, deben

conectarse, cuando exista disponibilidad, a la red pública de abastecimiento de agua y al sistema de drenaje municipal, respectivamente.

- Drenaje sanitario: el sistema de drenaje sanitario tiene como función evacuar de manera segura las aguas residuales y jabonosas provenientes de los dispositivos de la instalación hidráulica dentro de la vivienda. Este sistema debe conectarse al alcantarillado municipal o a otro sistema autorizado por la autoridad competente. En aquellas zonas donde opere una red pública de alcantarillado separativa, las viviendas deben contar con desagües independientes: uno destinado a las aguas pluviales y otro exclusivo para aguas residuales.

- Instalaciones eléctricas: Los sistemas de tuberías, ductos, conductores, dispositivos y equipos destinados al suministro y distribución de energía eléctrica dentro de un edificio deberán instalarse conforme a lo indicado en el proyecto ejecutivo, cumpliendo con las especificaciones normativas y demás regulaciones aplicables. Esto incluye, en particular, los ductos, tuberías tipo conduit y sus conexiones, cajas y registros, conductores eléctricos, empalmes y terminales, centros de carga, interruptores termomagnéticos y de navaja, controles, arrancadores, accesorios, luminarias, acometidas y subestaciones. La instalación de los equipos eléctricos debe realizarse de manera ordenada y profesional. Cuando se empleen tapas o placas metálicas en cajas o cajas de paso que no sean metálicas, estas deben colocarse al menos 6 mm por debajo de la superficie exterior de las cajas. Las aberturas sin uso en cajas, canalizaciones, gabinetes, carcasas u otros equipos deben cerrarse adecuadamente para asegurar su protección. El espacio libre para trabajar frente a tableros eléctricos no debe ser menor a 0.80 metros de ancho y debe mantenerse libre desde el nivel del piso hasta una altura mínima de 2.30 metros.

Acabados

El bienestar emocional y el confort de las personas están estrechamente relacionados con los acabados presentes en su vivienda. Incluso en las viviendas de interés social o tipo económico, es indispensable contar con acabados adecuados tanto en el exterior como en el interior, así como con ventanas, puertas y accesorios funcionales distribuidos en espacios como baños, cocinas y áreas de servicio. Todos estos elementos deben cumplir con los requisitos básicos de calidad y resistencia. La elección y aplicación de los recubrimientos, texturas y colores en las superficies exteriores deben adaptarse a las condiciones climáticas de la región, proporcionando una protección eficiente frente a factores como la humedad (ya sea por lluvia, brisa o nieve), el polvo, la radiación solar y el desgaste por mantenimiento. Esto con el fin de prevenir el deterioro de muros y techos causado por la exposición al ambiente, evitando así problemas como filtraciones, humedad o aparición de hongos, que puedan comprometer tanto la conservación de la vivienda como la salud de sus ocupantes.

3.5. DEMOLICIÓN

La demolición de una edificación en México es un proceso que debe cumplir con diversas normativas y regulaciones para garantizar la seguridad y el cumplimiento legal. A continuación, se detallan los aspectos clave y las fuentes correspondientes:

- Licencia de Construcción Especial en su modalidad de Demolición: antes de iniciar cualquier trabajo de demolición, es obligatorio obtener una Licencia de Construcción Especial específica para este fin. Esta licencia asegura que la demolición se realice conforme a las disposiciones establecidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Dicho reglamento faculta a las autoridades a ordenar y ejecutar demoliciones cuando sea necesario.
- Normas Técnicas Complementarias las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones establecen los requisitos mínimos para la revisión y elaboración de dictámenes de seguridad estructural. Estas normas son aplicables tanto en la construcción como en la demolición de edificaciones, garantizando que los procedimientos se realicen de manera segura y conforme a los estándares establecidos.
- Procedimiento de Publicitación Vecinal: además de la obtención de la licencia correspondiente, es necesario llevar a cabo un Procedimiento de Publicitación Vecinal. Este proceso, contemplado en la Ley de Desarrollo Urbano para el Distrito Federal, tiene como objetivo informar a la comunidad cercana sobre los trabajos de demolición que se realizarán, permitiendo la participación y opinión de los vecinos en el proceso.
- Medidas de Seguridad y Supervisión: durante la ejecución de la demolición, es indispensable implementar medidas de seguridad adecuadas para proteger tanto a los trabajadores como a la población circundante. Las autoridades locales tienen la facultad de supervisar y, en caso necesario, ordenar la suspensión temporal o clausura de las obras si se detectan incumplimientos a las normativas vigentes.

3.6. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Encontramos que en la Tesis “El Mantenimiento de las obras de ingeniería civil” (Valdez, E., García, E., Guzmán, J. y Martínez, B., 1988),⁵⁰ se nos mencionan las definiciones de conservación y mantenimiento:

“Se interpreta a la conservación como el conjunto de actividades institucionales de una dependencia o entidad, dirigidas a cuidar y guardar la permanencia de las obras que las constituye, en condiciones que permitan la adecuada realización de las funciones para las cuales fueron constituidas”.

“El mantenimiento es el conjunto de actividades llevadas a cabo para que los elementos de una obra, instalaciones, accesorios, etc., no interrumpan o recuperen su estado inicial de funcionamiento.”

Valdez nos señala que, para establecer los lineamientos adecuados para el mantenimiento de la obra, es necesario clasificarlo en dos modalidades:

Mantenimiento correctivo

Se trata de las labores destinadas a reparar o reemplazar componentes de una construcción cuando presentan deterioro significativo o han dejado de funcionar por completo. Este tipo de mantenimiento es común en muchas instituciones y organismos, principalmente porque no se reconocen las ventajas de planificar estas actividades con anticipación. Es habitual que se permita el uso continuo de inmuebles, equipos y herramientas hasta que ocurra una falla que justifique el gasto en su reparación.

El mantenimiento correctivo se subdivide en dos clasificaciones:

- Jerarquizado: considera realizar los trabajos de mantenimiento de acuerdo a prioridades que se establecen por importancia del servicio.
- Rutinario: se establece una rutina de actividades para ejecutar las reparaciones menores que se presenten en la obra.

Mantenimiento preventivo

Se enfoca en la inspección periódica de los elementos que integran el inmueble y su equipamiento, con el objetivo de conservar su correcto funcionamiento. Para implementarlo adecuadamente, es

fundamental contar con conocimientos técnicos sólidos y una organización eficaz que permita identificar las causas de fallos recurrentes, estimar tiempos seguros de operación y reconocer las áreas con mayor probabilidad de presentar problemas. Este enfoque permite anticipar posibles fallas y, con base en estos pronósticos, establecer estrategias que favorezcan un mantenimiento eficiente. Es esencial contar con personal técnico capacitado para lograr los mejores resultados, especialmente en obras que demandan alta confiabilidad y donde las interrupciones del servicio deben ser mínimas.

Los elementos que integran al mantenimiento correctivo son los siguientes:

- Acciones y programas: actividades cotidianas que se realizan para determinar el estado de conservación y las necesidades de mantenimiento de los elementos. Se llevan a cabo con cierta periodicidad.
- Supervisión: nos permite verificar si las acciones de mantenimiento han cumplido con los objetivos deseados. Esta debe ser ejecutada por un ingeniero de mantenimiento.
- Registro de incidencias: es la actividad que permite identificar las condiciones en que se encuentran los inmuebles y los costos aplicados en acciones de mantenimiento,

Es importante planear el mantenimiento de una obra de ingeniería, pues es necesario evaluar diferentes alternativas y seleccionar la más adecuada para alcanzar los objetivos de la institución. La planeación en el mantenimiento debe de contemplar los siguientes parámetros:

- Cantidad: número de elementos a los que se debe dar mantenimiento y cantidades de obras necesarias para cumplir con el objetivo.
- Calidad: en mano de obra, herramienta, materiales y equipo que se utilice.
- Costo: análisis económico de todos los recursos que intervengan.
- Tiempo: factor que indica duración y periodo de ejecución de los trabajos.

Ya analizados los factores anteriores, se puede realizar un Programa de Mantenimiento. Este programa indica de manera precisa las actividades por ejecutar, establece los tiempos de duración especificando el inicio y fin tomando en cuenta los materiales, mano de obra y maquinaria requerida.

4. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA UNIDAD HABITACIONAL 23 DE NOVIEMBRE EN VERACRUZ, VERACRUZ.

Los capítulos 2. Obras de Infraestructura y 3. Etapas de un Proyecto de Unidad Habitacional tuvieron como objetivo inducir al lector en la importancia de mantenimiento de una unidad habitacional. Se partió desde el concepto más básico con el cuestionamiento de ¿qué es un ingeniero civil?, su importancia y las diferentes áreas que abarca. El capítulo 2 concluye con el tipo de infraestructura denominado “Edificación” y los tipos que hay, contemplando a las unidades habitacionales como un tipo de Edificación para la vivienda de tipo plurifamiliar. El capítulo 3 describe las etapas que abarca el desarrollar una unidad habitacional desde su planeación, hasta su abandono y demolición, haciendo énfasis en la etapa del mantenimiento.

El actual capítulo 4 tiene como objetivo describir las actividades profesionales realizadas durante el proyecto de una manera que el lector pueda comprender estas. Se divide en dos sub capítulos: 4.1 Descripción del Proyecto, en el que se presentan los aspectos principales de la obra ejecutada para que el lector se familiarice con el trajo; 4.2 Programa de mantenimiento, capítulo que a su vez se divide en una sección dedicado a la Planeación de los trabajos y otra a la Ejecución, observación y supervisión.

Durante el capítulo 4.2.1. se remarcará la importancia de llevar una buena planeación de los trabajos a fin de alcanzar las metas propuestas por la empresa. Finalmente, el capítulo 4.2.4. hará una comparación de los tiempos que se ejecutaron de manera real contra lo proyectado.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Secretaría de Marina promueve a través de la Dirección General Adjunta de Obras y Dragado (DIGAOB) el desarrollo de nuevas obras para el aprovechamiento de estas por integrantes de la Secretaría. A su vez, atiende los trabajos de mantenimiento de obras ya existentes que pertenezcan a su jurisdicción.

El Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional 23 de noviembre corresponde a una tarea que tiene como objetivo alargar la vida útil de las viviendas de los usuarios que residen en la Región. DIGAOB estableció los requisitos y licitó, mediante el procedimiento establecido en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas (LOPYSRM, 2021)⁵¹ y su Reglamento⁵² el concurso obra pública Mantenimiento Y Conservación De La Unidad Habitacional 23 De noviembre en Veracruz, Veracruz.

La edificación se encuentra en la Ciudad de Veracruz, perteneciente al municipio del mismo nombre, ubicado en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Ubicada a 90 km de distancia de la capital del estado, Xalapa y a 400 km de distancia de la Ciudad de México. Su clima es tropical cálido, con una temperatura media anual de 25.3 °C y con una precipitación media anual de 1500 mm. La U.H. 23 de noviembre tiene como dirección: Pedro Sáenz de Baranda 12, Los Marineros, 91779 Veracruz, Ver.

A continuación, en las imágenes 1,2 y 3, se señala la ubicación del proyecto en las cartas topográficas que emite el INEGI⁵³ con las escalas 1:250 000, 1:50 000 y 1:20 000 respectivamente:

- CARTA TOPOGRÁFICA 1:250 000 VERACRUZ E14-3 (VERACRUZ, PUEBLA Y TLAXCALA)
- CARTA TOPOGRÁFICA 1:50 000 VERACRUZ E14B49 (VERACRUZ)
- CARTA TOPOGRÁFICA 1:20 000 VERACRUZ E14B49B (VERACRUZ)

La imagen 4 presenta un acercamiento a la carta topográfica 1:20 000 VERACRUZ E14B49B en donde se marca el polígono del predio donde se localizan los trabajos realizados.

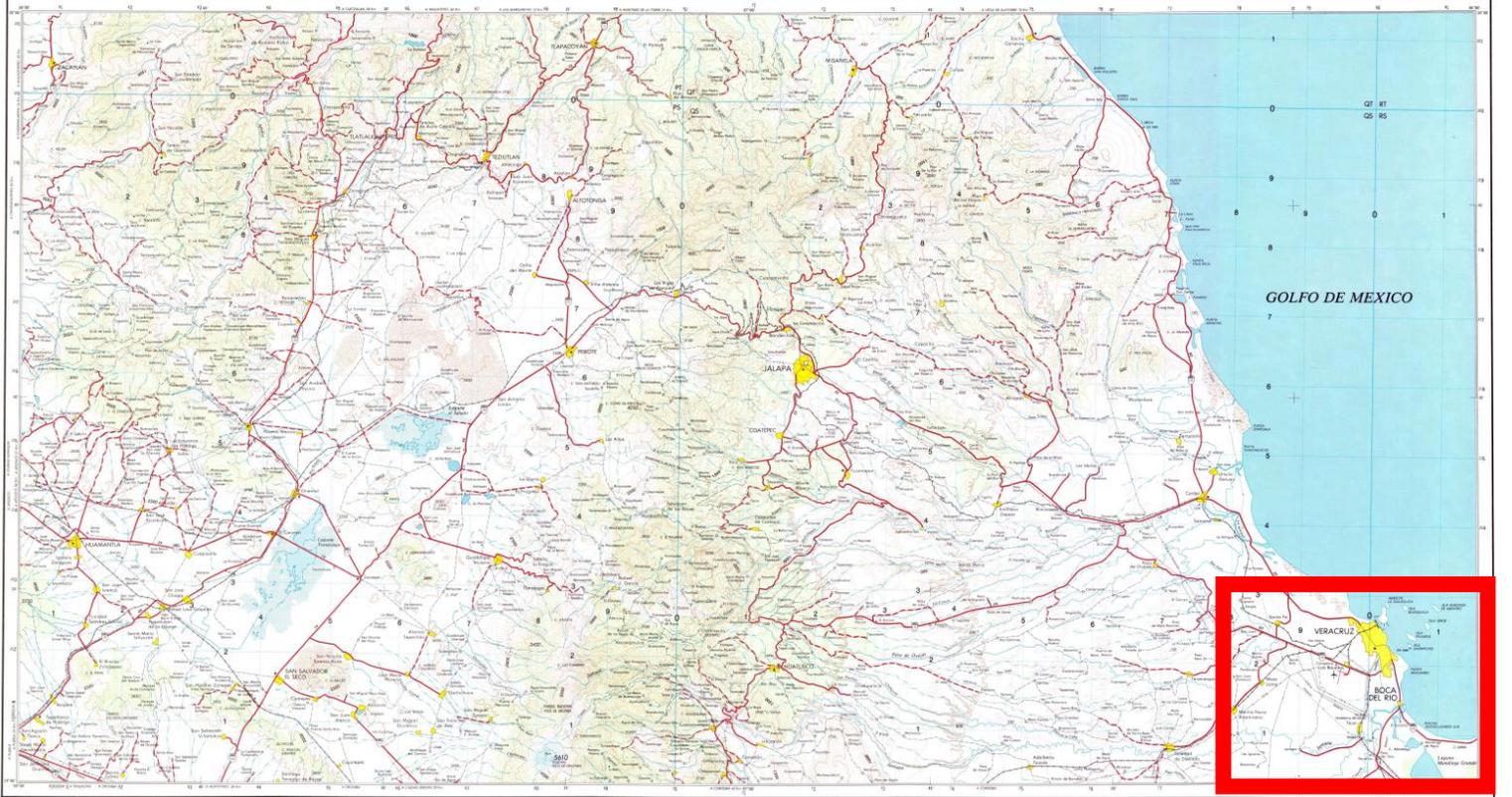


Imagen 1. Ubicación del proyecto en carta topográfica VERACRUZ E14-3.



Imagen 2. Ubicación del proyecto en carta topográfica VERACRUZ E14B49

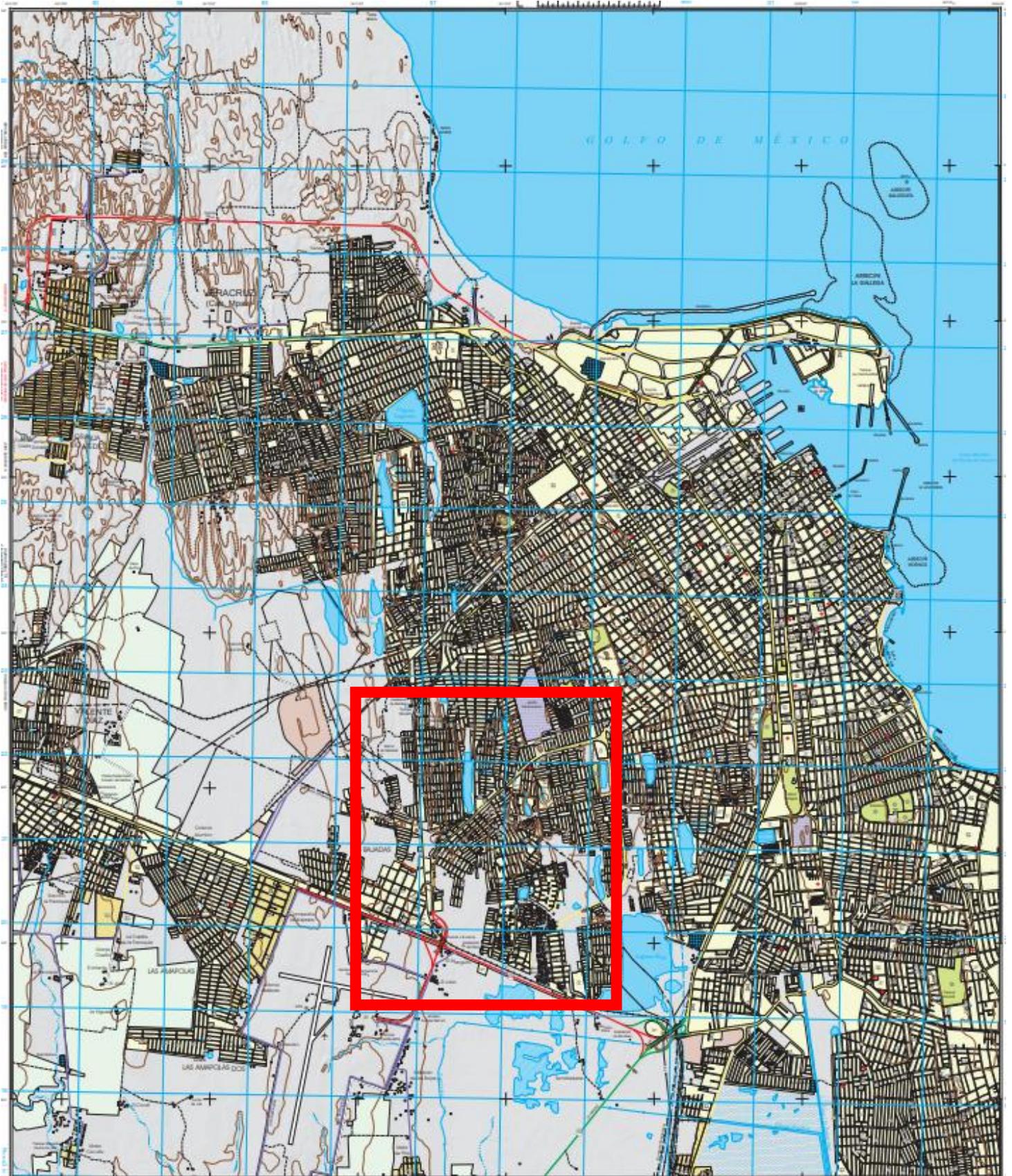


Imagen 3. Ubicación del proyecto en carta topográfica VERACRUZ E14B49B.

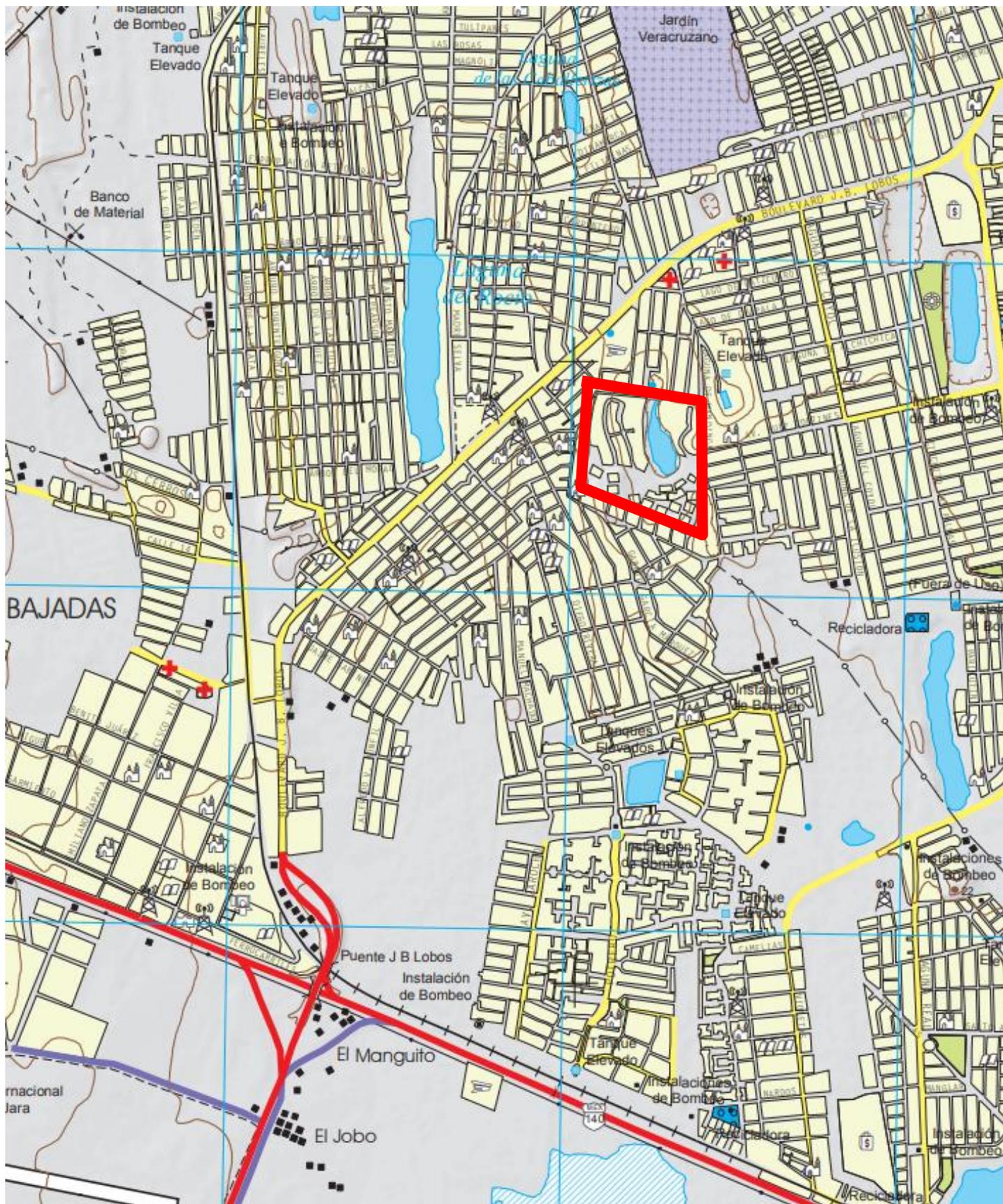


Imagen 4. Ubicación del predio del proyecto.

El ganador de la licitación (La Contratista) presentó un presupuesto para los trabajos de mantenimiento de la Unidad Habitacional 23 de noviembre en Veracruz, Veracruz con un importe a ejecutar de \$19,222,635.36.00 (DIECINUEVE MILLONES DOSCIENTOS VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 36/100 MN) antes de impuestos.

El catálogo de conceptos (Ver Anexo 1) estableció los alcances para el mantenimiento ligero en la unidad. A continuación, se presenta un resumen de las partidas establecidas en la tabla 3:

Partida	Subpartida	Importe
Mantenimiento de edificios	Acabados	\$ 7,728,100.05
	Albañilería	\$ 60,556.20
	Instalaciones	\$ 2,546,425.60
	Cisterna y tanque	\$ 546,477.06
	Herrería	\$236,276.66
	Instalación eléctrica	\$ 61,118.10
Mantenimiento de casa	Acabados	\$ 6,428,540.69
	Instalaciones	\$ 1,912,535.76
Mantenimiento en tienda	Acabados	\$ 435,383.34
Barda exterior	Barda	\$ 33,325.05

Tabla 3. Partidas del proyecto de mantenimiento.

La Unidad Habitacional 23 de noviembre cuenta con 10 edificios con 16 departamentos cada uno, así como 33 casas dúplex y 7 individuales, dando un total de viviendas de 160 departamentos y 73 casas que requieren atención para alargar su vida útil y cumplir con su funcionalidad.

Las actividades que incluye el proyecto se dividen en Edificios, Casas, atención a la tienda de la unidad y demolición y remplazo de una sección de barda perimetral de la Unidad. A continuación, se muestran algunas vistas panorámicas a los edificios, sección de barda perimetral, tienda de abarrotes para los usuarios de la unidad y área de juegos como espacio recreativo.

Para tener una distribución espacial de los trabajos, se realizó el croquis de la unidad (imagen 5) con herramientas computacionales de dibujo, en este se señalan las áreas relevantes de la Unidad.



Imagen 5. Croquis de la U.H. 23 de noviembre.

Se muestran algunas imágenes panorámicas del proyecto a fin de percibir las zonas a las cuales se les dio mantenimiento durante la ejecución del proyecto.



Imagen 6. Vista panorámica de la U.H. 23 de noviembre vista desde el Edificio A.



Imagen 7. Vista panorámica de la U.H. 23 de noviembre vista desde el Edificio J.



Imagen 8. Sección de barda por construir.



Imagen 9. Vista general de la Tienda de la U.H 23 de noviembre.



Imagen 10. Área de juegos de la U.H. 23 de noviembre.

4.1.1. CASAS

La U.H. 23 de noviembre cuenta con 73 casas, 33 de ellas son dúplex y 7 individuales. Estas están enumeradas de la uno a la setenta y tres para la identificación de cada una. En la siguiente imagen se muestra la distribución de las viviendas separadas por tipos (unifamiliares y dúplex).

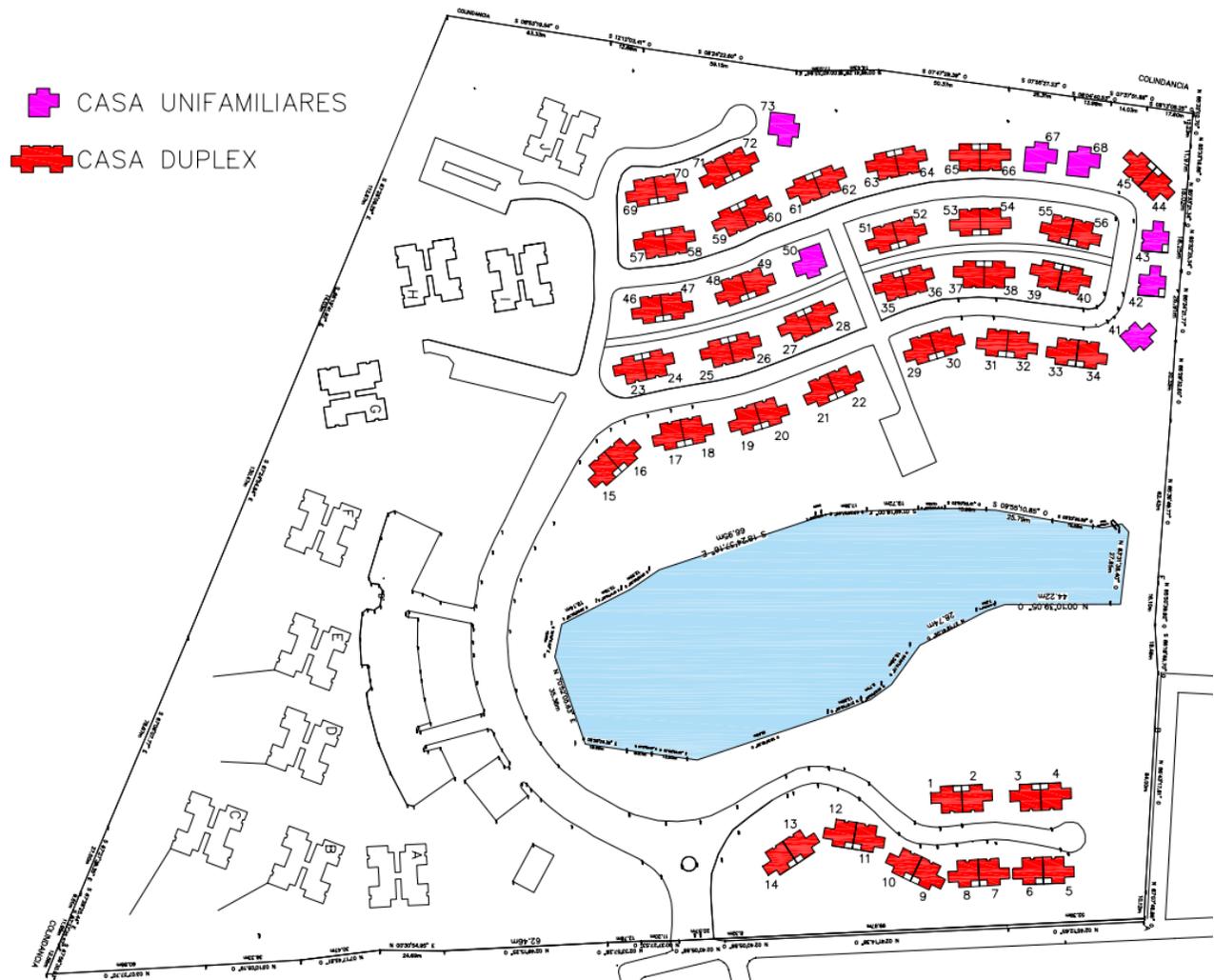


Imagen 11. Localización de las casas en la U.H. 23 de noviembre.

Los trabajos de mantenimiento realizados en las casas fueron los siguientes:

Subpartida	Trabajo realizado
Acabados	Mantenimiento de impermeabilizante existente en losa de concreto a base de carpeta asfáltica, aplicación de sellador acrílico Acitrón, a dos manos y aplicación de impermeabilizante acrílico base agua Acitrón a 6 años, todo Mca. Fester. Incluye: Limpieza del área, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Aplicación de resanador acrílico en grietas y fisuras en losa de concreto, Acitrón, Mca. Fester. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Retiro de pintura en mal estado en muros exteriores para recibir sellador acrílico. Incluye: limpieza, cardeado con cepillo de alambre, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Recubrimiento fino en muros a base de stucco, incluye: limpieza, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color Tangerina en muros exteriores de edificio, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color blanco en borde de losa y muros exteriores de cubo de tinaco, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color rojo oxido en plafones, muros interiores de cuarto de bombas y bajo escaleras, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Recubrimiento fino en muros de cubre tinacos a base de stucco, incluye: limpieza, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Reparación estructural a losas de concreto con material CM-200 Mca. Fester. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
Instalaciones (Hidráulico)	Sustitución de tinacos existentes sin recuperación e instalación de tinacos de 1100 lts, Mca. Rotoplas tricapa, Color Beige. Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, limpieza, elevaciones, andamiaje, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Adecuación a instalación hidráulica para tinaco, con conexiones de cobre y tubería de cobre. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

	Sustitución de válvulas de control de tinacos con material de cobre de 1". Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
Instalaciones (Eléctrico)	Sustitución de luminarias de sobreponer existentes en mal estado, sin recuperación e instalación eléctrica de luminarias de sobreponer en losa Modelo Urbino H-945/b Color Blanco, Mca. Tecnolite . Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
Instalaciones (Gas)	Sustitución de calentador dañado existente sin recuperación, acarreo a una distancia no mayor a 100 m. e instalación de calentador Modelo C-101, Mca. CINSA, capacidad 40 L, gas LP, control de temperatura automático, conexiones 3/4". Incluye: Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, desmontaje de tubería tipo I, llaves de paso, tuercas, kit de instalación, tubería 3/4", conexiones, válvulas, llave de paso, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Tabla 4. Trabajos de mantenimiento realizados en las casas.

A continuación, se presenta el arreglo en planta que se utilizó para cuantificar los trabajos realizados con fines de cálculo de rendimientos y cobros:

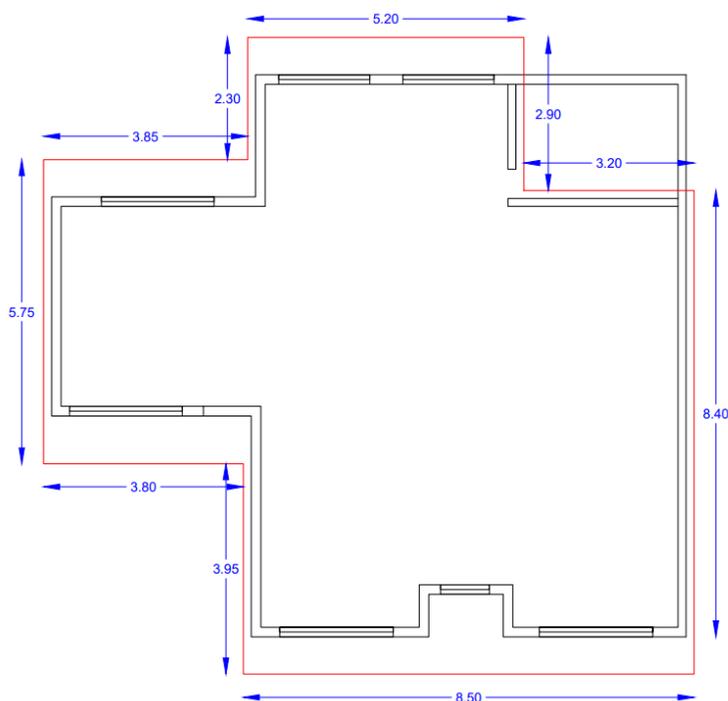


Imagen 12. Arreglo en planta de casas.

Así también, se presenta un reporte fotográfico de los trabajos realizados concerniente a las casas:

Reporte Fotográfico Acabados



Hidráulico



Eléctrico



Gas



Tabla 5. Reporte fotográfico de trabajos realizados en casas.

4.1.2. EDIFICIOS

La U.H. 23 de noviembre cuenta con 10 edificios identificados por letras de la A a la J, los cuales cuentan con cuatro departamentos por nivel y un total de cuatro niveles (160 departamentos).

En la siguiente imagen se muestra su distribución dentro de la Unidad Habitacional:



Imagen 13. Localización de los edificios en la U.H. 23 de noviembre.

Los trabajos de mantenimiento realizados en los edificios fueron los siguientes:

Subpartida	Trabajo realizado
Acabados	<p>Mantenimiento de impermeabilizante existente en losa de concreto a base de carpeta asfáltica, aplicación de sellador acrílico Acitrón, a dos manos y aplicación de impermeabilizante acrílico base agua Acitrón a 6 años, todo Mca. Fester. Incluye: Limpieza del área, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p> <p>Aplicación de resanador acrílico en grietas y fisuras en losa de concreto, Acitrón, Mca. Fester. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p> <p>Retiro de pintura en mal estado en muros exteriores para recibir sellador acrílico. Incluye: limpieza, cardeado con cepillo de alambre, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p> <p>Recubrimiento fino en muros a base de stucco, incluye: limpieza, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p> <p>Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color Tangerina en muros exteriores de edificio, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p> <p>Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color blanco en plafones, muros interiores de cuarto de bombas y bajo escaleras, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p> <p>Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color rojo oxido en plafones, muros interiores de cuarto de bombas y bajo escaleras, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p> <p>Reparación estructural a columnas de concreto con material CM-200 Mca. Fester. Incluye: mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p> <p>Mantenimiento de pintura en muros exteriores vinil acrílica color tangerina. Incluye: sellador 5x1, Mca. Comex, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>
Albañilería	<p>Construcción de tapas de registro en cisterna de 60x60 con marco a base de ángulo metálico de 2" y concreto armado con malla electrosoldada 6-6/10-10, acabado pulido. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>
Instalaciones (Hidráulico)	<p>Mantenimiento general a red hidráulica, consistente en retiro y colocación de 8.00 m de tubería de cobre de 2", 1 válvula de compuerta y conexiones.; Incluye: cambio de tuberías en mal estado, conexiones, válvulas, llaves, válvulas de control, sellado de uniones, salida desde la cisterna a la línea de llenado del</p>

	tanque, acarreo, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
Instalaciones (Eléctrico)	Sustitución de luminarias arbotantes existentes en mal estado, sin recuperación e instalación eléctrica de luminarias tipo arbotante Modelo Urbino H-945/S Color Blanco, Mca. Tecnolite. Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Sustitución de luminarias de sobreponer existentes en mal estado, sin recuperación e instalación eléctrica de luminarias de sobreponer en losa Modelo Urbino H-945/b Color Blanco, Mca. Tecnolite. Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
Instalaciones (Gas)	Sustitución de calentador dañado existente sin recuperación e instalación de calentador Modelo C-101, Mca. CINSA, capacidad 40 L, gas LP, control de temperatura automático, conexiones 3/4". Incluye: acarreo al lugar indicado por el área usuaria, desmontaje de tubería tipo I, llaves de paso, tuercas, elevaciones, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Sustitución de tanque estacionario dañado existente sin recuperación e instalación de tanque estacionario horizontal Mca. TATSA, Color Blanco, capacidad 500 L, gas LP., acarreo a una distancia no mayor a 100 m. Incluye: acarreo al lugar indicado por el área usuaria, desmontaje de tanque y acometida de línea de llenado, colocación de regulador, medidor, válvula de servicio, válvula de seguridad, acarreo, elevaciones, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Acometida de línea de llenado para tanque de gas LP. Incluye: válvula de llenado doble check de 19 mm, válvula de globo cms de bronce de 19 mm para presión máxima de 28 kg/cm ² , válvula de tiro con sello de seguridad de bronce Mca. Urrea de 19 mm con conexiones y tubería de cobre tipo k de 19 mm, conexiones. Incluye: Acarreos, elevaciones, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
Cisterna y tanque	Mantenimiento general en cisterna a base de concreto armado de 2.50 x 2.50 m. x 1.80 m. de altura, válvulas de llenado en bronce con flotador, y construcción de tapas de concreto, limpieza, aplicación de impermeabilizante cementoso fester CR-66 en muros y reposición de losa de concreto con mortero grout en pasos de tubería hidráulica de 30 x 30 cm, incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Mantenimiento general de tanque en azotea a base de concreto armado de 2.50 x 2.50 m x 1.80 m de altura, válvulas de llenado en bronce con flotador y construcción de tapas de concreto, limpieza, aplicación de impermeabilizante cementoso Fester CR-66 en muros y reposición de losa de concreto con mortero grout en pasos de tubería hidráulica de 30x30 cm. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Sustitución equipo de bombeo existente en área de cisterna sin recuperación de equipo e instalación de bomba Mod. BCM011, Mca. SIEMENS 2.0 HP,

	monofásica 120 V/60 Hz, 2", o similar en características y calidad, cambio de conexiones, tubería de cobre. Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
Herrería	Fabricación y colocación de puertas metálicas en azotea de 1.15 x 0.80 m, a base de ángulo y lámina lisa, marco y contramarco, bisagras y cerrojo. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Mantenimiento a puertas metálicas en azotea de 1.15 x 0.80 cm, a base de ángulo y lámina lisa, marco y contramarco, bisagras y cerrojo. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Retiro, fabricación y colocación de escaleras metálicas en redondo macizo de 1", desarrollo de 3.80 x 0.60 de ancho, peldaños a cada 40 cm, acabado pintura de esmalte color blanco brillante. Incluye: acarreos, elevaciones, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Mantenimiento de puertas metálicas en cuarto de bombas de 1.00 x 2.20 m, a base de ángulo y malla ciclónica, marco y contramarco, bisagras y cerrojo. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Mantenimiento de puertas metálicas bajo escaleras en cuarto de bombas de 1.20 x 1.00 m, a base de ángulo y malla ciclónica, marco y contramarco, bisagras y cerrojo. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Fabricación y colocación de puertas metálicas bajo escaleras de 1.20 x 1.00 m, a base de ángulo y malla ciclónica, marco y contramarco, bisagras y cerrojo. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Tabla 6. Trabajos de mantenimiento realizados en los edificios.

A continuación, se presenta el arreglo en planta y fachada realizado con herramientas computacionales de dibujo:

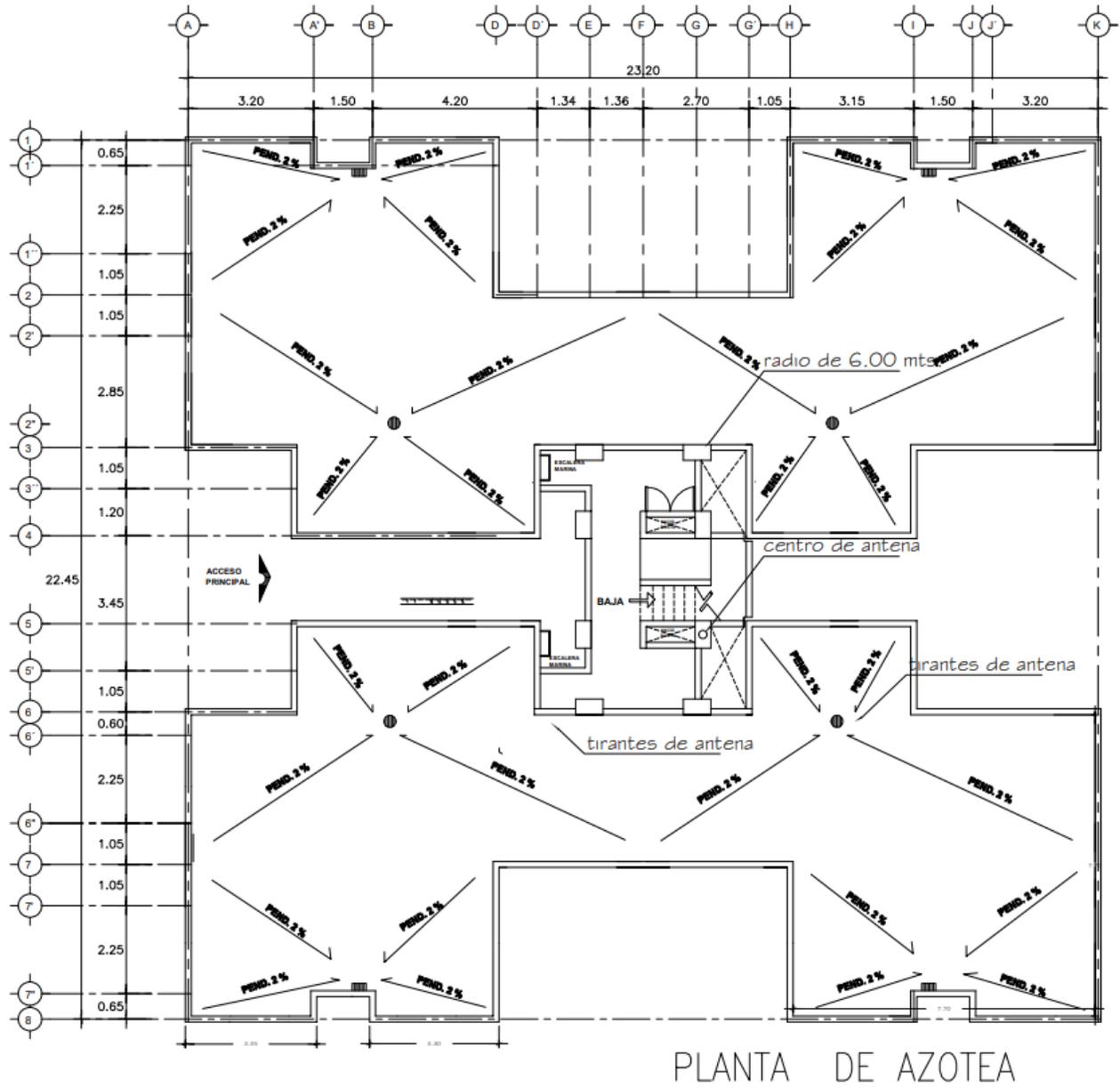


Imagen 14. Arreglo en planta de edificios.



FACAHADA LATERAL DERECHA O IZQUIERDA

Imagen 15. Fachada de edificios.

Así también, se presenta un reporte fotográfico de los trabajos realizados concerniente a los edificios:



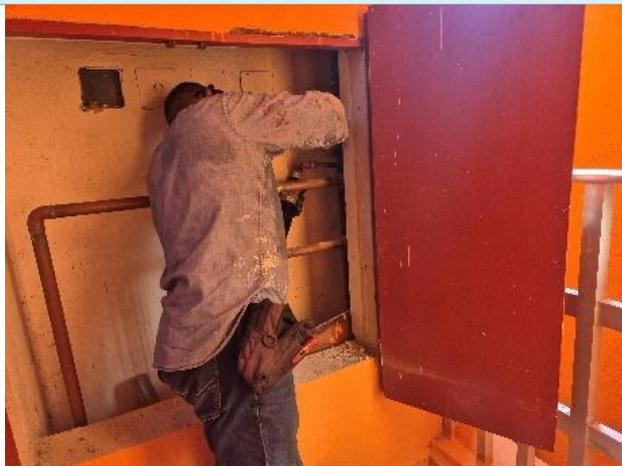


Albañilería





Instalaciones (Hidráulico)



Instalaciones (Eléctrico)



Instalaciones (Gas)



Herrería

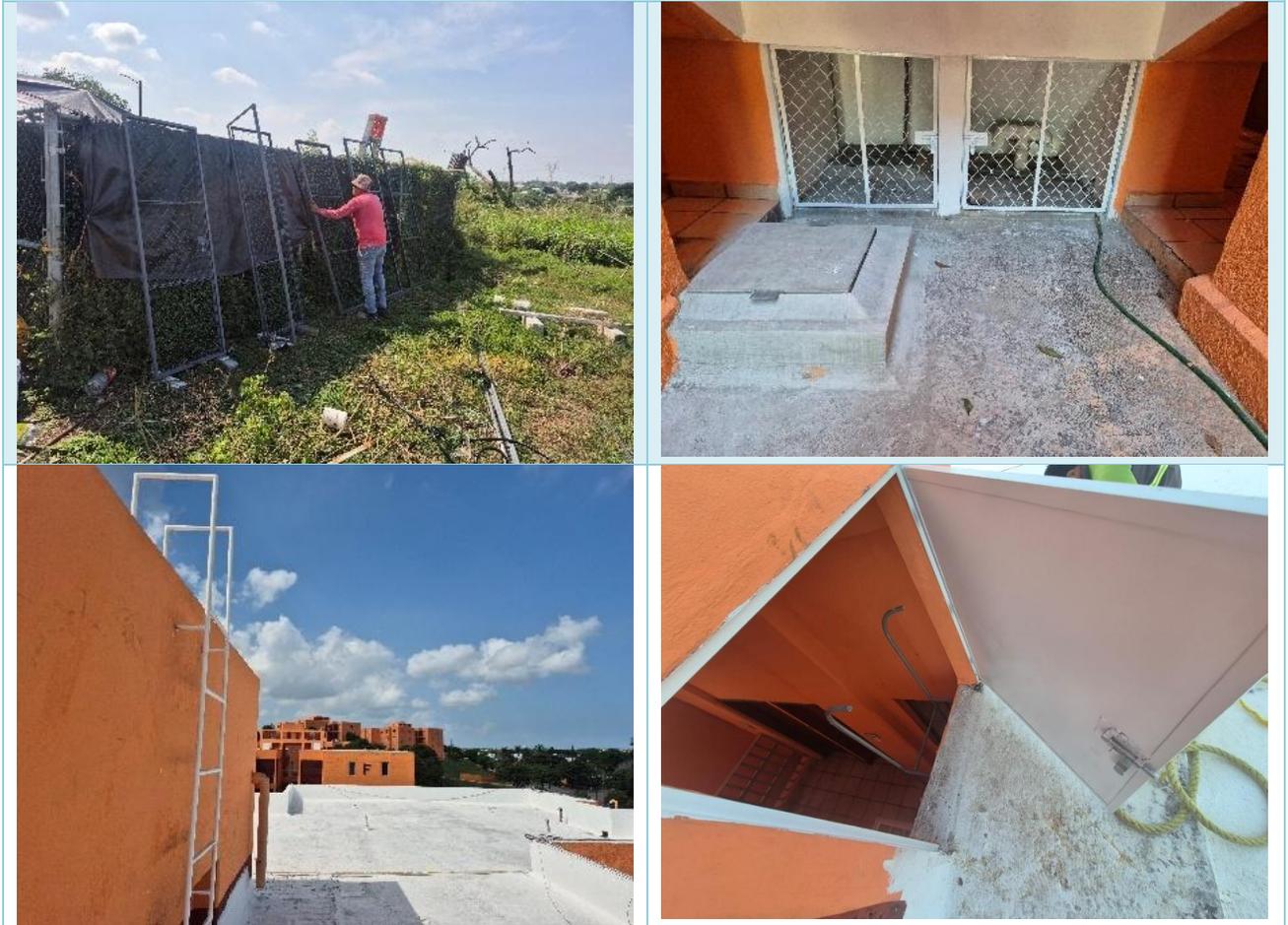


Tabla 7. Reporte fotográfico de trabajos realizados en edificios.

4.1.3. TIENDA

La U.H. 23 de noviembre cuenta con una tienda que abastece de insumos básicos a los habitantes, la cual también está incluida dentro del proyecto de mantenimiento. En la siguiente imagen se señala su localización dentro de la Unidad Habitacional:

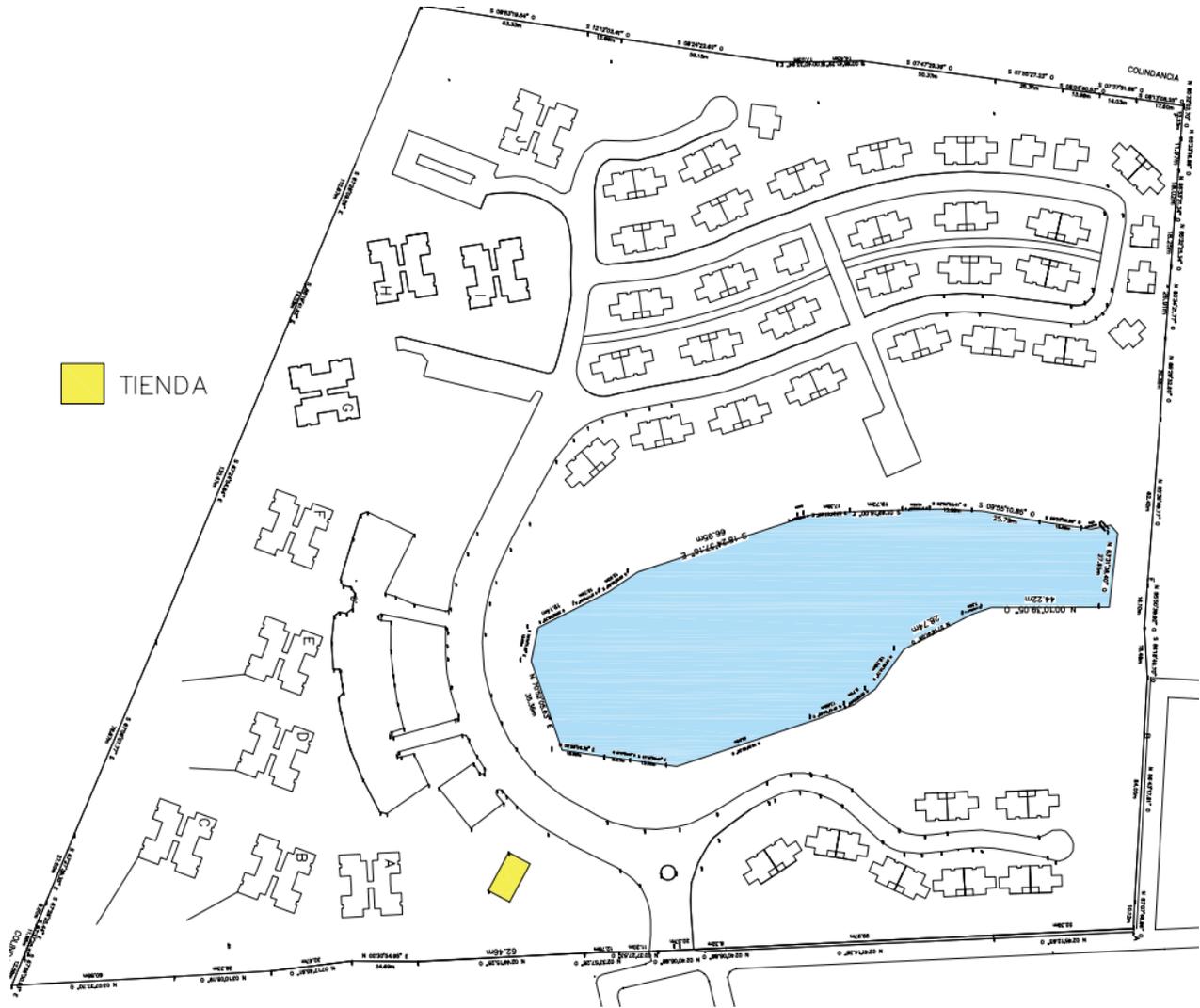


Imagen 16. Ubicación de la Tienda dentro de la U.H. 23 de noviembre.

Los trabajos que se realizaron son los siguientes:

Subpartida	Trabajo realizado
Tienda	Sustitución de plafón de tablaroca. Incluye: pintura vinílica pro 1000 material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color blanco en tienda, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: reubicación de productos y estantes de mercancía, mamparas de plástico para protección de áreas aledañas, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color Tangerina en muros exteriores de edificio, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
	Reemplazo de cubierta de lámina y perfiles estructurales. Incluye: primario anticorrosivo, pintura de esmalte a dos manos, aplicación de impermeabilizante fester acriton 6 años con membrana de refuerzo en la cubierta y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Tabla 8. Trabajos de mantenimiento realizados en la Tienda de la U.H. 23 de noviembre.

A continuación, se ilustran algunas vistas realizadas durante el proyecto para la cuantificación de los trabajos:

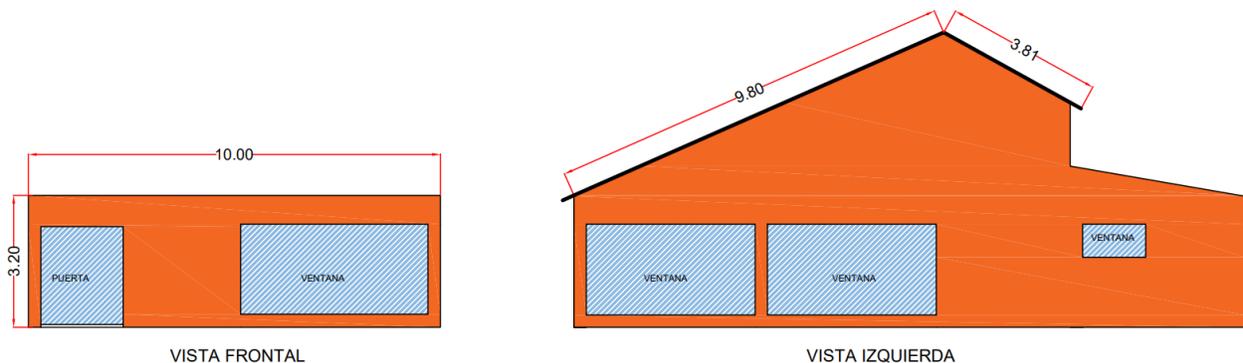


Imagen 17. Vistas de la Tienda de la Unidad.

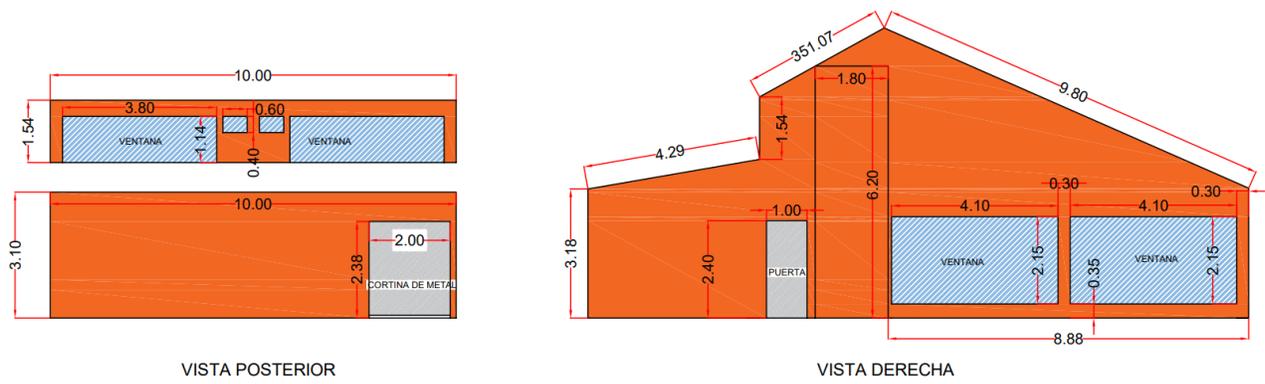


Imagen 18. Vistas de la Tienda de la Unidad.

Se presenta un reporte fotográfico de los trabajos realizados concerniente a la tienda:





Tabla 9. Reporte fotográfico de la Tienda de la U.H. 23 de noviembre.

4.1.4. BARRA PERIMETRAL

El programa de mantenimiento contempló la demolición de una sección de barra ya existente y su reposición. Esto porque presentaba cierta inclinación y peligraba la integridad de los usuarios que se encontraran cerca de la zona afectada.

A continuación, se ilustra en un croquis la ubicación de la sección de barra a reconstruir:

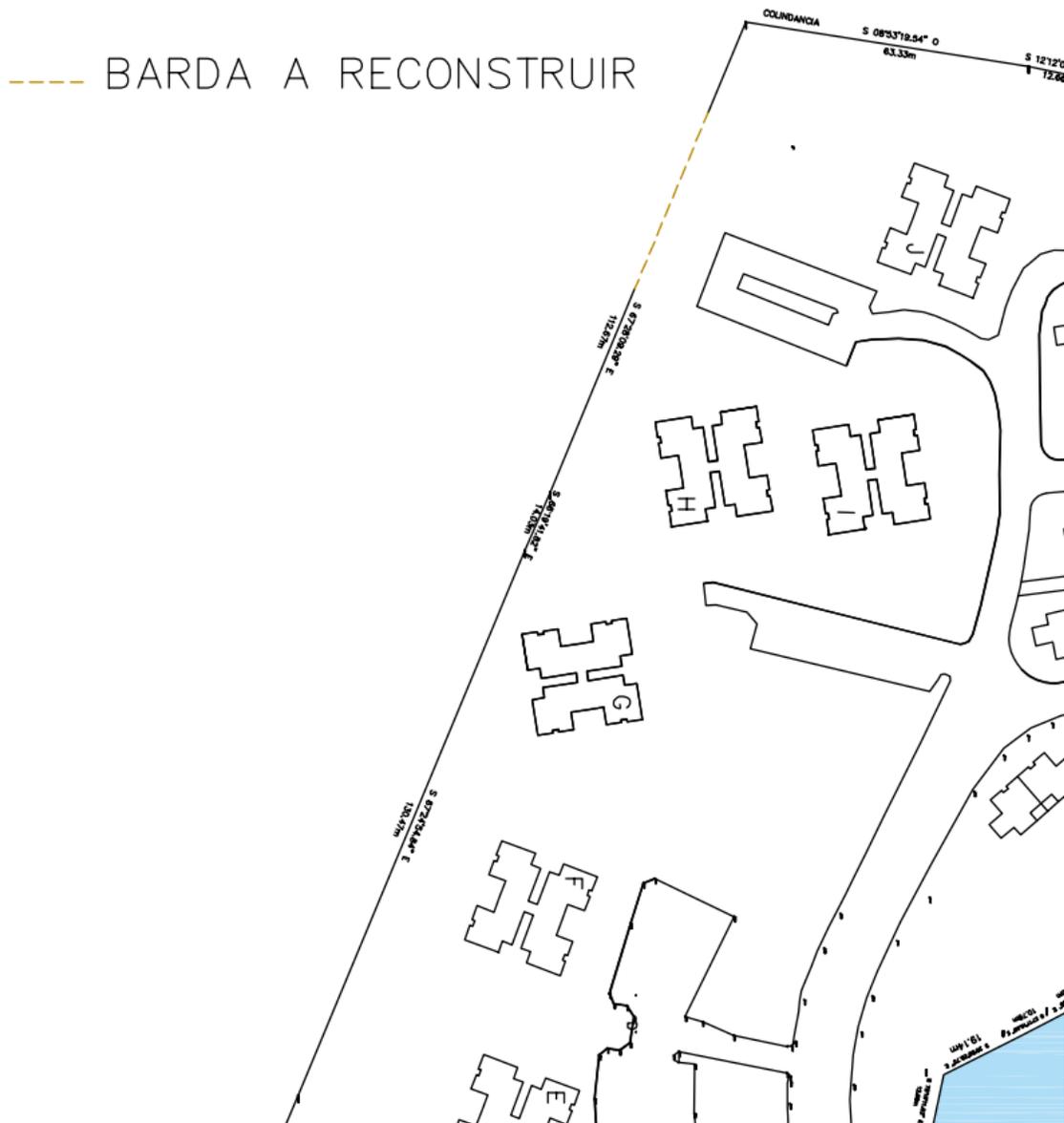


Imagen 19. Localización de la sección de barra a reconstruir.

Los conceptos que se ejecutaron son los siguientes

Subpartida	Trabajo realizado
Barda	Castillo de concreto armado de sección 20 x 20 cm. con $f_c=200$ kg/cm ² y con 4 varillas de 3/8" y estribos de 1/4" @ 20 cm. incluye: cimbra común, materiales, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución, p.u.o.t.
	Cadena de cerramiento de 20 x 30 cm. de sección con concreto $f_c=200$ kg/cm ² , con varilla de 3/8 de diámetro y estribos de 1/4" @ 20 cm. incluye: cimbra común, materiales, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución, p.u.o.t.
	Muro de block de 12 cm. de espesor de 0,00 a 5,00 m. de altura, juntado con mortero cemento-cal-arena proporción 1:1:5 incluye: materiales, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución, p.u.o.t.
	Demolición de muro existente a base de block macizo y o tabique rojo común, por medios mecánicos y manuales sin recuperación de material, depositando el material a orilla de la obra para su posterior retiro, incluye: demolición de cadenas y castillos de concreto armado sin recuperación de acero, maquinaria, herramienta y mano de obra.
	Retiro de escombros producto de demoliciones fuera de la obra, incluye: mano de obra, equipo y limpieza del área.

Tabla 10. Trabajos de mantenimiento realizados para la barda perimetral de la U.H. 23 de noviembre.

Se ilustra el croquis de los trabajos realizados concernientes a la sección de barda perimetral:

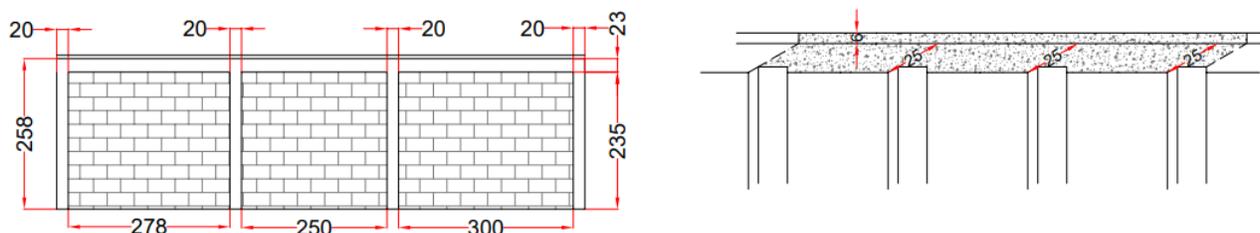


Imagen 20. Dibujo de la sección de barda reconstruida.

Se presenta un reporte fotográfico de los trabajos realizados concerniente a la barda:



Tabla 11. Reporte fotográfico de la Barda de la U.H. 23 de noviembre.

4.1.5. ÁREAS COMUNES

La U.H. 23 de noviembre cuenta con varias áreas comunes que ofrecen un espacio de recreación y relajación a los habitantes. Entre ellos se encuentran:

- Lago
- Cancha de pasto
- Áreas de Juegos

En el siguiente croquis se señala la localización de dichas áreas dentro de la Unidad:

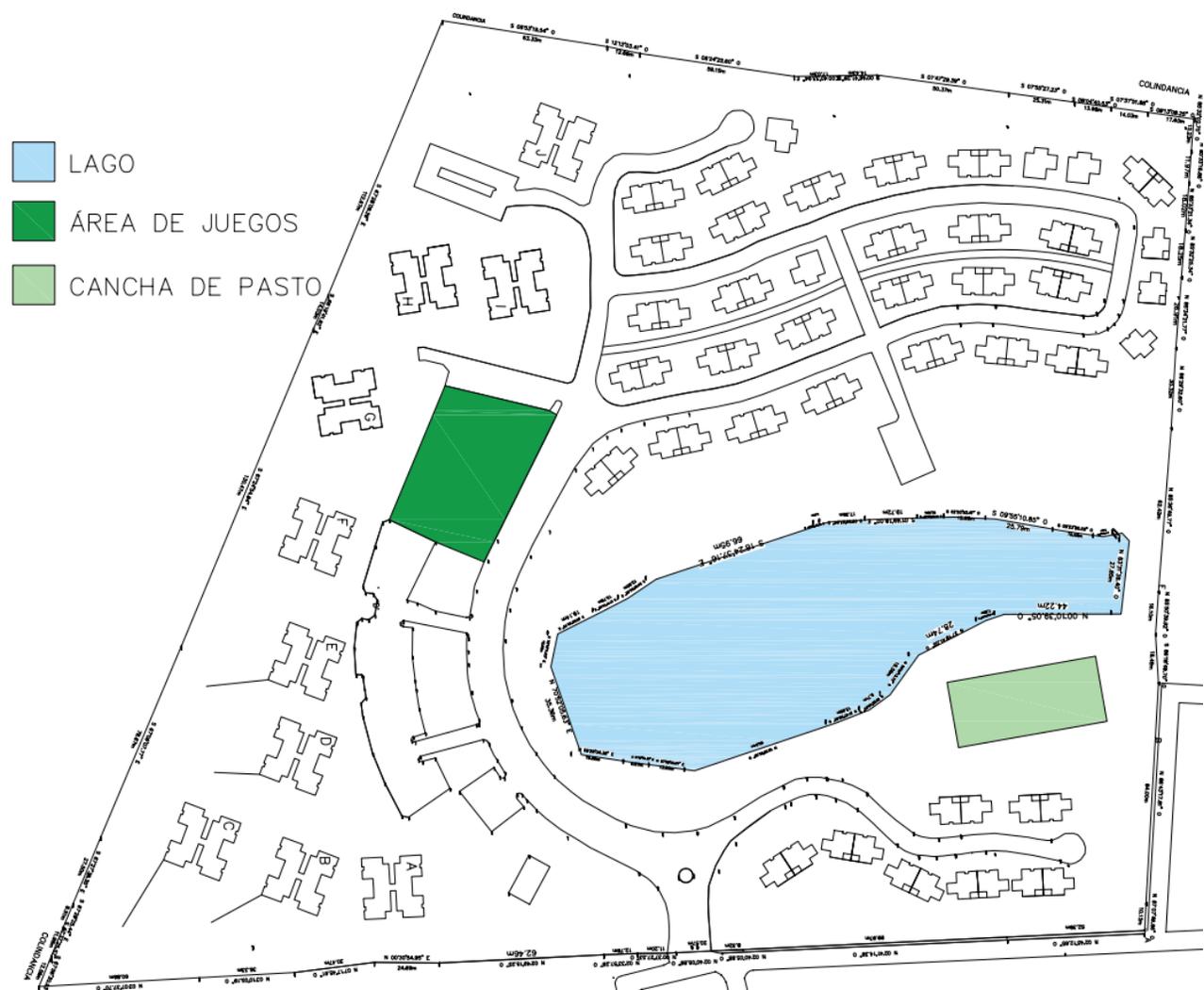


Imagen 21. Ubicación de las áreas comunes.

El programa de mantenimiento no contempló atacar las áreas comunes de la Unidad, sin embargo, en agradecimiento por la hospitalidad, La Contratista optó por dar mantenimiento a la pintura de los juegos y colocar reflectores para que los niños puedan jugar en horarios nocturnos. En la imagen 22 se muestra el procedimiento de la colocación de los reflectores para el alumbrado del área de juegos, así también, en las imágenes 23 y 24 se ilustra el resultado final de los trabajos.



Imagen 22. Colocación de reflectores.



Imagen 23. Pintura de los juegos.



Imagen 24. Área de juegos con mantenimiento terminado.

4.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Anteriormente se describió teóricamente el mantenimiento de las unidades habitacionales dentro del ámbito de la ingeniería civil, seguido de la descripción de las características del proyecto de mantenimiento de la Unidad Habitacional 23 de noviembre. El capítulo que a continuación se presenta, se enfoca en la parte práctica del proyecto.

El primer subcapítulo, 4.2.1 Planeación de trabajos, engloba todas las actividades que se llevaron a cabo antes de la ejecución de los trabajos. Se explica la importancia de plantear metas y posteriormente, planear el camino hasta lograrlas.

Posteriormente, el capítulo 4.2.2. Organización de la Obra, muestra cómo se distribuyeron las actividades entre los responsables.

En el capítulo 4.2.3. Programa de obra, veremos el procedimiento que se utilizó para realizar el programa de mantenimiento que se planteó en un principio. Este programa es indispensable para llevar a cabo las metas presentadas durante la planeación.

Se concluye con el capítulo 4.2.4. Control de Obra, en el que se describe el comportamiento del proyecto ya una vez iniciadas labores. Se hace la comparación de los avances presentados contra los teóricos (planeados).

La metodología que se siguió para determinar este orden se retomó del libro “Método de la Ruta Crítica y su Aplicación en la Construcción” (Antill, J., Woodhead, R., 1967)⁵⁴, así también del plan de estudios 2016 de la Facultad de Ingeniería de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México, 2016).⁵⁵ En dichas fuentes, se secciona la planeación y programación en las 4 fases antes mencionadas:

- Planeación de trabajos
- Organización de obra
- Programa de obra
- Control de obra

Esto con el fin de crear un Programa de Obra óptimo para eficientar tiempos, costos y facilitar la supervisión de los trabajos.

4.2.1. PLANEACIÓN DE TRABAJOS

En esta sección se plantean los procedimientos realizados para la planeación de los trabajos, a fin de que durante la ejecución ocurran la menor cantidad de imprevistos posible. Se presentan los sub títulos 4.2.1.1. Planeación financiera, en el cual se plantea la meta de la utilidad y se presenta el plan del flujo de efectivo que se prevé seguir para alcanzarla; posteriormente, el sub título 4.2.1.2. Seguridad en Obra presenta las medidas tomadas antes y durante el proyecto, a fin de evitar los incidentes en el trabajo.

Durante la planeación se contempló al personal como un activo en el proyecto, por lo que hay que administrar cómo se maneja para evitar pérdidas. La Contratista designó la ejecución de la mayoría de conceptos a sub contratistas locales para la facilidad de desplazamiento, menor inversión en traslados, ahorrar hospedajes de los trabajadores y para fomentar el desarrollo de la economía local. También fueron ubicadas tiendas y negocios locales para abastecerse de materiales necesarios. La planeación de los trabajos implica establecer las estrategias a seguir durante el periodo del contrato, a fin de evitar fugas de capital y optimizar tiempos.

Sin embargo, también se consideraron 8 trabajadores (5 técnicos y 3 administrativos) con antecedentes en la empresa, con el fin de estar en comunicación con gente que ya generó confianza de la calidad de sus trabajos. El personal técnico y administrativo contaba con dos campamentos para que cumplieran como vivienda personal. La planeación de los trabajos contempló el otorgar un transporte e identificar la ruta para la llegada al lugar de trabajo. El primer campamento tenía dirección: Encanto #148, Condominio Pelicano, CP 91726 Veracruz, Ver. Mientras que el segundo campamento se encontraba en Boulevard Bicentenario 61-1B, Crystal Lagoons Veracruz, 91699 Hacienda Paraíso, Ver. A continuación, se ilustran las rutas para desplazarse al sitio de trabajo:

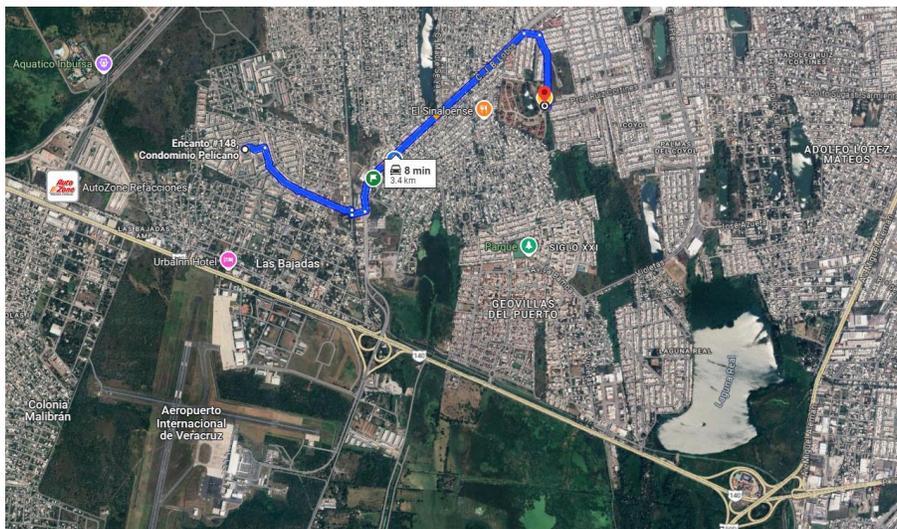


Imagen 25. Ruta desde el Campamento 1 hasta la zona de trabajos.

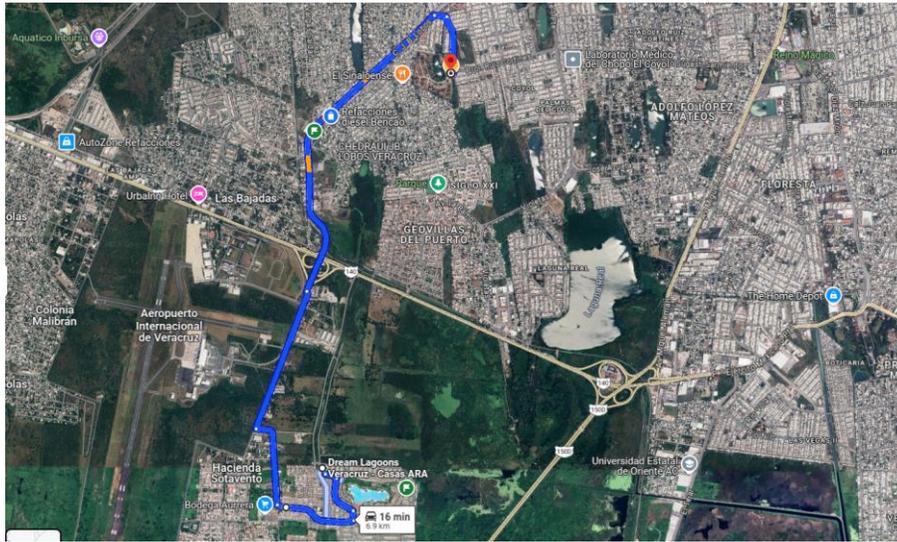


Imagen 26. Ruta desde el Campamento 2 hasta la zona de trabajos

Se identificaron los principales proveedores de materiales para los trabajos que se realizaron en la U.H. 23 de noviembre, el criterio utilizado para su elección siempre fue conseguir el menor precio y la menor distancia al lugar de trabajo, siempre cuidando cumplir con las especificaciones de los conceptos y no descuidar la calidad de los trabajos. Así también, se buscó que dichos establecimientos se encontraran cercanos uno de otro y que contaran con la posibilidad de emitir factura. A continuación, se presenta la tabla 12, la cual incluye los rubros de los proveedores y su localización.

Proveedor	Dirección	Imagen con ruta de referencia
Material para impermeabilización	Calle: CUAUHEMOC No. 3747, Col. CENTRO, CP: 91700, 91700 Veracruz, Ver.	Imagen 27
Distribuidor de acero	P.º Ejército Mexicano Pte. Km 441, Francisco Villa, 91965 Veracruz, Ver.	Imagen 28
Material eléctrico	Av. Salvador Díaz Mirón 904, Centro, 91700 Veracruz, Ver.	Imagen 29
Ferretería	Av. Ignacio Allende 2671, Zona Centro, 91700 Veracruz, Ver.	Imagen 30
Material para tabla roca	Av Miguel Alemán 759, Centro, 91700 Veracruz, Ver.	Imagen 31
Pintura e insumos	Av. Rafael Arriola Molina 134, El Coyol, 91729 Veracruz, Ver.	Imagen 32
Tienda de materiales	C. J. B. Lobos 962, La Pochota, 91726 Veracruz, Ver.	Imagen 33

Tabla 12. Principales proveedores para los trabajos de mantenimiento.

A continuación, se ilustran las rutas que se identificaron para desplazarse del lugar de trabajo a las ubicaciones de los proveedores:

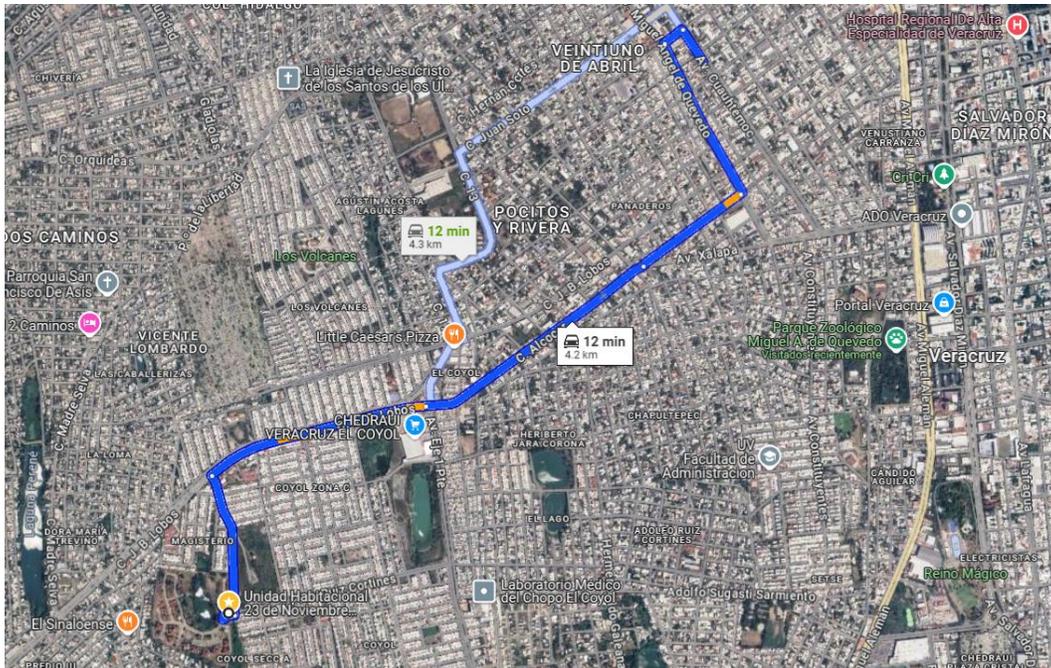


Imagen 27. Desplazamiento de la U.H. 23 de noviembre al proveedor de impermeabilizante.

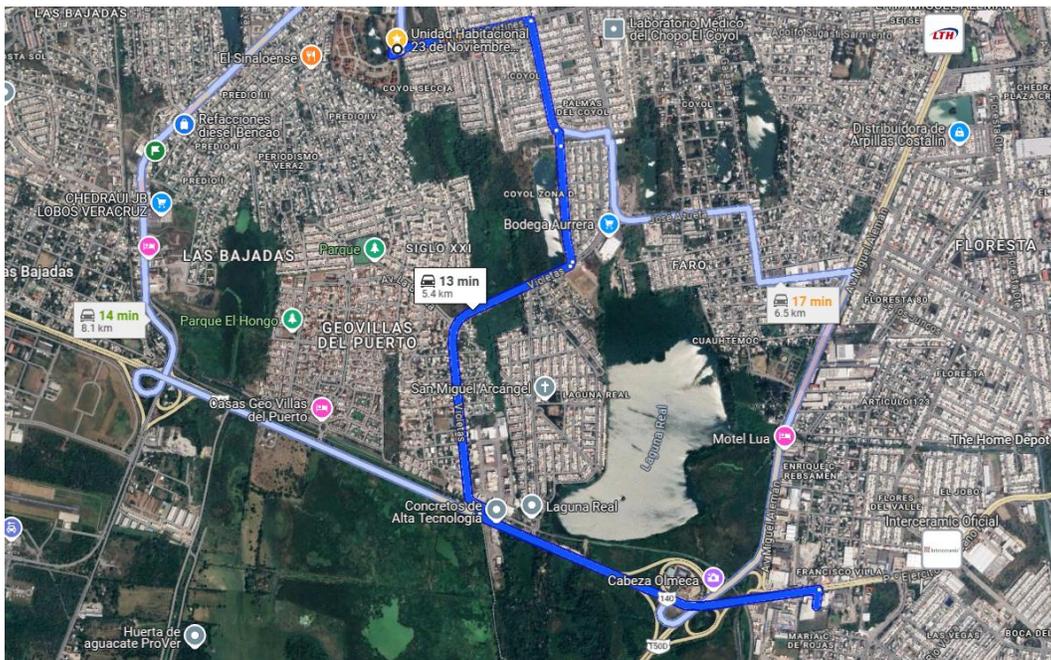


Imagen 28. Desplazamiento de la U.H. 23 de noviembre al distribuidor de acero.

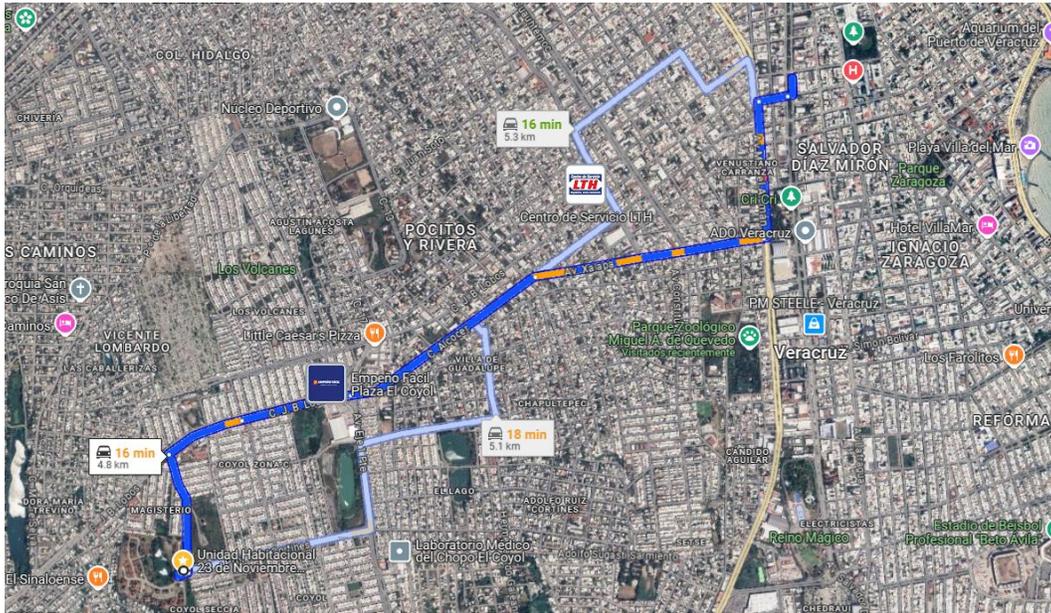


Imagen 29. Desplazamiento de la U.H. 23 de noviembre al proveedor de material eléctrico.

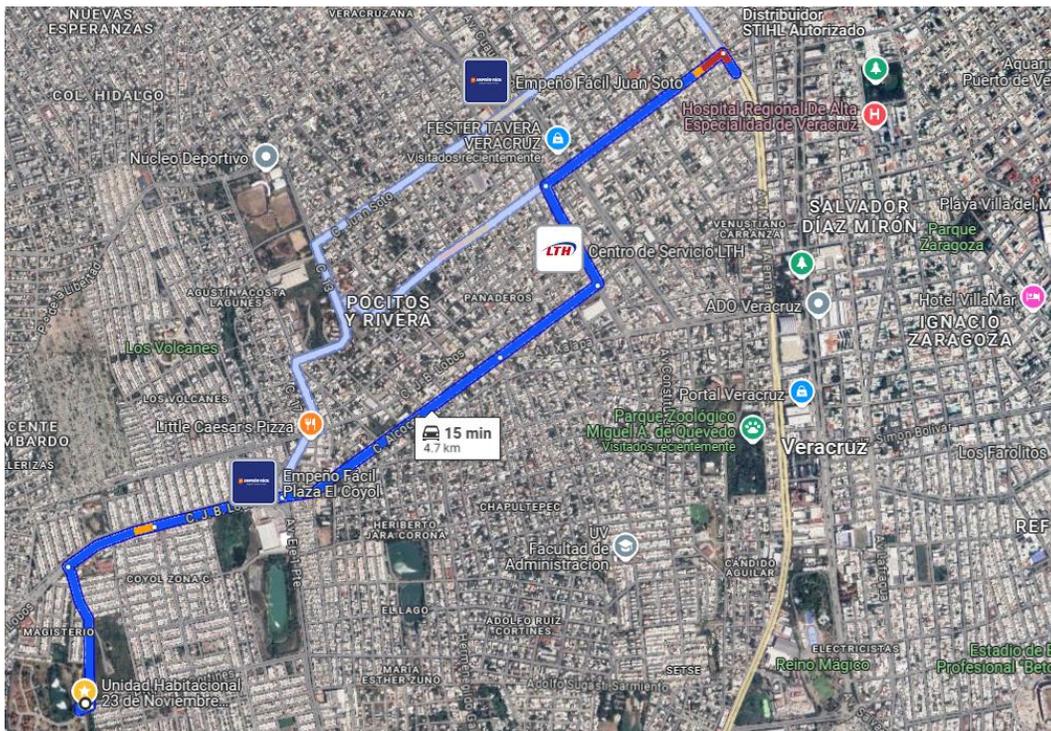


Imagen 30. Desplazamiento de la U.H. 23 de noviembre al proveedor ferretero.

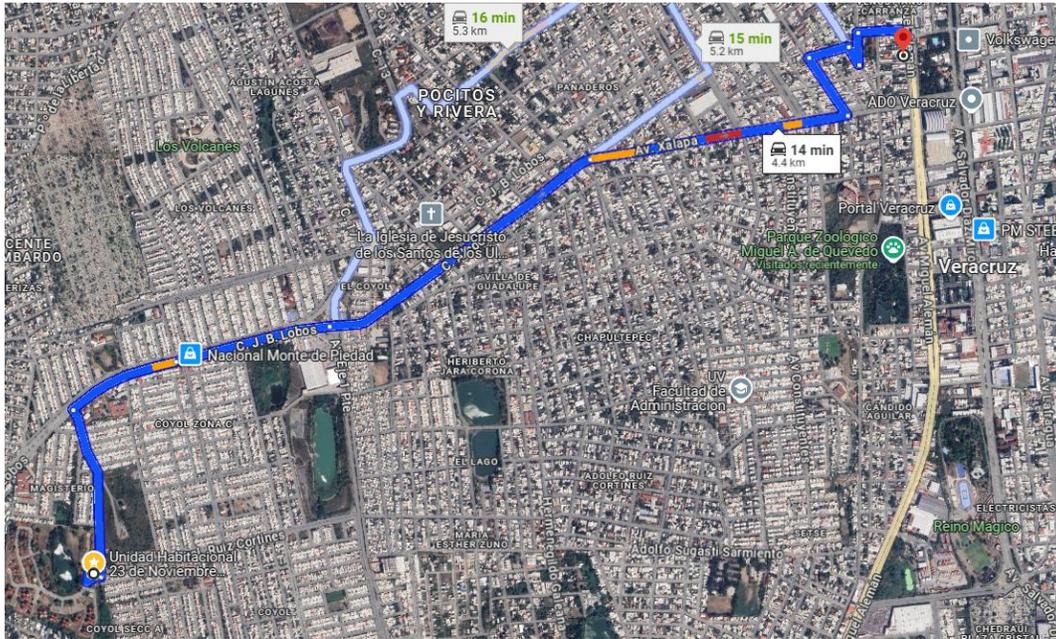


Imagen 31. Desplazamiento de la U.H. 23 de noviembre al proveedor de tabla roca.

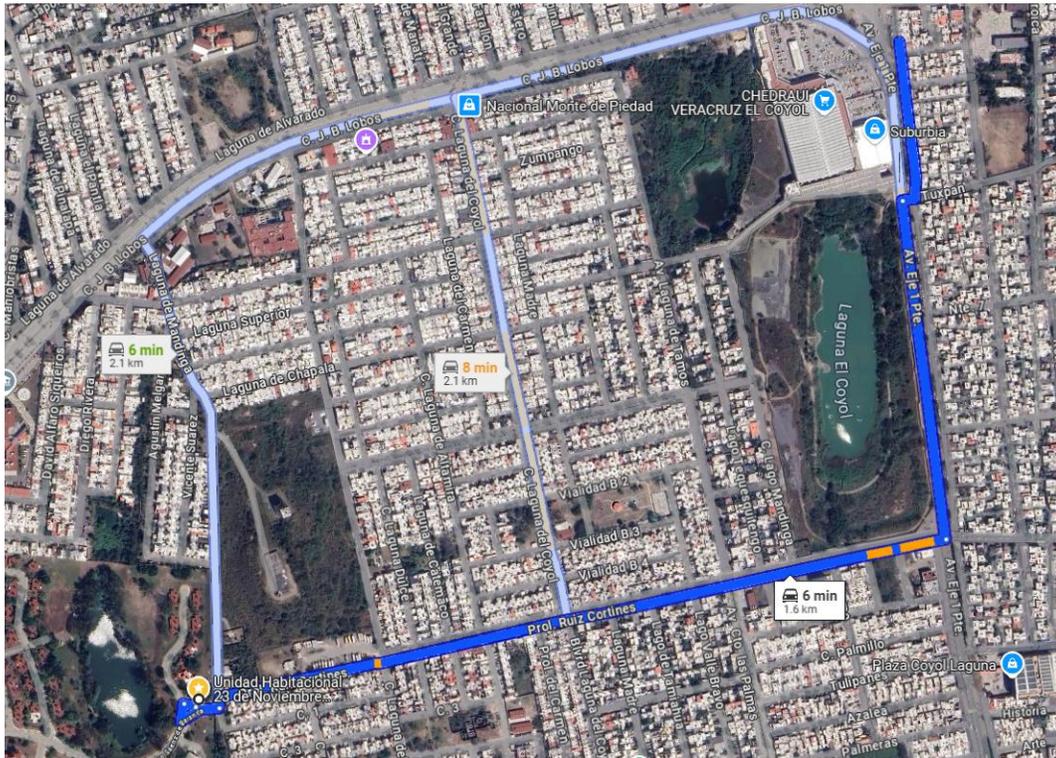


Imagen 32. Desplazamiento de la U.H. 23 de noviembre al proveedor de pintura.

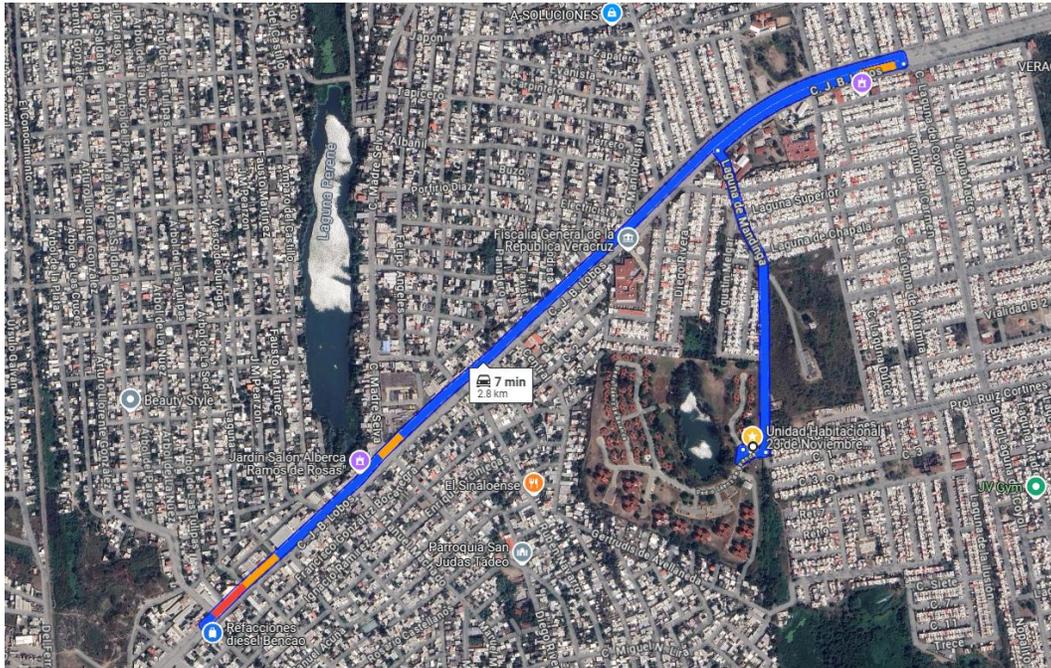


Imagen 33. Desplazamiento de la U.H. 23 de noviembre al proveedor de materiales.

Así también, se identificaron proveedores que no estaban localizados en Veracruz para los cuales, se hizo la solicitud de algún pedido para que ellos lo trasladaran al sitio de trabajo. Estos proveedores se presentan en la siguiente tabla:

Proveedor	Localización
Calentadores	Ciudad de México
Bombas hidráulicas	Ciudad de México
Suministro y colocación de tanques estacionarios, línea de alimentación y dispositivos complementarios.	Ciudad de México
Tinacos	Ciudad de México

Tabla 13. Proveedores no ubicados en Veracruz.

Se ubicó un proveedor con servicio de retiro de cascajo en camión para el desalojo del material producto de demolición o retiro de la capa vieja de impermeabilizante.

Dentro de los trabajos de planeación, también se contempló la solicitud a la Administración de Unidad la posibilidad de usar una de las casas desocupadas como oficinas de trabajo y un área para realizar trabajos de soldadura, pintura y albañilería sin perturbar a los habitantes.

La Administración le permitió utilizar a la Contratista la casa 71 y el espacio de pared verde situado justo enfrente de la vialidad para bodega y trabajos complementarios. A continuación, se ilustra la localización de la oficina y de la bodega dentro de la Unidad Habitacional:



Imagen 34. Ubicación de bodega y oficinas dentro del proyecto.

4.2.1.1. PLANEACIÓN FINANCIERA

El objetivo de la Contratista es ejecutar los trabajos con la calidad adecuada obteniendo la mayor utilidad posible, por lo que es necesario plantear metas a cumplir financieramente, cuidado bien las entradas y salidas de dinero de la empresa y dándole seguimiento durante la ejecución para garantizar el correcto flujo de efectivo, a esto se le denomina planeación financiera.

El capítulo actual “Planeación Financiera” consiste en una explicación progresiva de cómo calcular el presupuesto de una obra y cómo se comporta el dinero a lo largo del tiempo de la ejecución del proyecto, a fin de cuidar bien las entradas y salidas de efectivo, cuidando así llegar a la utilidad esperada. Es importante señalar que todos los montos se manejarán sin IVA, pues el impuesto se aplicará por facilidad al final de todo el cálculo.

Presupuesto de obra

Un presupuesto de obra es la suma de todos los montos que la Contratista cobrará por los trabajos ejecutados. Estos trabajos se agrupan por su afinidad en partidas, por ejemplo, en los edificios de la Unidad Habitacional se agruparons todas las actividades que corresponden a “acabados” en una misma partida:

PARTIDA	CONCEPTO
ACABADOS	IMPERMEABILIZACIÓN
ACABADOS	RESANADOR
ACABADOS	RETIRO DE PINTURA
ACABADOS	ESTUCO MUROS EXTERIORES
ACABADOS	PINTURA TANGERINA
ACABADOS	PINTURA BLANCA
ACABADOS	PINTURA ROJA
ACABADOS	REPARACIÓN COLUMNAS
ACABADOS	MUROS EXTERIORES

Tabla 14. Conceptos que integran la partida “ACABADOS” de los edificios.

A continuación, se presentan las partidas contempladas en el proyecto de mantenimiento:

Partida	Subpartida
Mantenimiento de edificios	Acabados
	Albañilería
	Instalaciones
	Cisterna y tanque
	Herrería
	Instalación eléctrica de la bomba
Mantenimiento de casa	Acabados
	Instalaciones
Mantenimiento en tienda	Acabados
Barda exterior	Barda

Tabla 15. Partidas del proyecto de mantenimiento.

Al momento de presentar el presupuesto al cliente, es de gran conveniencia hacer el resumen de los montos por partidas a fin de ver cómo se distribuye el dinero que se invertirá.

Para integrar los montos, se le tiene que asignar un precio a cobrar por unidad de obra de cada trabajo realizado (concepto de obra). Las unidades de obra son las que ocupan en la vida cotidiana: m, m², m³, pieza, etc.

Es importante aclarar, que para fines prácticos, se presentarán en las tablas breves descripciones del concepto al que se refiere y el rubro al que pertenece (edificios, casas, tienda y barda perimetral); aclarando que, en documentos oficiales: catálogos de conceptos, presupuestos, especificaciones, reportes, etc. se presentan los conceptos de la manera más detallada posible, ya que es la manera en la cuál todo profesionalista sin importar su ámbito (licenciado en derecho, contador, ingeniero, arquitecto, entre otros) puede revisar todas las especificaciones de manera clara y entendible. A continuación, se muestra un ejemplo de esta simplificación de conceptos:

RUBRO	PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO DETALLADO	CONCEPTO SIMPLIFICADO
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-001	Mantenimiento de impermeabilizante existente en losa de concreto a base de carpeta asfáltica, aplicación de sellador acrílico Acitrón, a dos manos y aplicación de impermeabilizante acrílico base agua Acitrón a 6 años, todo Mca. Fester. Incluye: Limpieza del área, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	IMPERMEABILIZACIÓN

Tabla 16. Simplificación en la descripción del concepto.

A continuación, se presentan los conceptos (aplicando la simplificación antes mencionada) que se contemplaron en el presupuesto y su unidad de medición básica de medición:

RUBRO	PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	UNIDAD
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	m ²
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m ²
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m ²
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES	m ²
	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	m ²
	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	m ²
	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	m ²
	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	m ²
	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXTERIORES	m ²
	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	pza
	INSTALACIONES	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	salida
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES	pza
	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS	pza
	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR	pza
	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO	pza
	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS	pza
	INSTALACIONES	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA	pza
	INSTALACIONES	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE	pza
	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	pza
	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	pza
	HERRERÍA	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA	pza
	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	pza
	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	pza
	HERRERÍA	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA	pza
	HERRERÍA	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA	pza
	BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA	pza
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	m ²
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m ²
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m ²
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m ²
	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	m ²
	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	m ²
	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	m ²
	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO	m ²
	ACABADOS	ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS	m ²
	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	pza
	INSTALACIONES	HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	salida
	INSTALACIONES	HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS	pza
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	pza
	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES	pza
TIENDA	ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA	m ²	

	ACA-012	PINTURA INTERNA	m ²
	ACA-013	PINTURA EXTERNA	m ²
	ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA	m ²
BARDA PERIMETRAL	BAR-01	CASTILLO	ml
	BAR-02	CADENA	ml
	BAR-03	MURO	m ²
	BAR-04	DEMOLICIÓN	m ²
	BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO	m ³

Tabla 17. Conceptos del proyecto de mantenimiento con sus respectivas unidades.

La tabla 17, presenta una lista de conceptos a los cuales se les debe designar un monto a cobrar, el cual debe ser cuidadosamente calculado, pues de no hacerlo representaría pérdidas para la empresa. Este monto por concepto se denomina Precio Unitario. En el siguiente apartado se describirá cómo calcular los precios unitarios del proyecto y posteriormente, cómo se ocuparán para integrar el presupuesto que se otorga al cliente.

Cálculo del precio unitario

Obteniendo la unidad básica de cobro (m, m², m³, pza. etc.), se puede determinar el precio unitario (PU). El precio unitario es la cantidad que se cobrará por unidad de obra y que se multiplicará por el volumen total del concepto realizado para obtener un monto total de cobro; un ejemplo práctico para el proyecto es: si la Contratista ejecutó 4,179 m² de impermeabilización en edificios y su precio unitario es de 410.37 \$/m², el monto total a cobrar será de \$1,714,936.23.

$$4,179 \text{ m}^2 * 410.37 \frac{\$}{\text{m}^2} = \$ 1,714,936.23$$

Operación 1. Cálculo del monto total por impermeabilización.

Por lo tanto, el presupuesto será el resultado de la suma de todas las cantidades de obra multiplicadas por su respectivo precio unitario.

Los precios unitarios están integrados por:

- Costos directos
- Costos Indirectos
- Financiamiento
- Utilidad

En los siguientes sub capítulos se describirá el cálculo de cada parte integral del Precio unitario.

Costos directos (CD)

El costo directo es la cantidad de dinero que la Contratista gasta directamente en obra para ejecutar un concepto. Los elementos que integran el costo directo se le denominan “recursos de la construcción”, los cuales son: materiales, mano de obra (MO), maquinaria y herramienta menor.

Un ejemplo práctico: para la realización del concepto de impermeabilización en los edificios se calculan los salarios de los trabajadores, los gastos de materiales y la herramienta necesaria.

Se contempla que los trabajos los realizará una cuadrilla integrada por un maestro y dos ayudantes que cobran \$510 y \$370 por jornada y que en conjunto tienen un rendimiento de 80 m² por jornada. El costo directo por mano de obra se obtiene dividiendo el salario diario entre el rendimiento, a continuación, se presenta el cálculo del CD por MO:

$$510 \frac{\$}{j} + 370 * 2 * \frac{\$}{j} = 1,250 \frac{\$}{j}$$

Operación 2. Sueldo diario para la cuadrilla de impermeabilización.

$$\frac{\text{salario diario}}{\text{rendimiento diario}} = \frac{1,250 \frac{\$}{j}}{80 \frac{m^2}{j}} = 15.63 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 3. Cálculo del costo directo por mano de obra de impermeabilización.

Por lo que el costo directo por mano de obra es de 15.63 \$/m².

Se procede a calcular el costo directo por material. El material que se ocupó para la impermeabilización fue sellador, malla e impermeabilizante.

La cubeta de sellador de 19 litros tuvo un costo de \$1,450.00 y un rendimiento de 4 litros por metro cuadrado.

La cubeta de impermeabilizante de 19 litros tuvo un costo de \$4,369.00 y un rendimiento de 1 litro por metro cuadrado.

La malla de 100 m tuvo un costo de \$4,990.44. con un ancho efectivo de 1 m.

Para efecto de cálculo, primero se determina el costo por litro y después se divide entre el rendimiento por litro. A continuación, se presentan los cálculos realizados:

$$\frac{1,450.00 \$}{19 l} = 76.32 \frac{\$}{l}$$

Operación 4. Costo por litro del sellador.

$$\frac{4,369.00 \$}{19 l} = 229.95 \frac{\$}{l}$$

Operación 5. Costo por litro del impermeabilizante.

$$\frac{4,990.44 \$}{100 m} = 49.94 \frac{\$}{m}$$

Operación 6. Costo por metro lineal de malla.

Dividiendo entre los rendimientos antes mencionados:

$$\frac{76.32 \frac{\$}{l}}{4 \frac{m^2}{l}} = 19.08 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 7. Costo por metro cuadrado de sellador.

$$\frac{229.95 \frac{\$}{l}}{1 \frac{m^2}{l}} = 229.95 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 8. Costo por metro cuadrado de impermeabilizante.

$$\frac{49.94 \frac{\$}{m}}{.95 \frac{m^2}{m}} = 52.57 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 9. Costo por metro cuadrado de malla.

Sumando

$$19.08 \frac{\$}{m^2} + 229.95 \frac{\$}{m^2} + 52.57 \frac{\$}{m^2} = 301.60 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 10. Cálculo del costo directo por material para impermeabilización.

Por lo que se considera el monto de 301.60 \$/m² como el costo directo por material.

Para el cálculo de la herramienta menor, se consideró que cada trabajador de la cuadrilla tendrá su rodillo con felpa y extensión. Se consideran los siguientes costos y rendimientos:

La felpa costó \$72.00 y será cambiada cada 100 m².

El maneral costó \$68.00 y será cambiado cada 200 m².

La extensión costó \$95.00 y será cambiado cada 300m³.

A continuación, se procede a calcular los costos por metro cuadrado, el cual se obtendrá dividiendo entre los “rendimientos” antes mencionados:

$$\frac{71.26 \$}{100 m^2} = 0.72 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 11. Costo por metro cuadrado por uso de felpas.

$$\frac{68.00 \$}{200 m^2} = 0.34 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 12. Costo por metro cuadra por uso de manerales.

$$\frac{95.00 \$}{300 m^2} = 0.32 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 13. Costo por metro cuadrado por uso de extensiones.

$$0.72 \frac{\$}{m^2} + 0.34 \frac{\$}{m^2} + 0.32 \frac{\$}{m^2} = 1.38 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 14. Cálculo del costo directo por herramienta menor para impermeabilización.

Obteniendo así un costo directo por herramienta menor de 1.38 pesos por metro cuadra.

Finalmente, se hace la suma de los costos por mano de obra, por material y por herramienta menor para obtener el CD.

$$CD = CD MO + CD MAT + CD MA$$

Ecuación 1. Cálculo del costo directo.

En donde:

CD: costo directo

CD MO: costo directo por mano de obra

CD MAT: costo directo por material

CD MA: costo directo por maquinaria y herramienta menor

$$CD_{impermeabilizante} = 15.63 \frac{\$}{m^2} + 301.60 \frac{\$}{m^2} + 1.38 \frac{\$}{m^2} = 318.61 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 15. Cálculo del costo directo de impermeabilización.

Obtenemos que, el costo directo por concepto de impermeabilización en los edificios es de 318.61 pesos por metro cuadrado. En el siguiente sub capítulo calcularemos el monto correspondiente a los costos indirectos.

Costos indirectos (CI)

Como se mencionó anteriormente, la integración del precio unitario contempla los costos indirectos. Estos son los que se presentan por la operación administrativa central (oficinas centrales) y de obra (oficinas en obra); contemplando sueldos, insumos, pagos de servicios, transportes, rentas, uniformes, etc. El método de cálculo de costo indirecto consiste en realizar una proyección de gastos anual (normalmente comparada con años anteriores), este valor se divide entre la metra de producción a costo directo en el año de todas las obras que se ejecutarán y multiplicando por cien, obteniendo así el porcentaje correspondiente. A continuación, se presenta un ejemplo para comprensión del lector con datos propuestos:

La Constructora EDIFICACIONES SUSTENTABLES (nombre ficticio) ejecutará en todo el año 3 obras: obra A en Monterrey, obra B en Ciudad de México y obra C en Veracruz, los cuales tienen los siguientes montos a costo directo:

Obra	Ubicación	Monto a costo directo
A	Monterrey	\$ 17,928,674.50
B	Ciudad de México	\$ 15,355,990.40
C	Veracruz	\$ 16,715,335.10

Tabla 18. Ejemplo para el cálculo del Costo indirecto

Si sumamos los montos de las tres obras que se realizarán en el año, obtenemos un monto de \$50,000,000.00. La Constructora tendrá un gasto total por administración de \$6,000,000.00 en todo el año (2024), dato obtenido tomando como apoyo los gastos que se realizaron en el 2023. Se procede a determinar el factor de costos indirectos utilizando la siguiente ecuación:

$$F_{CI} = \frac{\sum GASTOS ADMINISTRATIVOS}{\sum CD} 100$$

Ecuación 2. Cálculo del factor del costo indirecto.

En donde:

F_{CI}: factor de costo indirecto

CD: costos directos

$$F_{CI} = \frac{\$6,000,000.00}{\$50,000,000.00} 100 = 0.12 * 100 = 12\%$$

Operación 16. Cálculo del factor del costo indirecto.

Para el ejercicio presentado obtenemos un factor de 12% de costos indirectos. Este dato se acomodó a conveniencia para que sea el mismo que se utilizó en el proyecto real. Proseguimos con el ejemplo de la U.H. 23 de noviembre.

Para el caso particular del proyecto, se contempló un factor del 12%. A continuación, se muestra el ejemplo del concepto de impermeabilización:

$$CI = F_{CI} * CD$$

Ecuación 3. Cálculo del costo indirecto.

En donde:

CI: costo indirecto

F_{CI}: factor de costo indirecto

CD: costo directo

$$CI_{Impermeabilizante} = (12\%) * \left(318.61 \frac{\$}{m^2} \right) = 38.23 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 17. Cálculo del costo indirecto de impermeabilización.

Siguiendo con el procedimiento del cálculo del precio unitario, se necesita integrar un monto extra por financiamiento. Este corresponde a los créditos que la empresa solicita para llevar a cabo las actividades y debe de cobrarse al cliente para evitar pérdidas financieras. En el siguiente apartado se desarrollará mejor el tema, siguiendo los cálculos realizados para el proyecto de mantenimiento de la U.H. 23 de noviembre.

Cálculo del financiamiento

Procederemos a calcular el monto necesario por financiamiento utilizando como punto de partida los costos de producción de cada concepto (directos más indirectos) y utilizando una metodología del “flujo de efectivo”, en la cual se verán las entradas y salidas de dinero del proyecto, determinando en qué momentos no será suficiente cubrir los gastos.

A continuación, se presenta la tabla 19, la cual presenta los cálculos de los CD, CI, la multiplicación por los volúmenes de obra y la suma total a fin de obtener el monto total del gasto que hace la empresa para ejercer cada concepto:

RUBRO	PARTIDA	VOL DE OBRA	ABREVIATURA	CONCEPTO	UNIDAD	CD	CI	CD+CI	GASTO
EDIFICIOS	ACABADOS	4179.00	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	m2	\$ 318.61	\$ 38.23	\$ 356.84	\$ 1,491,248.90
EDIFICIOS	ACABADOS	320.00	ACA-002	RESANADOR	m2	\$ 133.43	\$ 16.01	\$ 149.44	\$ 47,821.91
EDIFICIOS	ACABADOS	417.00	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	\$ 30.93	\$ 3.71	\$ 34.64	\$ 14,446.33
EDIFICIOS	ACABADOS	3360.00	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES	m2	\$ 226.78	\$ 27.21	\$ 253.99	\$ 853,410.78
EDIFICIOS	ACABADOS	22400.00	ACA-005	PINTURA TANGERINA	m2	\$ 128.57	\$ 15.43	\$ 144.00	\$ 3,225,600.00
EDIFICIOS	ACABADOS	1549.00	ACA-006	PINTURA BLANCA	m2	\$ 120.59	\$ 14.47	\$ 135.06	\$ 209,209.29
EDIFICIOS	ACABADOS	2163.00	ACA-007	PINTURA ROJA	m2	\$ 120.59	\$ 14.47	\$ 135.06	\$ 292,136.66
EDIFICIOS	ACABADOS	50.00	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	m2	\$ 549.86	\$ 65.98	\$ 615.84	\$ 30,792.17
EDIFICIOS	ACABADOS	3857.09	ACA-009	MUROS EXTERIORES	m2	\$ 128.57	\$ 15.43	\$ 144.00	\$ 555,420.96
EDIFICIOS	ALBAÑILERÍA	30.00	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	PIEZA	\$ 1,567.19	\$ 188.06	\$ 1,755.25	\$ 52,657.57
EDIFICIOS	INSTALACIONES	20.00	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	SALIDA	\$ 10,806.29	\$ 1,296.75	\$ 12,103.04	\$ 242,060.87
EDIFICIOS	INSTALACIONES	40.00	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES	PZA	\$ 634.20	\$ 76.10	\$ 710.30	\$ 28,412.17
EDIFICIOS	INSTALACIONES	160.00	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS	PZA	\$ 601.68	\$ 72.20	\$ 673.88	\$ 107,820.52
EDIFICIOS	INSTALACIONES	160.00	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR	PZA	\$ 7,842.19	\$ 941.06	\$ 8,783.25	\$ 1,405,320.35
EDIFICIOS	INSTALACIONES	20.00	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO	PZA	\$ 16,000.39	\$ 1,920.05	\$ 17,920.43	\$ 358,408.70
EDIFICIOS	INSTALACIONES	10.00	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS	PZA	\$ 6,451.83	\$ 774.22	\$ 7,226.05	\$ 72,260.52
EDIFICIOS	INSTALACIONES	10.00	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA	PZA	\$ 6,700.44	\$ 804.05	\$ 7,504.50	\$ 75,044.96
EDIFICIOS	INSTALACIONES	10.00	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE	PZA	\$ 6,402.63	\$ 768.32	\$ 7,170.95	\$ 71,709.48
EDIFICIOS	INSTALACIONES	10.00	HID-03	BOMBA	PZA	\$ 6,235.61	\$ 748.27	\$ 6,983.89	\$ 69,838.87
EDIFICIOS	HERRERÍA	7.00	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	PZA	\$ 5,478.35	\$ 657.40	\$ 6,135.76	\$ 42,950.30
EDIFICIOS	HERRERÍA	13.00	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA	PZA	\$ 4,532.80	\$ 543.94	\$ 5,076.73	\$ 65,997.50
EDIFICIOS	HERRERÍA	10.00	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	PZA	\$ 3,502.52	\$ 420.30	\$ 3,922.82	\$ 39,228.17
EDIFICIOS	HERRERÍA	10.00	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	PZA	\$ 1,486.20	\$ 178.34	\$ 1,664.54	\$ 16,645.39
EDIFICIOS	HERRERÍA	10.00	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA	PZA	\$ 1,337.93	\$ 160.55	\$ 1,498.48	\$ 14,984.78
EDIFICIOS	HERRERÍA	10.00	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA	PZA	\$ 2,290.34	\$ 274.84	\$ 2,565.18	\$ 25,651.83
EDIFICIOS	BOMBA	10.00	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA	PZA	\$ 4,745.19	\$ 569.42	\$ 5,314.62	\$ 53,146.17
CASAS	ACABADOS	8249.00	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	m2	\$ 318.61	\$ 38.23	\$ 356.84	\$ 2,943,601.85
CASAS	ACABADOS	438.00	ACA-002	RESANADOR	m2	\$ 133.43	\$ 16.01	\$ 149.44	\$ 65,456.24

CASAS	ACABADOS	795.00	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	\$ 30.93	\$ 3.71	\$ 34.64	\$ 27,541.57
CASAS	ACABADOS	584.00	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2	\$ 226.78	\$ 27.21	\$ 253.99	\$ 148,330.92
CASAS	ACABADOS	6789.00	ACA-005	PINTURA TANGERINA	m2	\$ 128.57	\$ 15.43	\$ 144.00	\$ 977,616.00
CASAS	ACABADOS	2620.00	ACA-006	PINTUARA BLANCA	m2	\$ 162.43	\$ 19.49	\$ 181.92	\$ 476,634.96
CASAS	ACABADOS	1168.00	ACA-007	PINTURA ROJA	m2	\$ 120.59	\$ 14.47	\$ 135.06	\$ 157,751.10
CASAS	ACABADOS	1168.00	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO	m2	\$ 226.78	\$ 27.21	\$ 253.99	\$ 296,661.84
CASAS	ACABADOS	15.00	ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS	m2	\$ 549.86	\$ 65.98	\$ 615.84	\$ 9,237.65
CASAS	INSTALACIONES	73.00	HID-01	TINACO	PZA	\$ 4,316.92	\$ 518.03	\$ 4,834.95	\$ 352,951.19
CASAS	INSTALACIONES	73.00	HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	SALIDA	\$ 2,979.52	\$ 357.54	\$ 3,337.06	\$ 243,605.44
CASAS	INSTALACIONES	146.00	HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS	PZA	\$ 1,649.85	\$ 197.98	\$ 1,847.83	\$ 269,783.88
CASAS	INSTALACIONES	219.00	ELEC-01	LUMINARIAS	PZA	\$ 634.20	\$ 76.10	\$ 710.30	\$ 155,556.65
CASAS	INSTALACIONES	73.00	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES	PZA	\$ 7,842.19	\$ 941.06	\$ 8,783.25	\$ 641,177.41
TIENDA	TIENDA	128.00	ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA	m2	\$ 555.46	\$ 66.65	\$ 622.11	\$ 79,630.47
TIENDA	TIENDA	311.91	ACA-012	PINTURA INTERNA	m2	\$ 120.00	\$ 14.40	\$ 134.40	\$ 41,920.70
TIENDA	TIENDA	177.00	ACA-013	PINTURA EXTERNA	m2	\$ 128.57	\$ 15.43	\$ 144.00	\$ 25,488.00
TIENDA	TIENDA	188.00	ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA	m2	\$ 1,477.90	\$ 177.35	\$ 1,655.24	\$ 311,185.77
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	9.60	BAR-01	CASTILLO	ml	\$ 305.23	\$ 36.63	\$ 341.86	\$ 3,281.86
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	11.60	BAR-02	CADENA	ml	\$ 482.86	\$ 57.94	\$ 540.81	\$ 6,273.38
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	18.56	BAR-03	MURO	m2	\$ 410.59	\$ 49.27	\$ 459.86	\$ 8,535.02
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	18.56	BAR-04	DEMOLICIÓN	m2	\$ 352.00	\$ 42.24	\$ 394.23	\$ 7,317.00
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	15.00	BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO	m3	\$ 212.56	\$ 25.51	\$ 238.07	\$ 3,571.04

\$ 16,715,335.10

Tabla 19. Cálculo de montos de costo directo y costo indirecto.

El flujo de efectivo de un proyecto es la herramienta en la cual se contemplan las entradas y salidas de dinero en periodos determinados. Estos periodos se sincronizan por facilidad con las entregas de las estimaciones (semanalmente, quincenalmente, mensualmente) y son de gran importancia durante la planeación financiera, pues se aprecia el comportamiento de los gastos y se monitorea con el fin de evitar sobrecostos y alcanzar la utilidad deseada.

Una estimación de obra es un documento mediante el cual el contratista presenta al residente de obra, para su revisión y autorización, la relación de los trabajos ejecutados durante un periodo determinado, con base en los volúmenes realmente realizados y los precios unitarios del contrato. Las estimaciones están reguladas por el artículo 54 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas:

"Las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes. El contratista deberá presentarlas a la residencia de obra dentro de los seis días naturales siguientes a la fecha de corte para el pago de las estimaciones que hubiere fijado la dependencia o entidad en el contrato, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago; la residencia de obra para realizar la revisión y autorización de las estimaciones contará con un plazo no mayor de quince días naturales siguientes a su presentación." (LOPYSRM, 2021).

Para el caso específico de la U.H. 23 de noviembre, las estimaciones se entregaron con una periodicidad de 15 días. A continuación, se muestran los periodos de estimación y la fecha correspondiente de su entrega para revisión con Residencia:

Número de estimación	Periodo que comprende	Fecha de entrega
UNO	Martes 21 de mayo de 2024 al viernes 31 de mayo de 2024	Lunes 03 de junio de 2024
DOS	Sábado 01 de junio de 2024 al domingo 16 de junio de 2024	Lunes 17 de junio de 2024
TRES	Lunes 17 de junio de 2024 al domingo 30 de junio de 2024	Lunes 01 de julio de 2024
CUATRO	Lunes 01 de julio de 2024 al domingo 14 de julio de 2024	Lunes 15 de julio de 2024
CINCO	Lunes 15 de julio de 2024 al miércoles 31 de julio de 2024	Jueves 01 de agosto de 2024
SEIS	Jueves 01 de agosto de 2024 al miércoles 14 de agosto de 2024	Jueves 15 de agosto de 2024
SIETE	Jueves 15 de agosto de 2024 al sábado 31 de agosto de 2024	Lunes 02 de septiembre de 2024

OCHO	Domingo 01 de septiembre de 2024 al domingo 15 de septiembre de 2024	Martes 17 de septiembre de 2024
NUEVE	Lunes 16 de septiembre de 2024 al lunes 30 de septiembre de 2024	Martes 01 de octubre de 2024
DIEZ	Martes 01 de octubre de 2024 al lunes 14 de octubre de 2024	Martes 15 de octubre de 2024
ONCE	Martes 15 de octubre de 2024 al jueves 31 de octubre de 2024	Viernes 01 de noviembre de 2024
DOCE	Viernes 01 de noviembre de 2024 al viernes 15 de noviembre de 2023	Lunes 18 de noviembre de 2024

Tabla 20. Periodos de estimación.

El flujo de efectivo nos muestra cómo la Contratista cobrará diferentes montos durante los periodos de estimación de acuerdo con la cantidad de trabajos ejecutados. A su vez, el flujo de efectivo también mostrará las salidas de dinero por pagos realizados en los CO y CI y las deductivas que se harán por la amortización del anticipo que otorgó el cliente.

Es importante señalar que, sumado al financiamiento que busca la constructora mediante instituciones financieras, el cliente puede llegar a un acuerdo para otorgar un anticipo. Para el caso particular del proyecto de mantenimiento de la U.H. 23 de noviembre la Secretaría de Marina otorgó un anticipo del 30% del monto del contrato como incentivo para impulsar un rápido inicio de trabajos. El monto otorgado se devuelve a la institución con una deductiva que se denomina “amortización del anticipo”, que corresponde al 30% del monto a cobrar en cada periodo de estimación quincenal. A continuación, se calcula el monto del anticipo otorgado para el proyecto:

$$\text{Anticipo} = (30\%) * \text{Monto del proyecto}$$

$$\text{Anticipo} = (30\%) * (\$19,222,635.36) = \$5,766,790.61$$

Operación 18. Cálculo del monto del anticipo.

Las amortizaciones de cada estimación sumarán al final del proyecto, el monto de \$5,766,790.61 pues se estará descontando un pago que ya se realizó a la empresa.

En nuestro flujo de efectivo, el anticipo representa una entrada de dinero al sistema, posteriormente, en cada periodo se mostrarán las salidas (que corresponden a los gastos ejecutados) y las entradas (correspondientes a los pagos de las estimaciones); finalmente se hará la suma correspondiente a cada periodo y una suma acumulada, a fin de observar gráficamente el comportamiento del flujo de efectivo.

Para empezar con la metodología, se hará una proyección de los trabajos que se harán durante cada periodo de estimación de obra, nos ayudaremos de los datos obtenidos en el capítulo 4.2.3.2. Programa de obra que se presentarán más adelante, en el cual nos muestran los avances de obra por concepto con fechas de inicio y término. Si el volumen total de la ejecución programada de cada concepto lo distribuimos con cierto porcentaje a cada estimación, podemos multiplicarlo por el monto del gasto y proyectar cuáles serán las salidas de efectivo por periodo de estimación quincenal.

Pondremos de ejemplo el concepto de la impermeabilización de los edificios para la realización del cálculo. El cual, según el programa tendrá como fecha de inicio el martes 11 de junio de 2024 y como finalización el lunes 5 de agosto de 2024. Se contemplan 56 días de ejecución repartidos en los periodos de estimación dos, tres, cuatro y cinco. Se contemplan 13 días en el periodo dos, 14 días para el periodo tres, 14 días para el periodo cuatro y 15 días para el quinto periodo. A continuación, se determinan los porcentajes y se pone como ejemplo el concepto de impermeabilización de los edificios:

$$\text{Periodo 2} = \frac{13 \text{ días}}{56 \text{ días}} = 23.21 \%$$

Operación 19. Avance de impermeabilización durante el periodo 2 de estimación.

$$\text{Periodo 3} = \frac{14 \text{ días}}{56 \text{ días}} = 25.00 \%$$

Operación 20. Avance de impermeabilización durante el periodo 3 de estimación.

$$\text{Periodo 4} = \frac{14 \text{ días}}{56 \text{ días}} = 24.00 \%$$

Operación 21. Avance de impermeabilización durante el periodo 3 de estimación.

$$\text{Periodo 5} = \frac{15 \text{ días}}{56 \text{ días}} = 26.79\%$$

Operación 22. Avance de impermeabilización durante el periodo 4 de estimación.

A continuación, obtenemos los porcentajes ejecutados por periodo de estimación por concepto de obra que se muestran en la siguiente tabla. Por conveniencia, se ordenaron los conceptos por orden de ejecución:

RUBRO	PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	PROY EST 1	PROY EST 2	PROY EST 3	PROY EST 4	PROY EST 5	PROY EST 6	PROY EST 7	PROY EST 8	PROY EST 9	PROY EST 10	PROY EST 11	PROY EST 12
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	78.57%	21.43%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIENDA	TIENDA	ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA	78.57%	21.43%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-04	DEMOLICIÓN	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-03	MURO	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-01	CASTILLO	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-02	CADENA	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	57.14%	42.86%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	14.29%	57.14%	28.57%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	28.57%	71.43%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR	14.29%	57.14%	28.57%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA	28.57%	71.43%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE	28.57%	71.43%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	28.57%	71.43%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA	28.57%	71.43%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	57.14%	42.86%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	28.57%	71.43%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	-	23.21%	25.00%	25.00%	26.79%	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES	-	92.86%	7.14%	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TIENDA	TIENDA	ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA	-	100.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	-	10.71%	25.00%	25.00%	30.36%	8.93%	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	-	42.86%	57.14%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	-	42.86%	57.14%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIENDA	TIENDA	ACA-012	PINTURA INTERNA	-	85.71%	14.29%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIENDA	TIENDA	ACA-013	PINTURA EXTERNA	-	85.71%	14.29%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES	-	-	21.43%	50.00%	28.57%	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	-	-	42.86%	57.14%	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA	-	-	42.86%	57.14%	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	-	-	-	42.86%	57.14%	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJA ESCALERA	-	-	-	42.86%	57.14%	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJA ESCALERA	-	-	-	42.86%	57.14%	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	-	-	-	-	14.29%	85.71%	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO	-	-	-	-	14.29%	85.71%	-	-	-	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	-	-	-	-	5.71%	40.00%	48.57%	5.71%	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	-	-	-	-	-	16.07%	30.36%	26.79%	26.79%	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	-	-	-	-	-	64.29%	35.71%	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	-	-	-	-	-	64.29%	35.71%	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXTERIORES	-	-	-	-	-	100.00%	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO	-	-	-	-	-	64.29%	35.71%	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	-	-	-	-	-	14.29%	85.71%	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	-	-	-	-	-	14.29%	85.71%	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	-	-	-	-	-	14.29%	85.71%	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS	-	-	-	-	-	-	100.00%	-	-	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	-	-	-	-	-	-	-	61.90%	38.10%	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS	-	-	-	-	-	-	-	61.90%	38.10%	-	-	-

Tabla 21. Porcentajes ejecutados por concepto por periodo de estimación quincenal.

Estos porcentajes se multiplican por los datos obtenidos en la Tabla 19, obteniendo así el dato del costo por cada concepto durante cada periodo de estimación. A continuación, se presenta la tabla que nos muestra estos costos por periodo de estimación:

RUBRO	PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	PROY EST 1	PROY EST 2	PROY EST 3	PROY EST 4	PROY EST 5	PROY EST 6	PROY EST 7	PROY EST 8	PROY EST 9	PROY EST 10	PROY EST 11	PROY EST 12
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	\$ 30,792.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES	\$ 28,412.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS	\$ 107,820.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS	\$ 9,237.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	\$ 122,223.08	\$ 33,333.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIENDA	TIENDA	ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA	\$ 244,503.11	\$ 66,682.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-04	DEMOLICIÓN	\$ 7,317.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-03	MURO	\$ 8,535.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-01	CASTILLO	\$ 3,281.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-02	CADENA	\$ 6,273.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	\$ 27,326.81	\$ 20,495.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	\$ 2,063.76	\$ 8,255.05	\$ 4,127.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	\$ 69,160.25	\$ 172,900.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR	\$ 200,760.05	\$ 803,040.20	\$ 401,520.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA	\$ 21,441.42	\$ 53,603.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE	\$ 20,488.42	\$ 51,221.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	\$ 12,271.51	\$ 30,678.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA	\$ 18,856.43	\$ 47,141.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	\$ 37,403.57	\$ 28,052.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	\$ 7,869.02	\$ 19,672.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO	\$ 3,571.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	-	\$ 683,336.14	\$ 735,900.46	\$ 735,900.46	\$ 788,464.78	-	-	-	-	-	-	-

CASAS	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES	-	\$ 595,379.02	\$ 45,798.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIENDA	TIENDA	ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA	-	\$ 79,630.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	-	\$ 159,776.67	\$ 372,812.22	\$ 372,812.22	\$ 452,700.56	\$ 133,147.22	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	-	\$ 22,567.53	\$ 30,090.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	-	\$ 16,812.07	\$ 22,416.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIENDA	TIENDA	ACA-012	PINTURA INTERNA	-	\$ 35,932.03	\$ 5,988.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIENDA	TIENDA	ACA-013	PINTURA EXTERNA	-	\$ 21,846.86	\$ 3,641.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES	-	-	\$ 182,873.74	\$ 426,705.39	\$ 243,831.65	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	-	-	\$ 29,930.94	\$ 39,907.93	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA	-	-	\$ 22,776.93	\$ 30,369.24	-	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	-	-	-	\$ 7,133.74	\$ 9,511.65	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA	-	-	-	\$ 6,422.05	\$ 8,562.73	-	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA	-	-	-	\$ 10,993.64	\$ 14,658.19	-	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	-	-	-	-	\$ 21,190.13	\$ 127,140.79	-	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO	-	-	-	-	\$ 42,380.26	\$ 254,281.58	-	-	-	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	-	-	-	-	\$ 13,920.31	\$ 97,442.18	\$ 118,322.64	\$ 13,920.31	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	-	-	-	-	-	\$ 518,400.00	\$ 979,200.00	\$ 864,000.00	\$ 864,000.00	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	-	-	-	-	-	\$ 134,491.68	\$ 74,717.60	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	-	-	-	-	-	\$ 187,802.14	\$ 104,334.52	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXTERIORES	-	-	-	-	-	\$ 555,420.96	-	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO	-	-	-	-	-	\$ 230,405.59	\$ 128,003.11	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	-	-	-	-	-	\$ 139,659.43	\$ 837,956.57	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	-	-	-	-	-	\$ 68,090.71	\$ 408,544.25	-	-	-	-	-
CASAS	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	-	-	-	-	-	\$ 22,535.87	\$ 135,215.22	-	-	-	-	-
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS	-	-	-	-	-	-	\$ 72,260.52	-	-	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	-	-	-	-	-	-	-	\$ 218,493.59	\$ 134,457.60	-	-	-
CASAS	INSTALACIONES	HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS	-	-	-	-	-	-	-	\$ 167,009.07	\$ 102,774.81	-	-	-

Tabla 22. Montos ejecutados por concepto por periodo de estimación quincenal.

Estos costos se sumarán por periodo, obteniendo así los gastos que se generarán en cada periodo de estimación quincenal. A continuación, se presenta la tabla que muestra el gasto por periodo:

Periodo de estimación quincenal	GASTOS (CD + CI)
ESTIMACIÓN 1	\$ 989,608.25
ESTIMACIÓN 2	\$ 2,950,357.67
ESTIMACIÓN 3	\$ 1,857,876.26
ESTIMACIÓN 4	\$ 1,630,244.67
ESTIMACIÓN 5	\$ 1,595,220.27
ESTIMACIÓN 6	\$ 2,468,818.15
ESTIMACIÓN 7	\$ 2,858,554.44
ESTIMACIÓN 8	\$ 1,263,422.97
ESTIMACIÓN 9	\$ 1,101,232.41
ESTIMACIÓN 10	\$ -
ESTIMACIÓN 11	\$ -
ESTIMACIÓN 12	\$ -

Tabla 23. Gastos ejecutados por periodo de estimación quincenal.

Siguiendo con la metodología, hay que obtener los ingresos de efectivo en el sistema. Como se comentó anteriormente, el primer ingreso es el anticipo que otorga el cliente, el cual sirve como impulso para avanzar lo más rápido posible las actividades desde el comienzo de la obra. Los ingresos posteriores, serán los cobros de las estimaciones, sin embargo, es importante comentar que, en la práctica profesional, los pagos no se realizan de manera inmediata una vez presentada la estimación, ya sea por revisión, corrección, delegación a los órganos internos de control, aviso de pago, etc. Por lo que, para este proyecto en específico, se considera un desfase de tres periodos de estimación entre la presentación de esta a la Residencia y su respectivo pago. En la siguiente tabla se muestran los montos de la estimación contemplando los desfases y mostrando su equivalencia en porcentaje del monto total:

Periodo de estimación quincenal	Monto de la estimación	Porcentaje ejercido
ESTIMACIÓN 1	\$ -	
ESTIMACIÓN 2	\$ -	
ESTIMACIÓN 3	\$ -	
ESTIMACIÓN 4	\$ 989,608.25	5.92%
ESTIMACIÓN 5	\$ 2,950,357.67	17.65%
ESTIMACIÓN 6	\$ 1,857,876.26	11.11%
ESTIMACIÓN 7	\$ 1,630,244.67	9.75%
ESTIMACIÓN 8	\$ 1,595,220.27	9.54%
ESTIMACIÓN 9	\$ 2,468,818.15	14.77%
ESTIMACIÓN 10	\$ 2,858,554.44	17.10%
ESTIMACIÓN 11	\$ 1,263,422.97	7.56%
ESTIMACIÓN 12	\$ 1,101,232.41	6.59%
TOTAL	\$ 16,715,335.10	100%

Tabla 24. Gastos ejecutados por periodo con el desfase correspondiente.

Otro aspecto importante a considerar es que en cada monto de estimación de aplicará la deductiva correspondiente a la amortización del anticipo. Aprovecharemos el cálculo del porcentaje por estimación obtenido de la tabla anterior para obtener el monto correspondiente a amortizar. Recordando que el monto del anticipo otorgado fue de \$5,766,790.61, presentamos en la siguiente tabla las amortizaciones en base a esta cifra, multiplicando el porcentaje correspondiente a cada monto de estimación por el importe del anticipo:

Periodo de estimación quincenal	Anticipo	Monto de la estimación	Porcentaje ejercido	Amortización
ESTIMACIÓN 1	\$ 5,766,790.61	\$ -		\$ -
ESTIMACIÓN 2		\$ -		\$ -
ESTIMACIÓN 3		\$ -		\$ -
ESTIMACIÓN 4		\$ 989,608.25	5.92%	\$ 341,414.85
ESTIMACIÓN 5		\$ 2,950,357.67	17.65%	\$ 1,017,873.40
ESTIMACIÓN 6		\$ 1,857,876.26	11.11%	\$ 640,967.31
ESTIMACIÓN 7		\$ 1,630,244.67	9.75%	\$ 562,434.41
ESTIMACIÓN 8		\$ 1,595,220.27	9.54%	\$ 550,350.99
ESTIMACIÓN 9		\$ 2,468,818.15	14.77%	\$ 851,742.26
ESTIMACIÓN 10		\$ 2,858,554.44	17.10%	\$ 986,201.28
ESTIMACIÓN 11		\$ 1,263,422.97	7.56%	\$ 435,880.93
ESTIMACIÓN 12		\$ 1,101,232.41	6.59%	\$ 379,925.18

Tabla 25. Amortización de las estimaciones.

Podemos decir ahora, que el ingreso de efectivo del periodo será el monto de la estimación menos la amortización por anticipo, montos que se presentan en la siguiente tabla en la columna denominada “ingresos del periodo”, pues corresponden a las entradas de efectivo por periodo de estimación quincenal:

	Anticipo	Monto de la estimación	Amortización	Ingreso del periodo
ESTIMACIÓN 1	\$ 5,766,790.61	\$ -	\$ -	\$ 5,766,790.61
ESTIMACIÓN 2		\$ -	\$ -	\$ -
ESTIMACIÓN 3		\$ -	\$ -	\$ -
ESTIMACIÓN 4		\$ 989,608.25	\$ 341,414.85	\$ 648,193.40
ESTIMACIÓN 5		\$ 2,950,357.67	\$ 1,017,873.40	\$ 1,932,484.27
ESTIMACIÓN 6		\$ 1,857,876.26	\$ 640,967.31	\$ 1,216,908.95
ESTIMACIÓN 7		\$ 1,630,244.67	\$ 562,434.41	\$ 1,067,810.26
ESTIMACIÓN 8		\$ 1,595,220.27	\$ 550,350.99	\$ 1,044,869.28
ESTIMACIÓN 9		\$ 2,468,818.15	\$ 851,742.26	\$ 1,617,075.89
ESTIMACIÓN 10		\$ 2,858,554.44	\$ 986,201.28	\$ 1,872,353.16
ESTIMACIÓN 11		\$ 1,263,422.97	\$ 435,880.93	\$ 827,542.05
ESTIMACIÓN 12		\$ 1,101,232.41	\$ 379,925.18	\$ 721,307.23

Tabla 26. Ingresos del periodo.

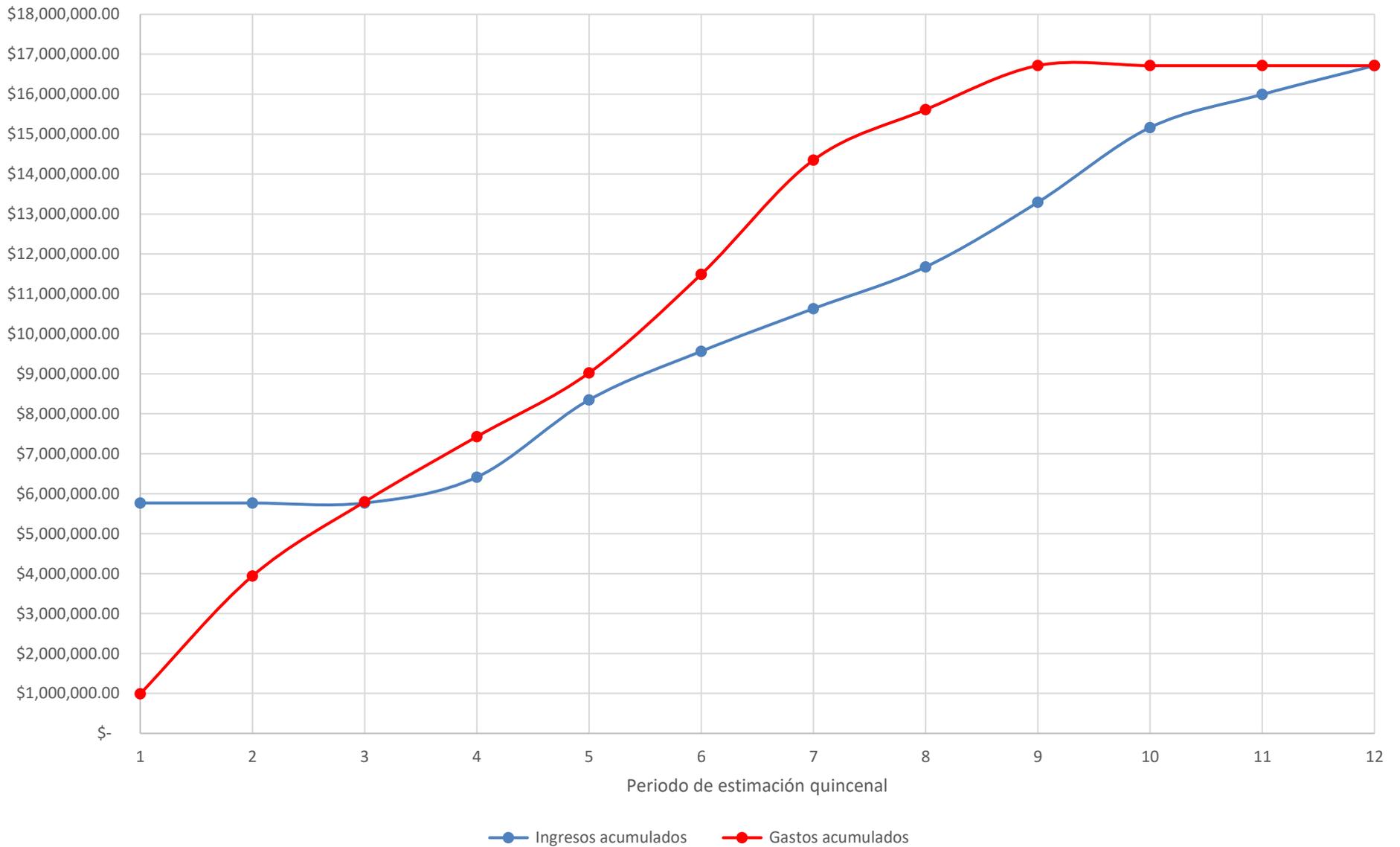
Ya obtenidos los gastos y los ingresos, podemos compararlos y calcular los montos acumulados por periodo, visualizando así el comportamiento de flujo de efectivo. Los datos se muestran en la siguiente tabla:

Periodo de estimación quincenal	Ingreso del periodo	Gastos del periodo	Ingresos acumulados	Gastos acumulados
ESTIMACIÓN 1	\$ 5,766,790.61	-\$ 989,608.25	\$ 5,766,790.61	-\$ 989,608.25
ESTIMACIÓN 2	\$ -	-\$ 2,950,357.67	\$ 5,766,790.61	-\$ 3,939,965.92
ESTIMACIÓN 3	\$ -	-\$ 1,857,876.26	\$ 5,766,790.61	-\$ 5,797,842.18
ESTIMACIÓN 4	\$ 648,193.40	-\$ 1,630,244.67	\$ 6,414,984.01	-\$ 7,428,086.86
ESTIMACIÓN 5	\$ 1,932,484.27	-\$ 1,595,220.27	\$ 8,347,468.29	-\$ 9,023,307.13
ESTIMACIÓN 6	\$ 1,216,908.95	-\$ 2,468,818.15	\$ 9,564,377.24	-\$ 11,492,125.28
ESTIMACIÓN 7	\$ 1,067,810.26	-\$ 2,858,554.44	\$ 10,632,187.50	-\$ 14,350,679.72
ESTIMACIÓN 8	\$ 1,044,869.28	-\$ 1,263,422.97	\$ 11,677,056.78	-\$ 15,614,102.69
ESTIMACIÓN 9	\$ 1,617,075.89	-\$ 1,101,232.41	\$ 13,294,132.67	-\$ 16,715,335.10
ESTIMACIÓN 10	\$ 1,872,353.16	\$ -	\$ 15,166,485.82	-\$ 16,715,335.10
ESTIMACIÓN 11	\$ 827,542.05	\$ -	\$ 15,994,027.87	-\$ 16,715,335.10
ESTIMACIÓN 12	\$ 721,307.23	\$ -	\$ 16,715,335.10	-\$ 16,715,335.10

Tabla 27. Ingresos y gastos acumulados por periodo de estimación quincenal.

Si graficamos los montos acumulados de los ingresos y los gastos, podemos encontrar cómo se comporta el flujo del dinero en el tiempo. A continuación, se muestra la gráfica 01, que en la que podemos visualizar dicho comportamiento, esta se denomina como “Proyección del financiamiento” ya que compara el avance físico representado por los montos de estimación, como el avance financiero representado por los cobros realizado por la empresa:

PROYECCIÓN DEL FINANCIAMIENTO



Gráfica 01. Proyección del financiamiento

Se puede apreciar a simple vista, que a partir de la cuarta estimación quincenal y hasta el término de obra, los gastos de operación son mayores que los ingresos. Esto implica la necesidad de solicitar un financiamiento para poder cubrir el monto necesario para ejecutar la obra (CD + CI), este financiamiento se aplicará al precio unitario a fin de cobrar al cliente el monto que cobrará la empresa que financiará el proyecto.

El monto a financiar corresponde a la resta del ingreso acumulado en el periodo N, menos el acumulado del gasto en el mismo periodo, si el monto es negativo implica la necesidad de un financiamiento. A continuación, ejemplificaremos lo ocurrido en el tercer periodo de estimación:

$$\text{Financiamiento}_{\text{Periodo } 3} = \text{Ingreso acumulado}_{\text{Periodo } 3} - \text{Gasto acumulado}_{\text{Periodo } 3}$$

$$\text{Financiamiento}_{\text{Periodo } 3} = \$ 5,766,790.61 - \$5,797,842.18 = -\$ 31,051.57$$

Operación 23. Cálculo del financiamiento por estimación quincenal.

El monto negativo que arroja el ejemplo realizado, implica la necesidad de recurrir al financiamiento durante el tercer periodo de estimación quincenal. Esta operación se repite para cada periodo, a fin de determinar los montos que solicitará la empresa a organizaciones crediticias.

Periodo de estimación quincenal	Ingresos acumulados	Gastos acumulados	Monto a financiar
ESTIMACIÓN 1	\$ 5,766,790.61	\$ 989,608.25	\$ -
ESTIMACIÓN 2	\$ 5,766,790.61	\$ 3,939,965.92	\$ -
ESTIMACIÓN 3	\$ 5,766,790.61	\$ 5,797,842.18	-\$ 31,051.57
ESTIMACIÓN 4	\$ 6,414,984.01	\$ 7,428,086.86	-\$ 1,013,102.84
ESTIMACIÓN 5	\$ 8,347,468.29	\$ 9,023,307.13	-\$ 675,838.84
ESTIMACIÓN 6	\$ 9,564,377.24	\$ 11,492,125.28	-\$ 1,927,748.04
ESTIMACIÓN 7	\$ 10,632,187.50	\$ 14,350,679.72	-\$ 3,718,492.22
ESTIMACIÓN 8	\$ 11,677,056.78	\$ 15,614,102.69	-\$ 3,937,045.91
ESTIMACIÓN 9	\$ 13,294,132.67	\$ 16,715,335.10	-\$ 3,421,202.43
ESTIMACIÓN 10	\$ 15,166,485.82	\$ 16,715,335.10	-\$ 1,548,849.27
ESTIMACIÓN 11	\$ 15,994,027.87	\$ 16,715,335.10	-\$ 721,307.23
ESTIMACIÓN 12	\$ 16,715,335.10	\$ 16,715,335.10	\$ -

Tabla 28. Montos a financiar por cada periodo de estimación quincenal.

De acuerdo a la tabla 28, obtenemos 9 montos a financiar en los periodos comprendidos del 3 al 11. Por cada monto solicitado, la empresa crediticia impondrá una comisión como ganancia que debemos determinar para integrarla al precio unitario. Tomaremos como tasa de interés anual la presentada por CETES durante el mes de junio de 2024 (mes en que se proyecta que se presentará por vez primera la necesidad de financiamiento).

Los Cetes (Certificados de la Tesorería de la Federación) son instrumentos de deuda bursátil emitidos por el Gobierno Federal, que son una forma de invertir tu dinero a cambio de un rendimiento. Es como si le prestáramos dinero al gobierno, que nos lo devolverá con una ganancia en un plazo determinado.

Esta tasa anual se dividirá entre 12 para transformarla a tasa mensual y al final, multiplicaremos este factor mensual por cada monto a financiar y obtendremos el interés del financiamiento. A continuación, se ejemplificará el interés calculado para el financiamiento del tercer periodo tomando como base la tasa de 11.40% presentada en junio de 2024.

$$tasa\ mensual = \frac{tasa\ anual}{12}$$

$$tasa\ mensual = \frac{11.40\%}{12} = 0.95\%$$

Operación 24. Cálculo de la tasa de financiamiento mensual.

Estableciendo así un interés del 0.95% de interés por el monto a solicitar.

$$Costo\ financiero_{Periodo\ 3} = Monto\ a\ financiar_{Periodo\ 3} * tasa\ de\ interés\ mensual$$

$$Costo\ financiero_{Periodo\ 3} = \$31,051.57 * 0.95\% = \$249.99$$

Operación 25. Cálculo del costo financiero por periodo de estimación quincenal.

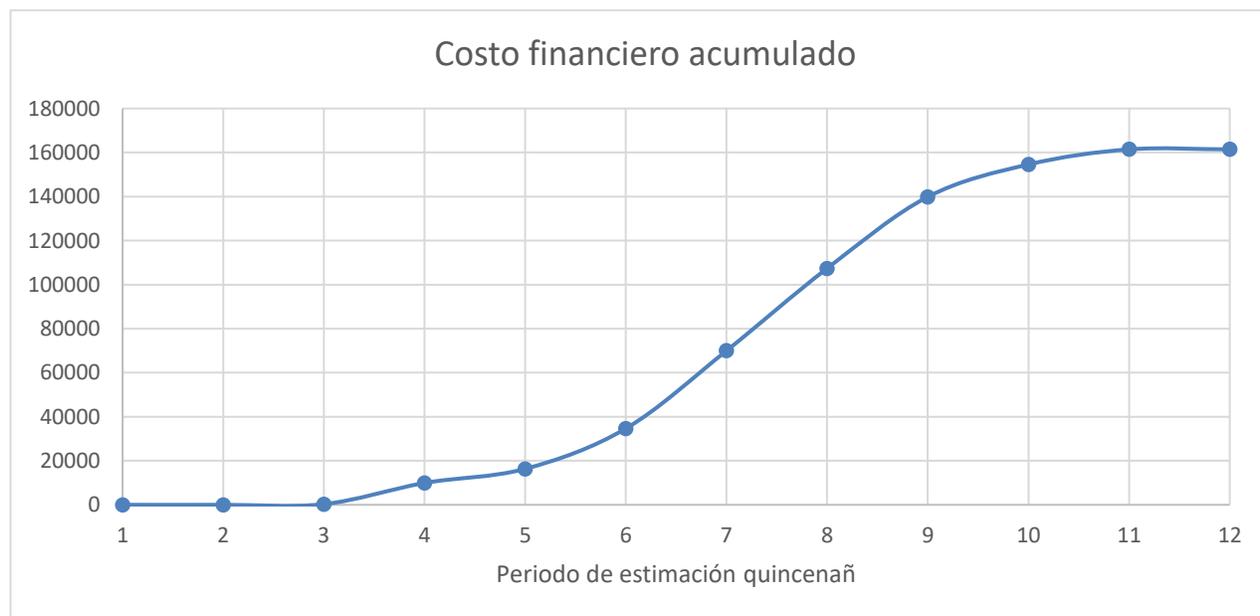
Encontramos que, el costo de financiar el tercer periodo de estimación quincenal será de \$249.99 mxn, monto que debe de integrarse al precio unitario para cobrar al cliente.

Se presenta en la tabla 29 el cálculo de los costos financieros de cada periodo:

Periodo de estimación quincenal	Financiamiento	Costo financiero	Costo financiero acumulado
ESTIMACIÓN 1	\$ 4,777,182.36		
ESTIMACIÓN 2	\$ 1,826,824.69		
ESTIMACIÓN 3	-\$ 31,051.57	-\$ 294.99	\$ 294.99
ESTIMACIÓN 4	-\$ 1,013,102.84	-\$ 9,624.48	\$ 9,919.47
ESTIMACIÓN 5	-\$ 675,838.84	-\$ 6,420.47	\$ 16,339.94
ESTIMACIÓN 6	-\$ 1,927,748.04	-\$ 18,313.61	\$ 34,653.54
ESTIMACIÓN 7	-\$ 3,718,492.22	-\$ 35,325.68	\$ 69,979.22
ESTIMACIÓN 8	-\$ 3,937,045.91	-\$ 37,401.94	\$ 107,381.15
ESTIMACIÓN 9	-\$ 3,421,202.43	-\$ 32,501.42	\$ 139,882.58
ESTIMACIÓN 10	-\$ 1,548,849.27	-\$ 14,714.07	\$ 154,596.65
ESTIMACIÓN 11	-\$ 721,307.23	-\$ 6,852.42	\$ 161,449.06
ESTIMACIÓN 12	\$ -		

Tabla 29. Costo financiero de cada periodo de estimación quincenal.

Se presenta también la gráfica 02, en la que se puede observar que el acumulado del costo financiero es inexistente en los primeros periodos, aumenta su velocidad a mediados de proyecto y para finales vuelve a tener una aceleración nula.



Gráfica 02. Costo financiero acumulado por periodo de estimación quincenal.

La suma de todos los intereses (costos financieros) nos da un total de \$161,449.06. Este monto debemos transformarlo a porcentaje para integrarlo al precio unitario. Para este cálculo, retomaremos el monto obtenido en la tabla 19 que corresponde a todo el gasto de operación a lo largo del proyecto (CD+CI), el cual es del \$16,715,335.10 y determinaremos el factor de financiamiento a partir de la siguiente operación:

$$F_{fi} = \frac{\Sigma \text{costos financieros}}{\text{Gastos de operacioes}} * 100 = \frac{\Sigma \text{ineterés de cada periodo}}{\Sigma (CD + CI)} * 100$$

Ecuación 4. Cálculo del porcentaje por financiamiento.

En donde:

F_{fi} : factor de financiamiento

CD: costo directo

CI: costo indirecto

$$F_{fi} = \frac{\$161,449.06}{\$16,715,335.10} * 100 = 0.97\%$$

Operación 26. Cálculo del factor de financiamiento.

Obtenemos que el factor por financiamiento es de 0.97%, podemos proceder con el ejercicio de la integración del precio unitario pausado en la página 94.

Tomando como ejemplo el concepto de impermeabilización de los edificios, integraremos el financiamiento a través de la siguiente ecuación:

$$C_{fi} = (CD + CI) * F_{fi}$$

Ecuación 5. Cálculo del costo por financiamiento.

En donde:

C_{fi} : costo por financiamiento

CD: costo directo

CI: costo indirecto

F_{fi} : facto de financiamiento

$$C_{fi \text{ impermeabilización}} = \left(318.61 \frac{\$}{m^2} + 38.23 \frac{\$}{m^2} \right) * 0.97\% = 356.84 * 0.97\% = 3.46 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 27. Cálculo del financiamiento por concepto de impermeabilización de edificios.

Obteniendo así un costo de \$3.46 por metro cuadrado, esto es un adicional generado por el interés del financiamiento de las instituciones crediticias.

Cálculo de la utilidad

El último factor para la integración del precio unitario, es la utilidad esperada de empresa por la realización de los trabajos. Este también se representa con un porcentaje, para este caso es aplicado a la suma de las motos de costos directos, indirecto y el financiamiento.

El cálculo de este porcentaje es variado, pues el principal factor a considerar es el mercado existente, el cual nos da los parámetros en donde se encontrará el tipo de obra que estamos ejecutando. Para un mantenimiento ligero en una unidad habitacional el porcentaje oscila entre el 10% y el 15%. Sin embargo, la posición de un inversionista o dueño de la empresa no siempre se determina en base a porcentajes, pues un bajo porcentaje de un monto relativamente “alto” es comparable con un alto porcentaje de un monto “bajo”. Pondremos un ejemplo para ilustrar esta situación:

La empresa EDIFICACIONES SUSTENTABLES (nombre ficticio) se encuentra en la posibilidad de participar en dos proyectos de construcción, con periodos de ejecución muy similares. Sin embargo, la empresa tiene la capacidad técnica y económica de utilizar a su personal disponible en una sola obra de manera inmediata, por lo que se debe hacer un análisis de cuál es el proyecto más conveniente.

Se calculó que para el proyecto “A” se invertiría un monto aproximado de \$400,000,000.00 (cuatrocientos millones de pesos) por costos de producción (CD+CI) más financiamiento, mientras que para el proyecto “B” se calculó un monto de \$20,000,000.00 (veinte millones de pesos) en costos de operación más financiamiento. De acuerdo con un estudio de mercado, se determinó que no se puede aplicar un porcentaje muy alto por financiamiento al proyecto “A”, pues elevaría mucho el monto del presupuesto, arriesgándose de ser rechazado por el cliente, por el contrario, el estudio determinó que para el proyecto “B” se podría considerar un porcentaje de utilidad más alto que el promedio del mercado, pues no hay mucha competencia en el ámbito.

El estudio determinó que para el proyecto “A” es posible aplicar un porcentaje del 2% de utilidad, mientras que para el proyecto “B” se podría incluir hasta un 20%. A continuación, se muestran las

operaciones necesarias para calcular los montos de utilidad y se presentan en una tabla a fin de comparar qué proyecto de inversión es conveniente para la empresa.

$$Utilidad = Monto\ del\ proyecto * Porcentaje\ de\ utilidad$$

Ecuación 6. Cálculo de la utilidad a partir de los porcentajes.

$$Utilidad_{proyecto\ A} = \$400,000,000.00 * 2\% = \$8,000,000.00$$

Operación 28. Cálculo de la utilidad del proyecto A.

$$Utilidad_{proyecto\ B} = \$20,000,000.00 * 20\% = \$4,000,000.00$$

Operación 29. Cálculo de la utilidad del proyecto B.

Obra de construcción	Monto de CD + CI + Financiamiento	Porcentaje de utilidad	Monto de la utilidad
Proyecto A	\$ 400,000,000.00	2%	\$ 8,000,000.00
Proyecto B	\$ 20,000,000.00	20%	\$ 4,000,000.00

Tabla 30. Ejemplo de la utilidad en proyectos de ingeniería.

Se puede apreciar que, aunque el porcentaje de utilidad del proyecto “A” sea menor, el monto obtenido es mayor que el del proyecto “B”.

El cuestionamiento es: ¿a qué obra debe destinar los recursos la empresa?

Como mencionamos anteriormente, la respuesta es variable, pues cualquiera pensaría que el proyecto “A” es más factible porque tendrá el monto de la utilidad más alto. Sin embargo, si la empresa aún no tiene la suficiente capacidad técnica para ejecutar una obra de cuatrocientos millones de pesos, es común que opte por destinar sus recursos a la ejecución del proyecto “B”.

Sumado a los cálculos para obtener la utilidad, es importante señalar la importancia de diferenciar entre una utilidad bruta y una utilidad neta, pues los ingresos de la empresa no son en su totalidad destinados a los dueños o inversionistas de las empresas, pues es necesario hacer el descuento por pago de intereses y por el reparto de utilidades que se realiza.

Si consideramos que la ley nos indica un pago del 35% de intereses de la empresa y un reparto de utilidades correspondiente al 10%, podemos decir que la ecuación para el cálculo de la utilidad neta sería la siguiente:

$$UB = 35\%UB + 10\%UB + UN$$

Ecuación 7. Integración de la utilidad bruta.

En donde:

UB: Utilidad buta

UN: utilidad neta

Realizando el despeje correspondiente:

$$UN = UB * (1 - 35\% - 10\%) = UB * (55\%)$$

Ecuación 8. Despeje de la utilidad neta a partir de la ecuación 7

Y si queremos calcular la utilidad bruta a partir de la utilidad neta:

$$UB = \frac{UN}{55\%}$$

Ecuación 9. Cálculo de la utilidad bruta a partir de la utilidad neta.

Bajo este parámetro, lo inversionistas determinarán si es factible o no destinar los fondos para la ejecución del proyecto.

Retomando el proyecto de mantenimiento de la U. H. 23 de noviembre concerniente al cálculo de la utilidad, podemos establecer algunos factores que nos indicarán el factor para integrar el precio unitario. Podemos decir que la empresa es pequeña, que ejerce 5 proyectos de ingeniería con montos que oscilan entre los 10 y los 20 millones de pesos con duraciones comprendidas entre los 4 y 9 meses.

Después del estudio de mercado realizado por expertos, se optó por participar en el proyecto buscando una utilidad de \$1,289,838.8305 al final del periodo, pues el mantenimiento ligero de una unidad habitacional no requiere de mucho esfuerzo si se compara con las otras obras que ejecuta la empresa al mismo tiempo.

Aplicando la fórmula del cálculo de la utilidad bruta calculad anteriormente, podemos decir:

$$UB = \frac{\$1,289,838.8305}{0.55} = \$2,345,161.51$$

Operación 30. Cálculo de la utilidad bruta del proyecto.

Recordando que anteriormente se calculo la cifra del monto total de gastos de operación, podemos sumarle el monto de financiamiento y dividir la utilidad entre estos montos para determinar un factor para el cálculo del precio unitario. A continuación, se muestra el procedimiento del cálculo:

$$FU = \frac{UB}{\text{Gastos de operación} + \text{Financiamiento}} * 100$$

Ecuación 10. Cálculo del factor de utilidad.

En donde:

UB: utilidad bruta

FU: factor de utilidad

$$FU = \frac{\$2,345,161.51}{\$16,715,335.10 + \$161,449.06} * 100 = 13.89\%$$

Operación 31. Cálculo del factor de utilidad.

Para el caso particular del mantenimiento de la U.H. 23 de noviembre, se determinó una utilidad del 13.89% y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$U = (CD + CI + C_{fi}) * F_u$$

Ecuación 11. Cálculo de la utilidad.

En donde:

U: utilidad esperada

CD: costo directo

CI: costo indirecto

C_{fi}: costo por financiamiento

F_u: factor de utilidad

Retomado el ejemplo del concepto de impermeabilización de los edificios, podemos sustituir los valores:

$$U_{\text{Impermeabilización}} = \left(318.61 \frac{\$}{m^2} + 38.23 \frac{\$}{m^2} + 3.46 \frac{\$}{m^2} \right) * 13.89\% = 50.07 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 32. Cálculo de la utilidad.

Determinando así que, por cada metro cuadrado de impermeabilizante colocado, la empresa ganará \$50.07 mxn.

Integración del precio unitario

Por último, se suman todos los factores ya calculados para obtener el precio unitario por concepto utilizando la siguiente ecuación:

$$PU = CD + CI + C_{fi} + U$$

Ecuación 12. Integración del precio unitario.

Cerrando el ejemplo del concepto de impermeabilización de edificios, procedemos a calcular su precio unitario:

$$PU_{impermeabilización} = 318.61 \frac{\$}{m^2} + 38.23 \frac{\$}{m^2} + 3.46 \frac{\$}{m^2} + 50.07 \frac{\$}{m^2} = 410.37 \frac{\$}{m^2}$$

Operación 33. Integración del precio unitario de impermeabilización de edificios.

Se determina que, el precio que se cobrará al cliente por unidad de obra terminada de impermeabilización de edificios será de \$410.37. Este monto es el Precio unitario del concepto y como observamos, contempla todos los gastos que realizará la constructora, a fin de evitar pérdidas. A continuación, se presenta la tabla 31, que presenta todos los datos de CD, CI, C_{fi} y U de los conceptos y la sumatoria correspondiente (PU):

RUBRO	PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	UNIDAD	CD	CI	C Fi	U	PU
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	m2	\$ 318.61	\$ 38.23	\$ 3.46	\$ 50.07	\$ 410.37
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m2	\$ 133.43	\$ 16.01	\$ 1.45	\$ 20.97	\$ 171.86
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	\$ 30.93	\$ 3.71	\$ 0.34	\$ 4.86	\$ 39.84
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES	m2	\$ 226.78	\$ 27.21	\$ 2.46	\$ 35.63	\$ 292.09
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	m2	\$ 128.57	\$ 15.43	\$ 1.40	\$ 20.20	\$ 165.60
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	m2	\$ 120.59	\$ 14.47	\$ 1.31	\$ 18.95	\$ 155.32
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	m2	\$ 120.59	\$ 14.47	\$ 1.31	\$ 18.95	\$ 155.32
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	m2	\$ 549.86	\$ 65.98	\$ 5.97	\$ 86.40	\$ 708.22
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXTERIORES	m2	\$ 128.57	\$ 15.43	\$ 1.40	\$ 20.20	\$ 165.60
EDIFICIOS	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	PIEZA	\$ 1,567.19	\$ 188.06	\$ 17.03	\$ 246.26	\$ 2,018.54
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	SALIDA	\$ 10,806.29	\$ 1,296.75	\$ 117.40	\$ 1,698.06	\$ 13,918.50
EDIFICIOS	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES	PZA	\$ 634.20	\$ 76.10	\$ 6.89	\$ 99.66	\$ 816.85
EDIFICIOS	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS	PZA	\$ 601.68	\$ 72.20	\$ 6.54	\$ 94.55	\$ 774.96
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR	PZA	\$ 7,842.19	\$ 941.06	\$ 85.20	\$ 1,232.29	\$ 10,100.74
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO	PZA	\$ 16,000.39	\$ 1,920.05	\$ 173.83	\$ 2,514.24	\$ 20,608.50
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS	PZA	\$ 6,451.83	\$ 774.22	\$ 70.09	\$ 1,013.82	\$ 8,309.96
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA	PZA	\$ 6,700.44	\$ 804.05	\$ 72.79	\$ 1,052.88	\$ 8,630.17
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE	PZA	\$ 6,402.63	\$ 768.32	\$ 69.56	\$ 1,006.08	\$ 8,246.59
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	PZA	\$ 6,235.61	\$ 748.27	\$ 67.74	\$ 979.84	\$ 8,031.47
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	PZA	\$ 5,478.35	\$ 657.40	\$ 59.52	\$ 860.85	\$ 7,056.12
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA	PZA	\$ 4,532.80	\$ 543.94	\$ 49.24	\$ 712.27	\$ 5,838.24
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	PZA	\$ 3,502.52	\$ 420.30	\$ 38.05	\$ 550.37	\$ 4,511.24
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	PZA	\$ 1,486.20	\$ 178.34	\$ 16.15	\$ 233.53	\$ 1,914.22
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA	PZA	\$ 1,337.93	\$ 160.55	\$ 14.54	\$ 210.24	\$ 1,723.25
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA	PZA	\$ 2,290.34	\$ 274.84	\$ 24.88	\$ 359.90	\$ 2,949.96
EDIFICIOS	BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA	PZA	\$ 4,745.19	\$ 569.42	\$ 51.55	\$ 745.64	\$ 6,111.81
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	m2	\$ 318.61	\$ 38.23	\$ 3.46	\$ 50.07	\$ 410.37
CASAS	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m2	\$ 133.43	\$ 16.01	\$ 1.45	\$ 20.97	\$ 171.86
CASAS	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	\$ 30.93	\$ 3.71	\$ 0.34	\$ 4.86	\$ 39.84
CASAS	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2	\$ 226.78	\$ 27.21	\$ 2.46	\$ 35.63	\$ 292.09
CASAS	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	m2	\$ 128.57	\$ 15.43	\$ 1.40	\$ 20.20	\$ 165.60
CASAS	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	m2	\$ 162.43	\$ 19.49	\$ 1.76	\$ 25.52	\$ 209.21
CASAS	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	m2	\$ 120.59	\$ 14.47	\$ 1.31	\$ 18.95	\$ 155.32
CASAS	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO	m2	\$ 226.78	\$ 27.21	\$ 2.46	\$ 35.63	\$ 292.09
CASAS	ACABADOS	ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS	m2	\$ 549.86	\$ 65.98	\$ 5.97	\$ 86.40	\$ 708.22
CASAS	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	PZA	\$ 4,316.92	\$ 518.03	\$ 46.90	\$ 678.34	\$ 5,560.19
CASAS	INSTALACIONES	HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	SALIDA	\$ 2,979.52	\$ 357.54	\$ 32.37	\$ 468.19	\$ 3,837.62

CASAS	INSTALACIONES	HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS	PZA	\$ 1,649.85	\$ 197.98	\$ 17.92	\$ 259.25	\$ 2,125.01
CASAS	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	PZA	\$ 634.20	\$ 76.10	\$ 6.89	\$ 99.66	\$ 816.85
CASAS	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES	PZA	\$ 7,842.19	\$ 941.06	\$ 85.20	\$ 1,232.29	\$ 10,100.74
TIENDA	TIENDA	ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA	m2	\$ 555.46	\$ 66.65	\$ 6.03	\$ 87.28	\$ 715.43
TIENDA	TIENDA	ACA-012	PINTURA INTERNA	m2	\$ 120.00	\$ 14.40	\$ 1.30	\$ 18.86	\$ 154.56
TIENDA	TIENDA	ACA-013	PINTURA EXTERNA	m2	\$ 128.57	\$ 15.43	\$ 1.40	\$ 20.20	\$ 165.60
TIENDA	TIENDA	ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA	m2	\$ 1,477.90	\$ 177.35	\$ 16.06	\$ 232.23	\$ 1,903.53
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-01	CASTILLO	ml	\$ 305.23	\$ 36.63	\$ 3.32	\$ 47.96	\$ 393.14
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-02	CADENA	ml	\$ 482.86	\$ 57.94	\$ 5.25	\$ 75.88	\$ 621.93
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-03	MURO	m2	\$ 410.59	\$ 49.27	\$ 4.46	\$ 64.52	\$ 528.84
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-04	DEMOLICIÓN	m2	\$ 352.00	\$ 42.24	\$ 3.82	\$ 55.31	\$ 453.37
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO	m3	\$ 212.56	\$ 25.51	\$ 2.31	\$ 33.40	\$ 273.78

Tabla 31. Integración de los precios unitarios.

Podemos señalar que, la suma de las utilidades proyectadas nos arroja un monto de \$2,345,161.51, esta será la utilidad buscada por la empresa y las actividades de supervisión y control de obra que se describirán más adelante se enfocarán en lograr esta meta.

Presupuesto del proyecto

Los precios unitarios obtenidos en la tabla 31, corresponden a los montos a cobrar que faltaban en la tabla 19, los cuales se complementan a continuación:

RUBRO	PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE DEL CONTRATO
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	m2	4179.00	\$ 1,714,936.23
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m2	320.00	\$ 54,995.20
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	417.00	\$ 16,613.28
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES	m2	3360.00	\$ 981,422.40
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	m2	22400.00	\$ 3,709,440.00
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	m2	1549.00	\$ 240,590.68
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	m2	2163.00	\$ 335,957.16
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	m2	50.00	\$ 35,411.00
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXTERIORES	m2	3857.09	\$ 638,734.10
EDIFICIOS	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	PIEZA	30.00	\$ 60,556.20
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	SALIDA	20.00	\$ 278,370.00
EDIFICIOS	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES	PZA	40.00	\$ 32,674.00
EDIFICIOS	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS	PZA	160.00	\$ 123,993.60
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR	PZA	160.00	\$ 1,616,118.40
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO	PZA	20.00	\$ 412,170.00
EDIFICIOS	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS	PZA	10.00	\$ 83,099.60
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA	PZA	10.00	\$ 86,301.70
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE	PZA	10.00	\$ 82,465.90
EDIFICIOS	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	PZA	10.00	\$ 80,314.70
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	PZA	7.00	\$ 49,392.84
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA	PZA	13.00	\$ 75,897.12
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	PZA	10.00	\$ 45,112.40
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	PZA	10.00	\$ 19,142.20
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA	PZA	10.00	\$ 17,232.50
EDIFICIOS	HERRERÍA	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA	PZA	10.00	\$ 29,499.60
EDIFICIOS	BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA	PZA	10.00	\$ 61,118.10
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	m2	8249.00	\$ 3,385,142.13

CASAS	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m2	438.00	\$ 75,274.68
CASAS	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	795.00	\$ 31,672.80
CASAS	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2	584.00	\$ 170,580.56
CASAS	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	m2	6789.00	\$ 1,124,258.40
CASAS	ACABADOS	ACA-006	PINTUARA BLANCA	m2	2620.00	\$ 548,130.20
CASAS	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	m2	1168.00	\$ 181,413.76
CASAS	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO	m2	1168.00	\$ 341,161.12
CASAS	ACABADOS	ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS	m2	15.00	\$ 10,623.30
CASAS	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	PZA	73.00	\$ 405,893.87
CASAS	INSTALACIONES	HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	SALIDA	73.00	\$ 280,146.26
CASAS	INSTALACIONES	HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS	PZA	146.00	\$ 310,251.46
CASAS	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	PZA	219.00	\$ 178,890.15
CASAS	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES	PZA	73.00	\$ 737,354.02
TIENDA	TIENDA	ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA	m2	128.00	\$ 91,575.04
TIENDA	TIENDA	ACA-012	PINTURA INTERNA	m2	311.91	\$ 48,208.81
TIENDA	TIENDA	ACA-013	PINTURA EXTERNA	m2	177.00	\$ 29,311.20
TIENDA	TIENDA	ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA	m2	188.00	\$ 357,863.64
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-01	CASTILLO	ml	9.60	\$ 3,774.14
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-02	CADENA	ml	11.60	\$ 7,214.39
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-03	MURO	m2	18.56	\$ 9,815.27
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-04	DEMOLICIÓN	m2	18.56	\$ 8,414.55
BARDA PERIMETRAL	BARDA PERIMETRAL	BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO	m3	15.00	\$ 4,106.70

Tabla 32. Importe por concepto.

El presupuesto de un proyecto, es la cantidad que la Constructora presenta como importe de un contrato al cliente por los servicios realizados, en este caso, por el mantenimiento de la Unidad Habitacional. Al firmar el contrato de obra, la contratista está obligada a cumplir con las actividades del proyecto en el tiempo estipulado, a su vez, el cliente a través de un residente está obligado a supervisar dichas actividades y autorizar los pagos cuando estas se concluyan de manera adecuada.

Se determina que el presupuesto de la obra será de \$19,222,635.32. Este monto corresponde a un sub- total, pues la cantidad final del contrato incluirá el cobro del IVA y del importe denominado 5 al millar.

El IVA (Impuesto al Valor Agregado) es un impuesto indirecto al consumo que se aplica al valor añadido en cada etapa de la producción y comercialización de un bien o servicio. Es decir, lo paga el consumidor final, pero lo recaudan las empresas que venden productos o prestan servicios, y luego

lo entregan al Estado. Se utiliza para pagar educación, salud, seguridad, infraestructura, subsidios, etc. y en México corresponde al 16% de monto del subtotal de cada transacción.

El pago de 5 al millar, corresponde a un pago de derechos. En México, un pago de derechos es un tipo de contribución que los ciudadanos o empresas hacen al Estado por el uso o aprovechamiento de bienes, servicios o funciones públicas que presta el gobierno. A diferencia de los impuestos (como el IVA), los derechos se pagan a cambio de un servicio específico. La Secretaría de Marina establece mediante su manual “Políticas, Bases y Lineamientos en Materia de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas de la Secretaría de Marina” la obligatoriedad de este pago para los proveedores que ejecuten obras dentro de su jurisdicción y que el cobro será realizado por la Dirección General de Obras (DIGAOB):

“La DIGAOB, será la encargada de retener al contratista el derecho por el servicio de vigilancia, inspección y control que las leyes de la materia encomiendan a la SFP [Secretaría de la Función Pública], equivalente al cinco al millar sobre el importe de cada una de las estimaciones de trabajo, de conformidad con lo establecido en el artículo 191 de la Ley Federal de Derechos. y de tramitar su pago a la SFP.” (SEMAR, 2023).⁵⁶

A continuación, basándonos en las fuentes antes citadas, calcularemos los montos correspondientes para integrarlos al monto total del proyecto:

$$IVA = (Sub - total) * 16\%$$

Ecuación 13. Cálculo del IVA.

$$IVA = \$19,222,635.36 * 16\% = \$3,075,621.66$$

Operación 34. Cálculo del IVA.

$$Importe 5 al millar = Sub - total * 0.5 \%$$

Ecuación 14. Cálculo del monto de 5 al millar.

$$Importe al millar = \$19,222,635.36 * 0.5\% = \$96,113.18$$

Operación 35. Cálculo del monto de 5 al millar.

El importe final del contrato, será la suma del presupuesto más los impuestos calculados. El cálculo se muestra a continuación:

$$Total = \$19,222,635.36 + \$3,075,621.66 + \$96,113.18 = \mathbf{\$22,394,370.20}$$

Operación 36. Cálculo del monto total de contrato

Finalmente, se muestra a continuación, la distribución de los cobros de las estimaciones obtenidos en la tabla 32, con los montos calculados a precio unitario. Esta tabla se denomina, avance físico proyectado, pues no arroja los montos que se planearán ejecutar a lo largo del proyecto y servirá como comparación contra el avance físico real, se ilustra también la gráfica 03 para entender mejor el comportamiento.

CONCEPTO	ESTIMACIÓN 1	ESTIMACIÓN 2	ESTIMACIÓN 3	ESTIMACIÓN 4	ESTIMACIÓN 5	ESTIMACIÓN 6	ESTIMACIÓN 7	ESTIMACIÓN 8	ESTIMACIÓN 9	ESTIMACIÓN 10	ESTIMACIÓN 11	ESTIMACIÓN 12
ACA-001	\$ -	\$ 183,743.17	\$ 428,734.06	\$ 428,734.06	\$ 520,605.64	\$ 153,119.31	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-002	\$ 31,425.83	\$ 23,569.37	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-003	\$ 2,373.33	\$ 9,493.30	\$ 4,746.65	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-004	\$ -	\$ -	\$ 210,304.80	\$ 490,711.20	\$ 280,406.40	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-005	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 596,160.00	\$ 1,126,080.00	\$ 993,600.00	\$ 993,600.00	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-006	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 154,665.44	\$ 85,925.24	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-007	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 215,972.46	\$ 119,984.70	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-008	\$ 35,411.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-009	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 638,734.10	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ALB-001	\$ -	\$ 25,952.66	\$ 34,603.54	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HID-00	\$ 79,534.29	\$ 198,835.71	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ELEC-01	\$ 32,674.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ELEC-02	\$ 123,993.60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GAS-01	\$ 230,874.06	\$ 923,496.23	\$ 461,748.11	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GAS-02	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 264,966.43	\$ 147,203.57	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GAS-03	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 83,099.60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HID-01	\$ 24,657.63	\$ 61,644.07	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HID-02	\$ 23,561.69	\$ 58,904.21	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HID-03	\$ -	\$ -	\$ 34,420.59	\$ 45,894.11	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HERR-01	\$ 14,112.24	\$ 35,280.60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HERR-02	\$ 21,684.89	\$ 54,212.23	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HERR-03	\$ -	\$ 19,333.89	\$ 25,778.51	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HERR-04	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8,203.80	\$ 10,938.40	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HERR-05	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7,385.36	\$ 9,847.14	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HERR-06	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12,642.69	\$ 16,856.91	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ELEC-03	\$ -	\$ -	\$ 26,193.47	\$ 34,924.63	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL EDIFICIOS	\$ 620,302.54	\$ 1,594,465.44	\$ 1,226,529.74	\$ 1,028,495.84	\$ 838,654.50	\$ 2,023,617.74	\$ 1,562,293.11	\$ 993,600.00	\$ 993,600.00	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-001	\$ -	\$ 785,836.57	\$ 846,285.53	\$ 846,285.53	\$ 906,734.50	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-002	\$ 43,014.10	\$ 32,260.58	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-003	\$ 9,049.37	\$ 22,623.43	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-004	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 24,368.65	\$ 146,211.91	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-005	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 160,608.34	\$ 963,650.06	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-006	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 78,304.31	\$ 469,825.89	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-007	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 25,916.25	\$ 155,497.51	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-008	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 48,737.30	\$ 292,423.82	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-009	\$ 10,623.30	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HID-01	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 251,267.63	\$ 154,626.24	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
HID-02	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16,008.36	\$ 112,058.50	\$ 136,071.04	\$ 16,008.36	\$ -	\$ -	\$ -
HID-03	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 192,060.43	\$ 118,191.03	\$ -	\$ -	\$ -
ELEC-01	\$ 140,556.55	\$ 38,333.60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GAS-01	\$ -	\$ 684,685.88	\$ 52,668.14	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL CASAS	\$ 203,243.32	\$ 1,563,740.05	\$ 898,953.68	\$ 846,285.53	\$ 995,848.81	\$ 815,523.14	\$ 1,725,044.49	\$ 459,336.42	\$ 272,817.27	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-011	\$ -	\$ 91,575.04	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-012	\$ -	\$ 41,321.84	\$ 6,886.97	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-013	\$ -	\$ 25,123.89	\$ 4,187.31	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
ACA-014	\$ 281,178.57	\$ 76,685.07	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL TIENDA	\$ 281,178.57	\$ 234,705.83	\$ 11,074.29	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
BAR-01	\$ 3,774.14	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
BAR-02	\$ 7,214.39	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
BAR-03	\$ 9,815.27	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
BAR-04	\$ 8,414.55	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
BAR-05	\$ 4,106.70	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL BARDA	\$ 33,325.05	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
MONTO DE LA ESTIMACIÓN	\$ 1,138,049.49	\$ 3,392,911.32	\$ 2,136,557.70	\$ 1,874,781.38	\$ 1,834,503.31	\$ 2,839,140.87	\$ 3,287,337.61	\$ 1,452,936.42	\$ 1,266,417.27	\$ -	\$ -	\$ -
ACUMULADO	\$ 1,138,049.49	\$ 4,530,960.81	\$ 6,667,518.51	\$ 8,542,299.89	\$ 10,376,803.19	\$ 13,215,944.07	\$ 16,503,281.68	\$ 17,956,218.09	\$ 19,222,635.36	\$ 19,222,635.36	\$ 19,222,635.36	\$ 19,222,635.36
PORCENTAJE	5.92%	17.65%	11.11%	9.75%	9.54%	14.77%	17.10%	7.56%	6.59%	0.00%	0.00%	0.00%
ACUMULADO	5.92%	23.57%	34.69%	44.44%	53.98%	68.75%	85.85%	93.41%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabla 33. Proyección de los montos de estimación a lo largo del proyecto.

AVANCE FÍSICO PROGRAMADO DEL PROYECTO

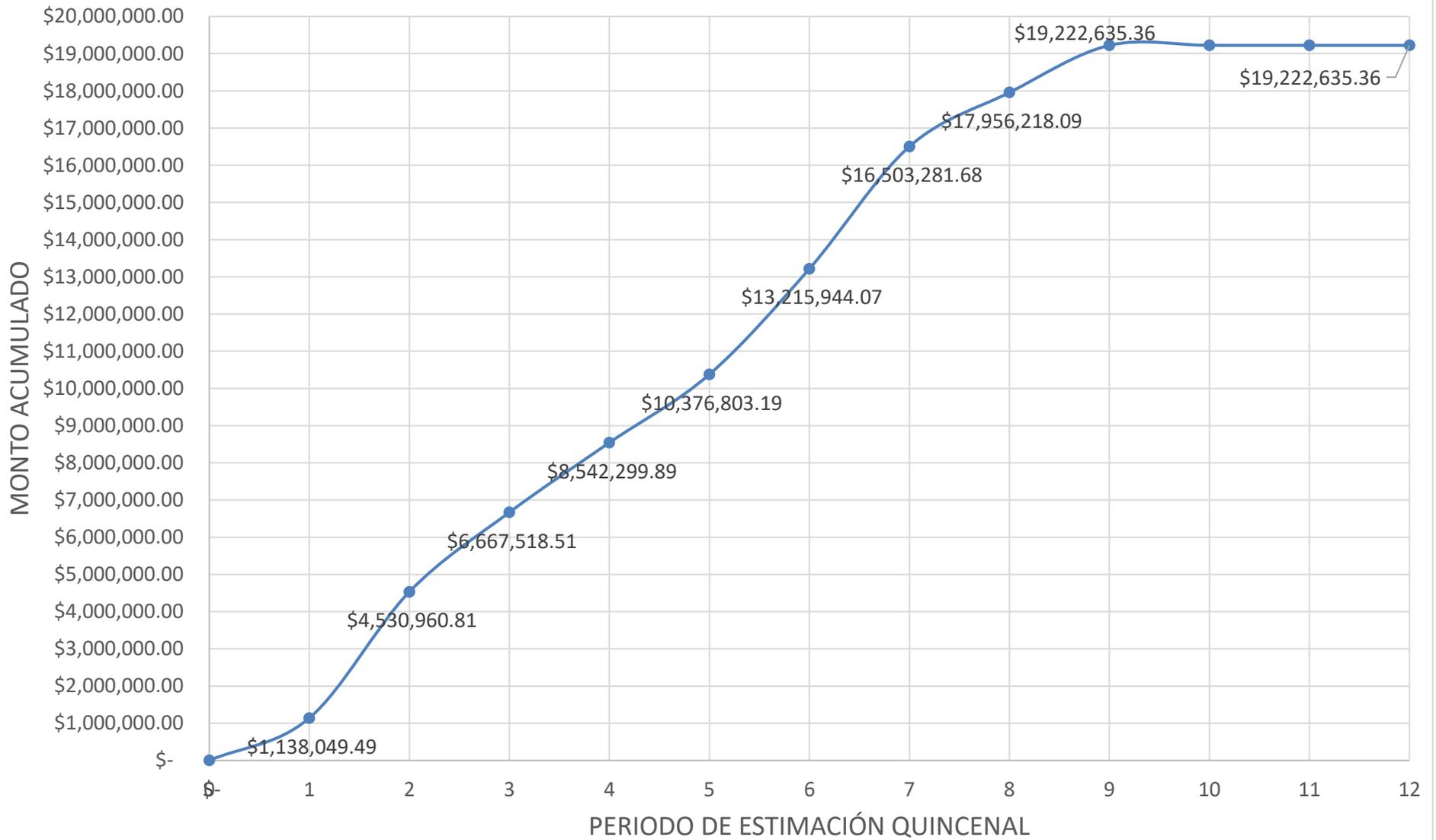


Gráfico 03. Avance físico programado del proyecto

4.2.1.2. SEGURIDAD EN OBRA

Siguiendo con la planeación de los trabajos, podemos considerar las medidas de seguridad en la obra. Los trabajos realizados, requieren una planeación con respecto al resguardo de la integridad de los trabajadores.

Se toma como normativa de punto de partida la Ley Federal de Trabajo (LFT), el cuál en su título noveno establece las disposiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, incluyendo las obras de construcción. De dichos requerimientos, se derivan normas oficiales mexicanas con carácter de cumplimiento obligatorio para los responsables de las actividades, entre las principales normativas, se mencionan las siguientes:

Norma	Rubro
NOM-004-STPS-1999	Manejo de Herramientas y Equipos
NOM-009-STPS-2011	Trabajos en Alturas
NOM-017-STPS-2008	Equipo de Protección Personal
NOM-020-STPS-2011	Seguridad en Instalaciones de Recipientes a Presión
NOM-031-STPS-2011	Seguridad y Salud en Obras de Construcción

Tabla 34. Normas oficiales aplicables a medidas de seguridad en obra.

Para el cumplimiento de dichas normativas, se tomaron las medidas necesarias en el proyecto:

- Se otorgó el equipo de protección personal de cada trabajador dependiendo de su actividad a cumplir: guantes, chaleco, casco, botas de trabajo, lentes de seguridad y tapones auditivos.
- Se designaron puntos de hidratación en la sombra con hieleras de 5 galones de capacidad con agua fresca y hielo. Se monitoreaba constantemente el abastecimiento del agua para evitar golpes de calor, pues Veracruz es una zona muy cálida durante los meses del verano (23° / 32°).
- Se rentaron 2 sanitarios portátiles para satisfacer las necesidades fisiológicas de los trabajadores, los cuales se limpiaban por el proveedor los días lunes, miércoles y viernes.
- Se habilitaron botiquines de seguridad en los puntos de hidratación, en la oficina de la Contratista y en la Administración de la Unidad.
- Para la realización de trabajos en alturas, se utilizaron los cuerpos de andamios necesarios para llegar a la altura necesaria y se proporcionó el arnés en buenas condiciones al trabajador. A continuación, se muestra una imagen del trabajador haciendo uso del andamio y el arnés.



Imagen 35. Medidas de seguridad en el trabajo.

- Durante las actividades que implicaban riesgo para los trabajadores y usuarios, se marcaban delimitaciones con el fin de evitar que personas no correspondientes al proyecto entraran a zonas de peligro.



Imagen 36. Delimitación de áreas de trabajo.

- Se involucró al personal en simulacros sobre incendios, sismos y les dio pláticas sobre cómo actuar en situaciones de desastre. A continuación, se muestra al equipo de trabajo participando en el simulacro nacional ocurrido el 19 de septiembre de 2024:



Imagen 37. Participación en simulacro de sismo.

Aunado a las medidas tomadas para la seguridad en obra, LFT define la responsabilidad de los empleadores en la prevención de riesgos laborales. Lo que deriva a la importancia de asegurar al trabajador ante el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

El cumplir tanto con las medidas de seguridad adecuadas como respetar el alta de los trabajadores ante el seguro impacta de manera positiva a la empresa, pues mejora el puntaje ante el IMSS por una menor incidencia de siniestros.

4.2.2. ORGANIZACIÓN DE LA OBRA

La organización de la obra nos permite identificar a los involucrados y sus respectivas tareas a fin de cumplir con los objetivos del programa. El delegar actividades permite que cada involucrado desarrolle plenamente su trabajo sin exigencias que no correspondan, además, permite al jefe inmediato involucrarse en otros aspectos pues se le tiene la confianza al trabajador que podrá realizar su tarea en tiempo y forma. Sin embargo, siempre es importante complementar dudas como equipo para que la información fluya y evitar errores en la obra.

4.2.2.1. PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO

El cuerpo administrativo fue conformado por tres ingenieros: un superintendente y dos residentes. Se ilustra a continuación el diagrama organizacional del proyecto.

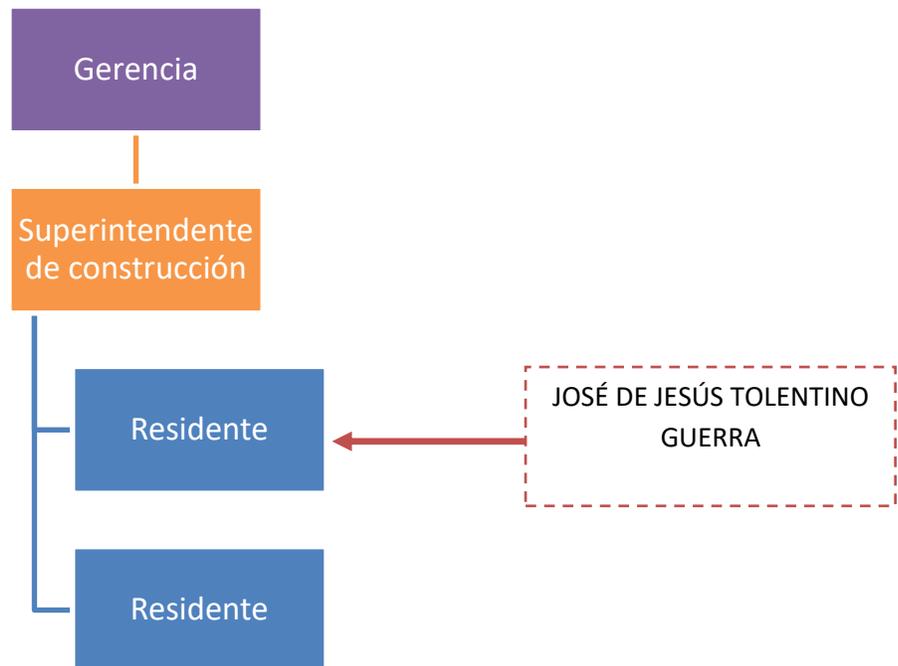


Diagrama 3. Organigrama administrativo.

El personal técnico fue variable debido a que varias actividades se realizaron por destajo y el personal subcontratado no era fijo. Se alcanzó un punto máximo de personal de 29 personas trabajando en sus respectivas responsabilidades.

4.2.2.2. ALCANCES DE LOS RESPONSABLES

El personal administrativo corresponde a los ingenieros encargados de organizar la obra. Entre algunas de se mencionan:

- Supervisión de la calidad de trabajos.
- Cuidar el bienestar de los trabajadores.
- Manejo de inventario de maquinaria para el correcto resguardo.
- Cálculo de rendimiento de trabajadores y del material a fin de obtener los volúmenes proyectados para no quedarse sin material. La dinámica con la empresa fue mandar una requisición de material los días lunes, a fin de que gerencia libere presupuesto y se hicieran los pagos el día viernes.
- Resguardo de material en bodega.
- Realización reportes con avances reales presentados en obra a fin de dar visibilidad tanto a la residencia como a la gerencia el estatus del proyecto.
- Realización de programa general del obra y programas de actividades específicas. Supervisar su cumplimiento y en caso de desfases, hacer propuestas para evitar los atrasos.
- Coordinación con la Administración de la Unidad para que las actividades se realicen sin perturbar a los usuarios de las viviendas.
- Coordinación con los proveedores para el abastecimiento de los materiales.
- Manejo de las cuadrillas para el cumplimiento de los trabajos.
- Realización de estimaciones con generadores de los conceptos ejecutados.
- Juntas con Residencia (SEMAR) para verificación de trabajos.

El personal técnico es el responsable de realizar por propia mano los trabajos.

A continuación, se presenta la distribución de trabajos correspondientes al personal técnico.

CUADRILLA	CANTIDAD DE TRABAJADORES	ACTIVIDADES REALIZADAS
Subcontratista 1	4	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos de resane y pintura de edificios A, B, C, D. - Pintura exterior en Tienda
Subcontratista 2	16	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos de resane y pintura en edificios E, F, G, H, I, J. - Impermeabilización de 10 edificios y 73 casas. - Resane y pintura de cuarto de bombas. - Pintura de 73 casas. - Demolición y reconstrucción de barda perimetral - Plafón de Tablaroca en tienda. - Pintura interior en Tienda.
Trabajadores por nómina	5	<ul style="list-style-type: none"> - Herrería - Albañilería - Instalaciones eléctricas - Instalaciones hidráulicas
Proveedor de tanque estacionario	4	<ul style="list-style-type: none"> - Acometidas de gas - Maniobras para ascenso, descenso de tanque de gas e instalación.

Tabla 35. Personal técnico distribuido por trabajos.

4.2.3. PROGRAMA DE LA OBRA

Un programa de obra es una herramienta que organiza y muestra, para un proyecto específico, las tareas a realizar, sus cantidades, unidades, velocidad de ejecución y las fechas previstas de inicio y término de cada una. Comúnmente esta información se presenta mediante gráficos de barras.

Es de gran importancia la observación del cumplimiento de este programa, pues los atrasos que se presenten traerán consecuencias económicas, como el alza de los precios de los materiales e insumos, el mantener por más tiempo la nómina de los trabajadores, penalizaciones por atrasos e incluso la pérdida de la reputación de la empresa.

El procedimiento para la elaboración de un programa de obra consiste en realizar una red básica donde se encuentren todos los conceptos a ejecutar, de esta red se derivará una ruta crítica que guiará los tiempos de las demás actividades, permitiendo asentar todo en un programa general.

4.2.3.1. RED BÁSICA DE ACTIVIDADES

A continuación, se describirá el procedimiento empleado para el programa de obra que se siguió durante el mantenimiento de la U.H. 23 de noviembre.

Para la programación de la red básica de actividades, seguiremos el método descrito en el libro Apuntes del curso Teoría General de Sistemas (Argil, G. & Kuri, J., 2014)⁵⁸, en el cual nos marca como primer paso el realizar una tabla de orden, en donde se presentan de manera básica los conceptos a realizar.

	PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES
	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA
	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA
	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA
	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS
	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXTERIORES
	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO
	INSTALACIONES	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES
	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS

	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR
	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO
	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS
	INSTALACIONES	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA
	INSTALACIONES	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE
	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA
	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA
	HERRERÍA	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA
	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA
	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA
	HERRERÍA	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA
	HERRERÍA	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA
	BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA
	CASAS	ACABADOS	ACA-001
ACABADOS		ACA-002	RESANADOR
ACABADOS		ACA-003	RETIRO DE PINTURA
ACABADOS		ACA-004	ESTUCO MUROS
ACABADOS		ACA-005	PINTURA TANGERINA
ACABADOS		ACA-006	PINTUARA BLANCA
ACABADOS		ACA-007	PINTURA ROJA
ACABADOS		ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO
ACABADOS		ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS
INSTALACIONES		HID-01	TINACO
INSTALACIONES		HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA
INSTALACIONES		HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS
INSTALACIONES		ELEC-01	LUMINARIAS
INSTALACIONES		GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES
TIENDA		ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA

	ACA-012	PINTURA INTERNA
	ACA-013	PINTURA EXTERNA
	ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA
BARDA PERIMETRAL	BAR-01	CASTILLO
	BAR-02	CADENA
	BAR-03	MURO
	BAR-04	DEMOLICIÓN
	BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO

Tabla 36. Tabla de orden de los trabajos.

Posteriormente, se establece una matriz de consecuencias, es las cuales se indica qué actividad ocurre inmediatamente después de actividad presentada. Para mejor distribución del espacio, se realizaron 4 tablas (casas, edificios, tienda y barda perimetral):

PARTIDA	ABREVIATUR A	CONCEPTO	ACA-001	ACA-002	ACA-003	ACA-004	ACA-005	ACA-006	ACA-007	ACA-008	ACA-009	ALB-001	HID-01	ELEC-01	ELEC-02	GAS-01	GAS-02	GAS-03	HID-01	HID-02	HID-03	HERR-01	HERR-02	HERR-03	HERR-04	HERR-05	HERR-06	ELEC-03
ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN					X	X	X								X											
ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	X																									
ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA				X																						
ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES					X	X	X		X																	
ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA																										
ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA																										
ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA																										
ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS		X	X								X						X	X								
ACABADOS	ACA-009	MUROS EXTERIORES																										
ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO																			X							X
INSTALACIONES	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	X																									
INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES														X												
INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS														X												
INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR																										
INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO																X										
INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS																										
INSTALACIONES	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA										X																
INSTALACIONES	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE										X																
INSTALACIONES	HID-03	BOMBA																							X	X	X	
HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA																										
HERRERÍA	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA																										
HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA						X																				
HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA						X																				
HERRERÍA	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA						X																				
HERRERÍA	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA						X																				
BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA																							X	X	X	

Tabla 37. Matriz de consecuencias en edificios.

PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	ACA-001	ACA-002	ACA-003	ACA-004	ACA-005	ACA-006.1	ACA-007	ACA-008	ACA-009	HID-01	HID-02	HID-03	ELEC-01	GAS-01
ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN								X			X			
ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	X													
ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA				X				X						
ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS					X									
ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA														
ACABADOS	ACA-006	PINTUARA BLANCA														
ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA														
ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO						X	X							
ACABADOS	ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS		X	X										X	X
INSTALACIONES	HID-01	TINACO														
INSTALACIONES	HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA										X		X		
INSTALACIONES	HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS														
INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS														X
INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES														

Tabla 38. Matriz de consecuencias en casas.

PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	ACA-011	ACA-012	ACA-013	ACA-014
TIENDA	ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA			X	X
	ACA-012	PINTURA INTERNA				
	ACA-013	PINTURA EXTERNA				
	ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA	X			

Tabla 39. Matriz de consecuencias en Tienda.

PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	BAR-01	BAR-02	BAR-03	BAR-04	BAR-05
BARDA PERIMETRAL	BAR-01	CASTILLO					X
	BAR-02	CADENA					X
	BAR-03	MURO	X	X			
	BAR-04	DEMOLICIÓN			X		
	BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO					

Tabla 40. Matriz de consecuencias en Barda perimetral.

El método nos indica poner tiempos de ejecución para cada actividad (los cuales se aprecian en la tabla 41) y posteriormente realizar nuestro diagrama de flechas con las actividades.

	PARTIDA	ABREVIATURA	CONCEPTO	Duración
EDIFICIOS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	56
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	7
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	28
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS EXTERIORES	28
	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	56
	ACABADOS	ACA-006	PINTURA BLANCA	14
	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	14
	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	7
	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXTERIORES	7
	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	14
	INSTALACIONES	HID-00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	14
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXTERIORES	7
	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PASILLOS	7
	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR	28
	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE ESTACIONARIO	14
	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA DE GAS	7
	INSTALACIONES	HID-01	MANTENIMIENTO CISTERNA	14
	INSTALACIONES	HID-02	MANTENIMIENTO TANQUE	14
	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	14
	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	14
	HERRERÍA	HERR-02	MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA	14
	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	14
	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	14
	HERRERÍA	HERR-05	MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA	14
HERRERÍA	HERR-06	FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA	14	
BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTRICA BOMBA	14	
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN	56
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	7
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	14
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	14
	ACABADOS	ACA-005	PINTURA TANGERINA	14
	ACABADOS	ACA-006	PINTUARA BLANCA	14
	ACABADOS	ACA-007	PINTURA ROJA	14

	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO	42
	ACABADOS	ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS	7
	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	21
	INSTALACIONES	HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	36
	INSTALACIONES	HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS	21
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	14
	INSTALACIONES	GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES	14
TIENDA		ACA-011	PLAFÓN DE TABLAROCA	7
		ACA-012	PINTURA INTERNA	7
		ACA-013	PINTURA EXTERNA	7
		ACA-014	CUBIERTA DE LÁMINA	14
BARDA PERIMETRAL		BAR-01	CASTILLO	2
		BAR-02	CADENA	2
		BAR-03	MURO	4
		BAR-04	DEMOLICIÓN	1
		BAR-05	RETIRO DE ESCOMBRO	1

Tabla 41. Tabla de duración de actividades.

Ya una vez establecida la duración de cada actividad, es conveniente mostrarlo en un diagrama o red básica de actividades, en el que podremos apreciar la secuencia de los conceptos. A continuación, se presenta el diagrama específico para el proyecto de mantenimiento de la U.H. de noviembre, de igual forma, se secciona en 4 diagramas más pequeños para apreciar las actividades independientes, ya que estas cubren diferentes áreas (casas, edificios, tienda y barda perimetral). El método para realizar el diagrama es denominado “Método de flechas”, pues se le asigna el valor de la duración de cada actividad a las flechas (representado en valor rojo), los nodos representan los momentos en una obra donde convergen actividades e inician otras.

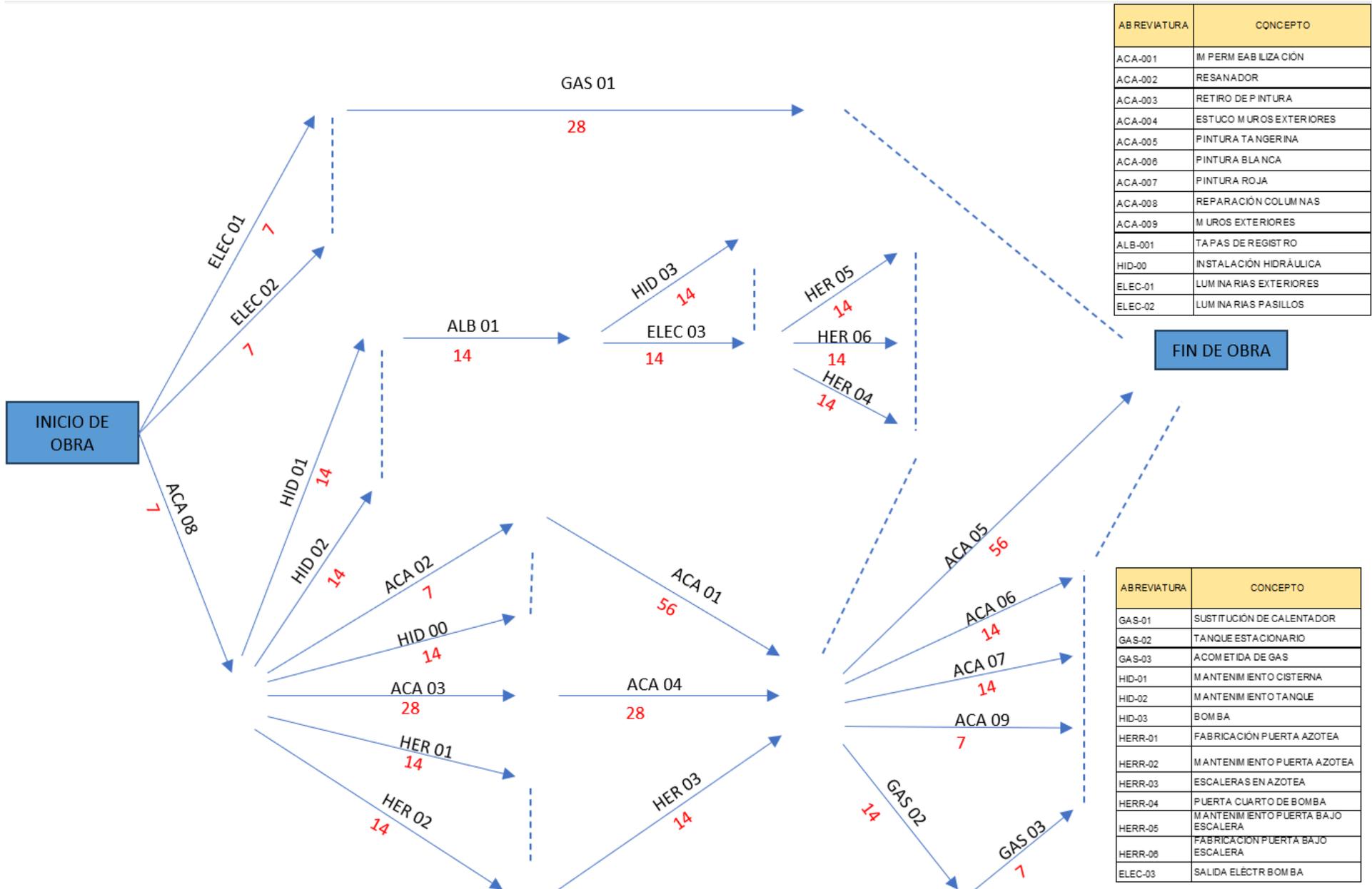


Diagrama 4. Flujo de actividades para edificios

ABREVIATURA	CONCEPTO
ACA-001	IMPERMEABILIZACIÓN
ACA-002	RESANADOR
ACA-003	RETIRO DE PINTURA
ACA-004	ESTUCO MUROS
ACA-005	PINTURA TANGERINA
ACA-006	PINTURA BLANCA
ACA-007	PINTURA ROJA
ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TINACO
ACA-009	REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS
HID-01	TINACO
HID-02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA
HID-03	SUSTITUCIÓN DE VALVULAS
ELEC-01	LUMINARIAS
GAS-01	SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES

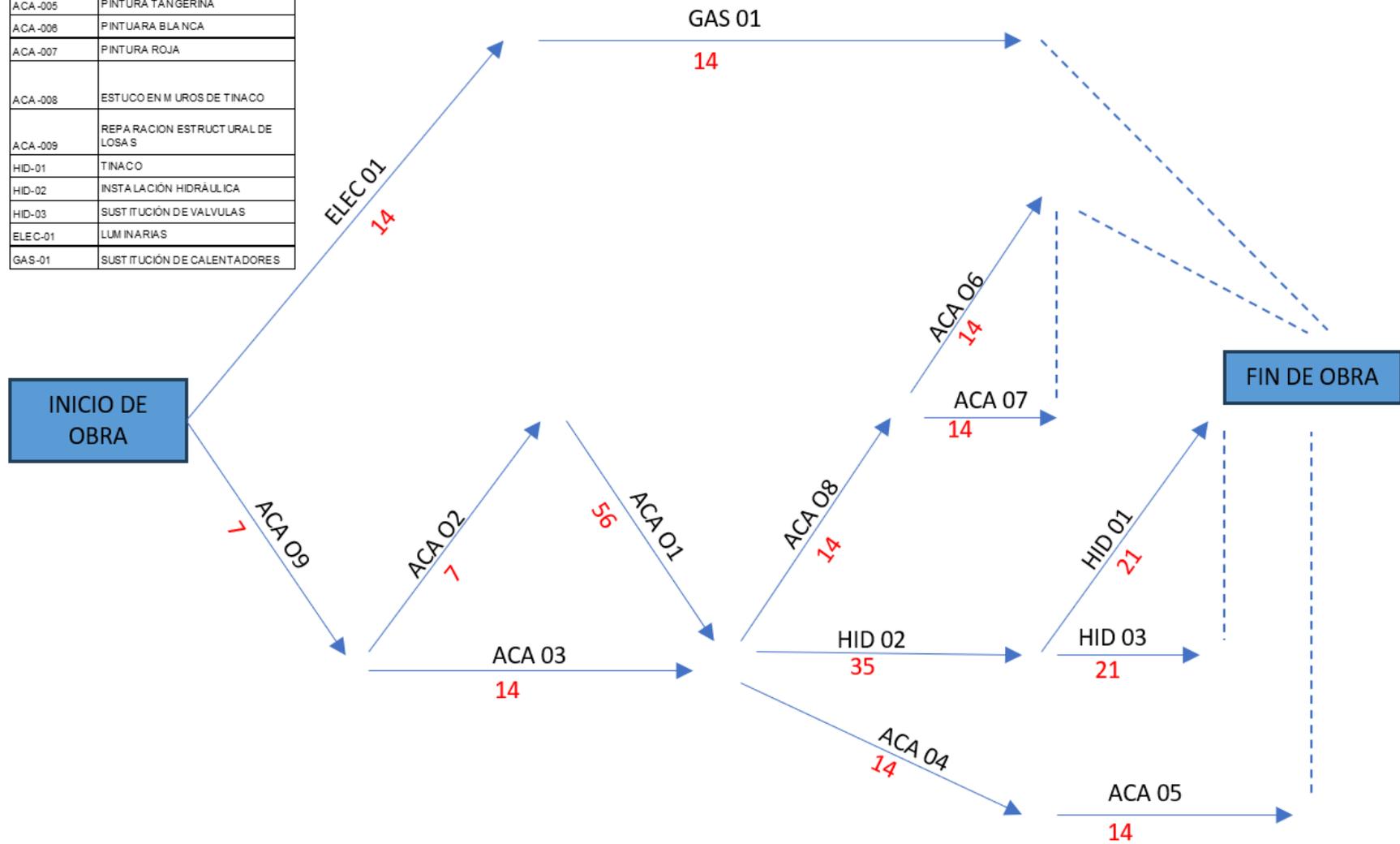


Diagrama 5. Flujo de actividades para casas.

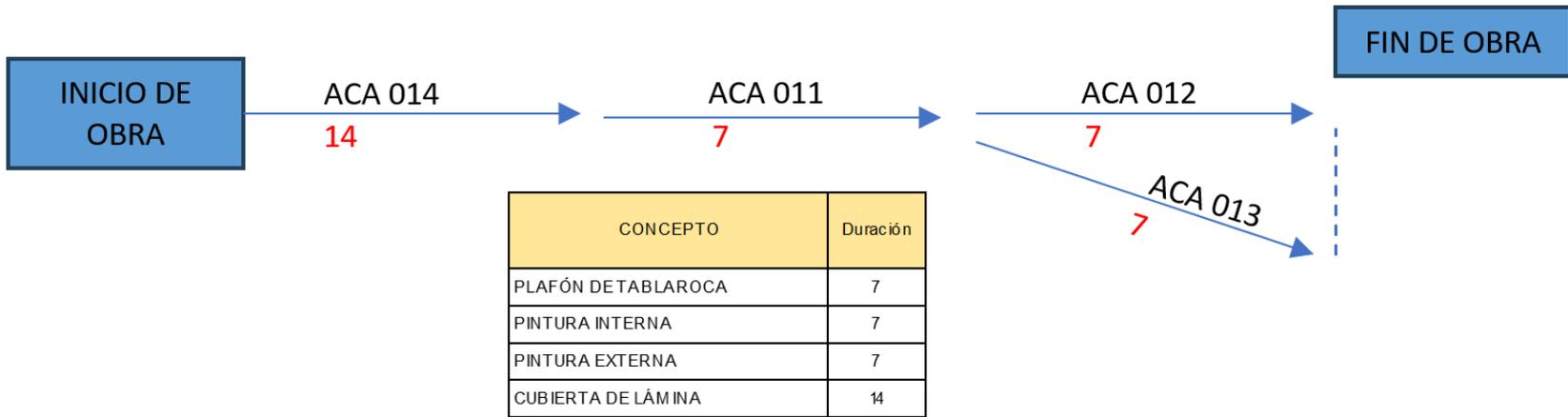


Diagrama 6. Flujo de actividades para la tienda.

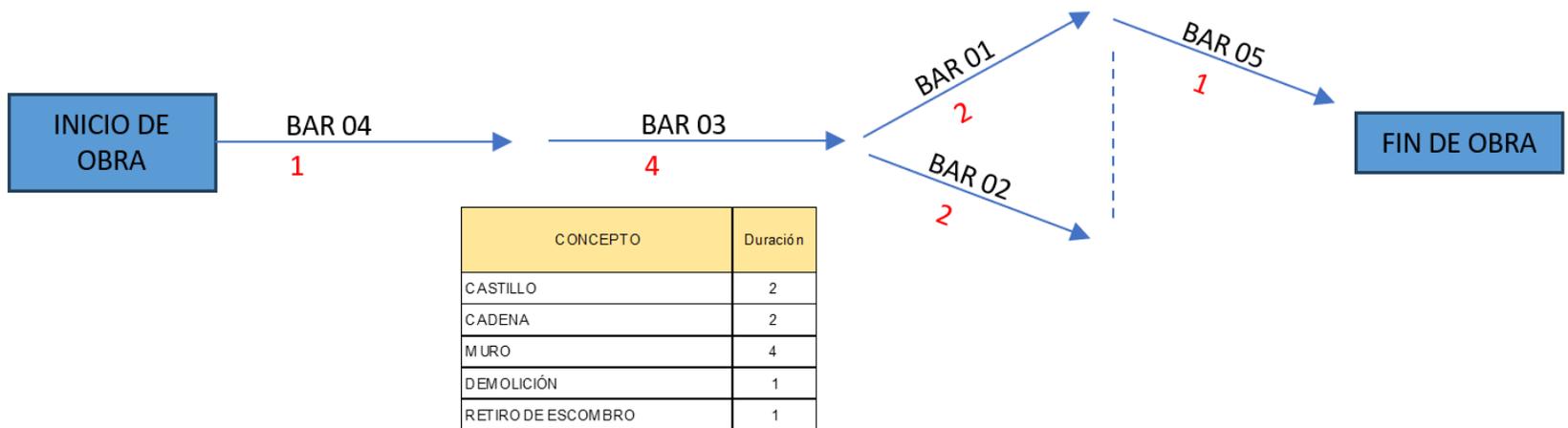


Diagrama 7. Flujo de actividades para barda perimetral.

Los diagramas presentados permiten apreciar de manera gráfica la secuencia de actividades y es de gran utilidad para la empezar la etapa de programación de obra, pues a través de las holguras (margen de tiempo para que una actividad pueda ser concluida sin interferir el inicio de otras) podemos encontrar la “Ruta crítica”, que es la secuencia de actividades que nos va a determinar la fecha que finaliza el proyecto.

Para proceder con el método, se designan nodos, en los cuales convergen los términos de varias actividades necesarias para poder empezar otra. A continuación de muestran los diagramas de flechas ya presentados anteriormente añadiendo ahora la numeración de los nodos, estos se representan en círculos amarillos con el número de nodo en el centro:

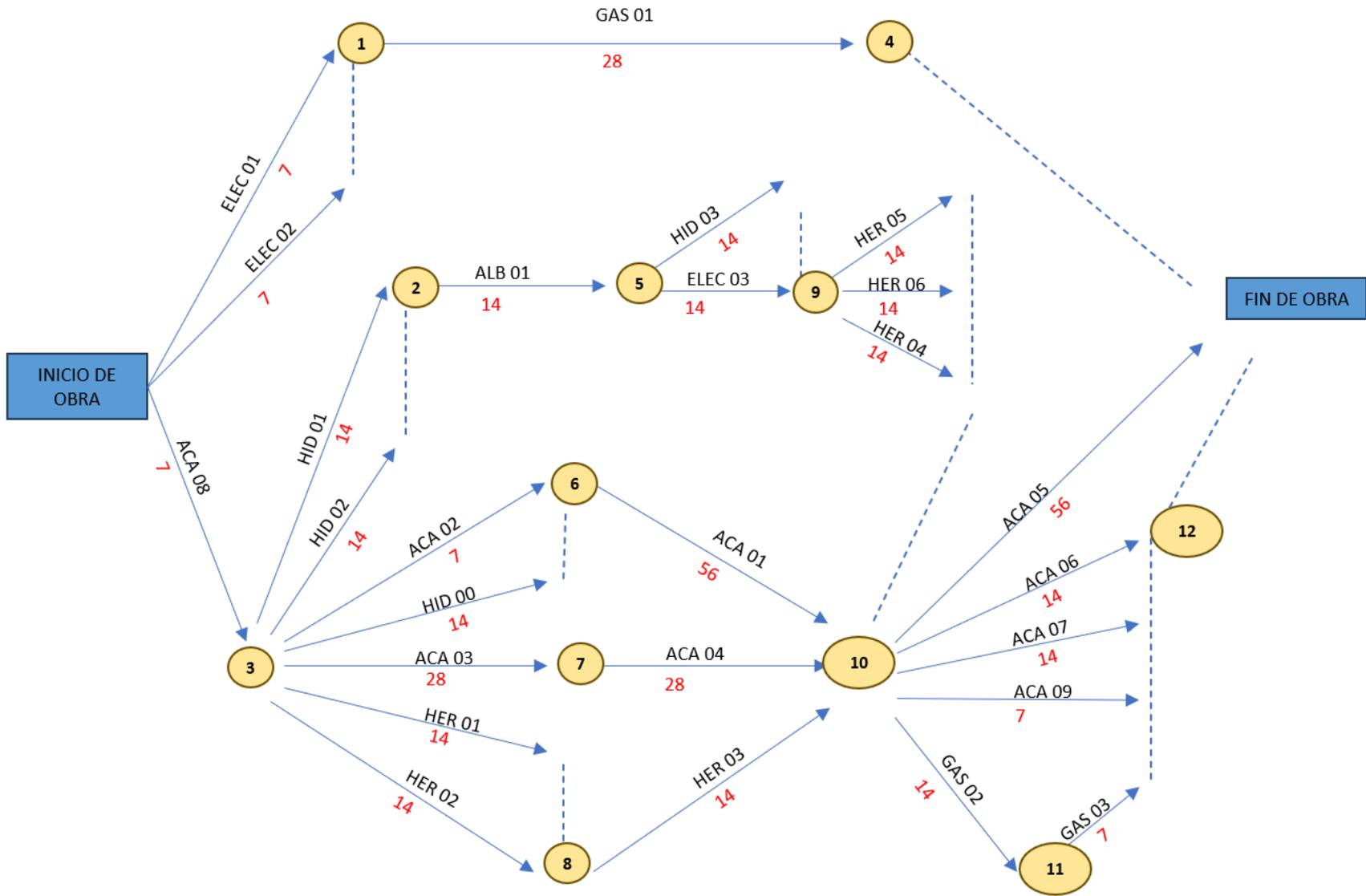


Diagrama 8: Flujo de edificios con nodos.

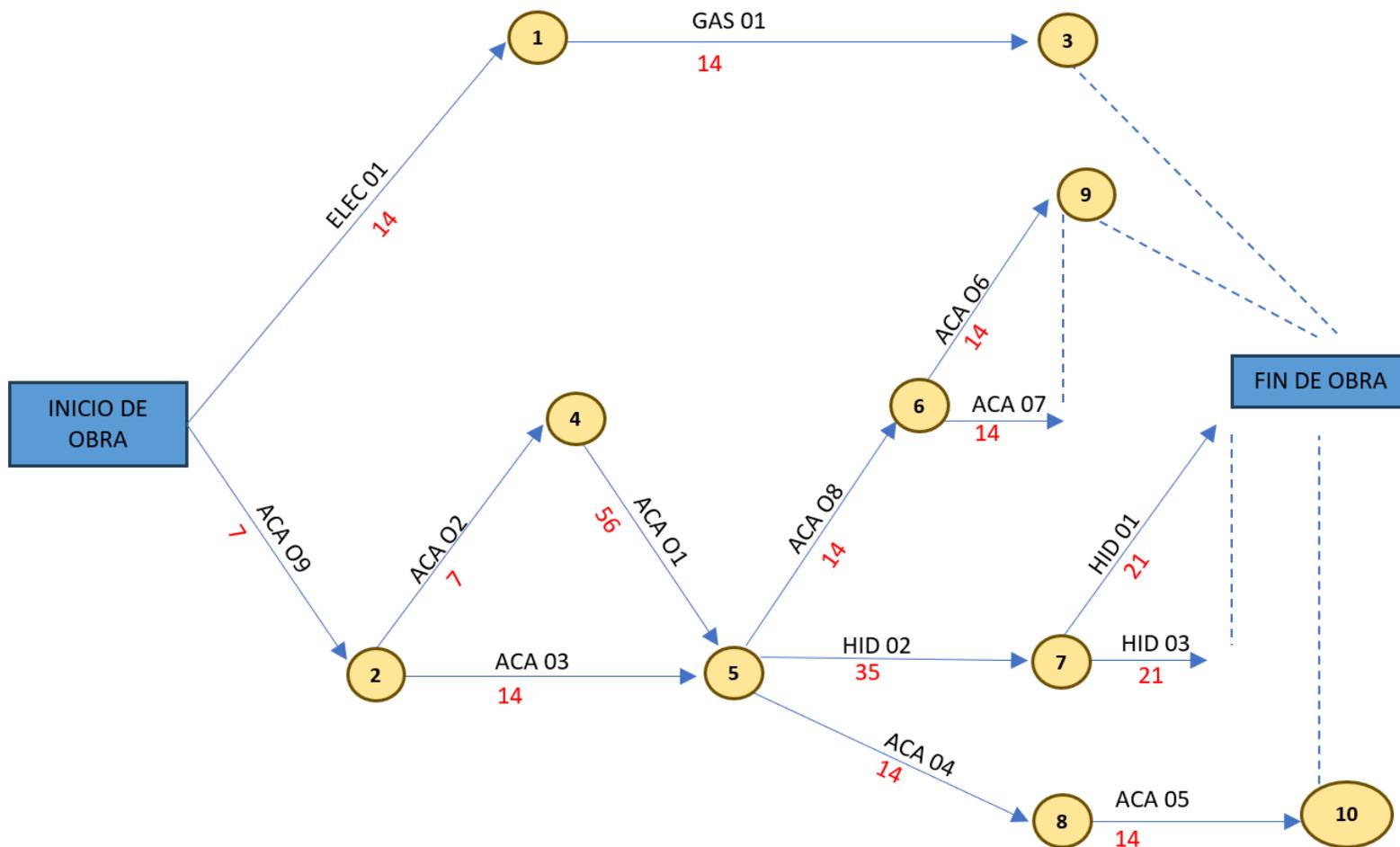


Diagrama 9. Flujo de casas con nodos.

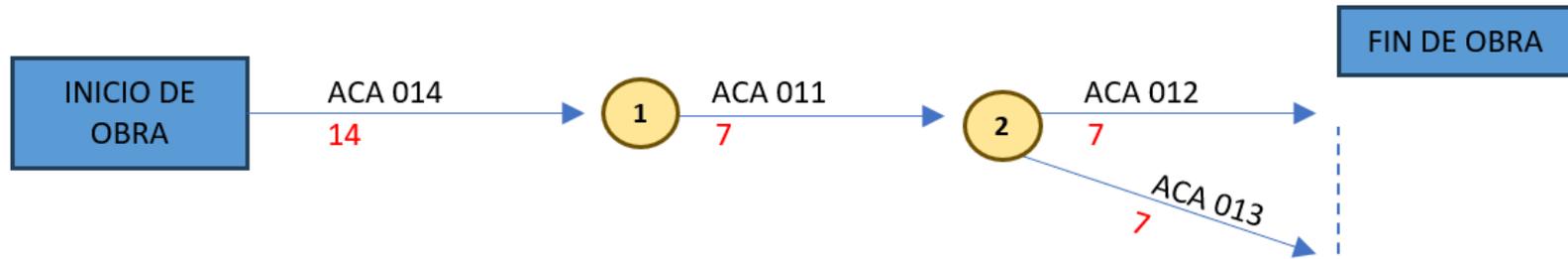


Diagrama 10. Flujo de tienda con nodos.

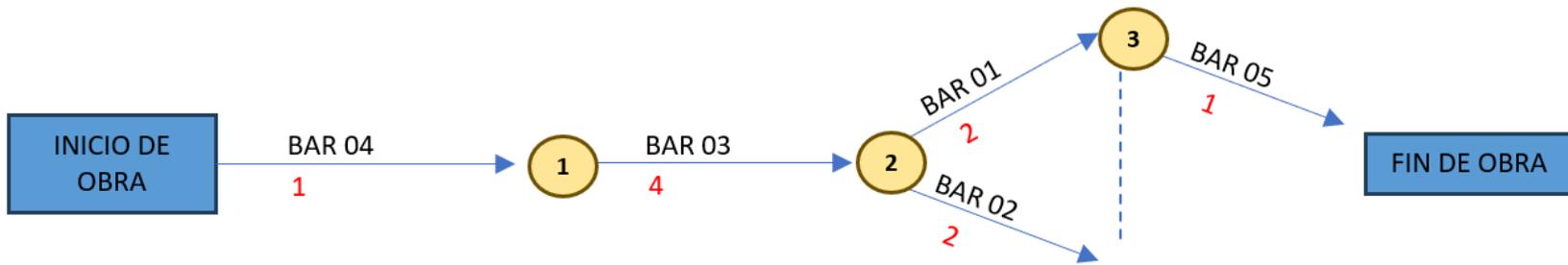


Diagrama 11. Flujo de barda con nodos.

A partir del método del ingeniero Argil, necesitamos determinar las holguras mediante los cálculos de inicios más próximos y más lejanos de las actividades.

Para encontrar el inicio más próximo de cada actividad subsecuente, se aplica la fórmula:

$$CP_j = \text{MAX}_i |CP_i + D_{ij}|$$

Ecuación 15. Inicio más próximo.

En donde

CP_j: comienzo más próximo de la actividad consecuyente

CP_i: Comienzo más próximo de la actividad ejecutada

D_{ij}: duración de la actividad ejecutada

La fórmula implica determinar el valor máximo porque en los nodos donde convergen dos o más actividades, tomaremos como punto de partida el momento en el que todas las actividades anteriores hayan concluido, para que así la actividad consecuyente pueda iniciar sin problemáticas.

Para determinar el término más próximo, sumamos la duración de la actividad que nos encontramos realizando al “comienzo más próximo”, representado en la siguiente fórmula:

$$TP_{ij} = CP_i + D_{ij}$$

Ecuación 16. Término más próximo.

En donde:

TP_j: Término más próximo de la actividad ejecutada

CP_i: Comienzo más próximo de la actividad ejecutada

D_{ij}: duración de la actividad ejecutada

En la tabla 42 se aprecian los datos obtenidos con hojas de cálculo, el inicio más próximo y término más próximo de la actividad se localizan en las columnas 4 y 5 respectivamente.

A continuación, se muestran los diagramas con los datos de los inicios más próximos de cada nodo, se representan en recuadros azules localizados en la parte superior de los nodos:

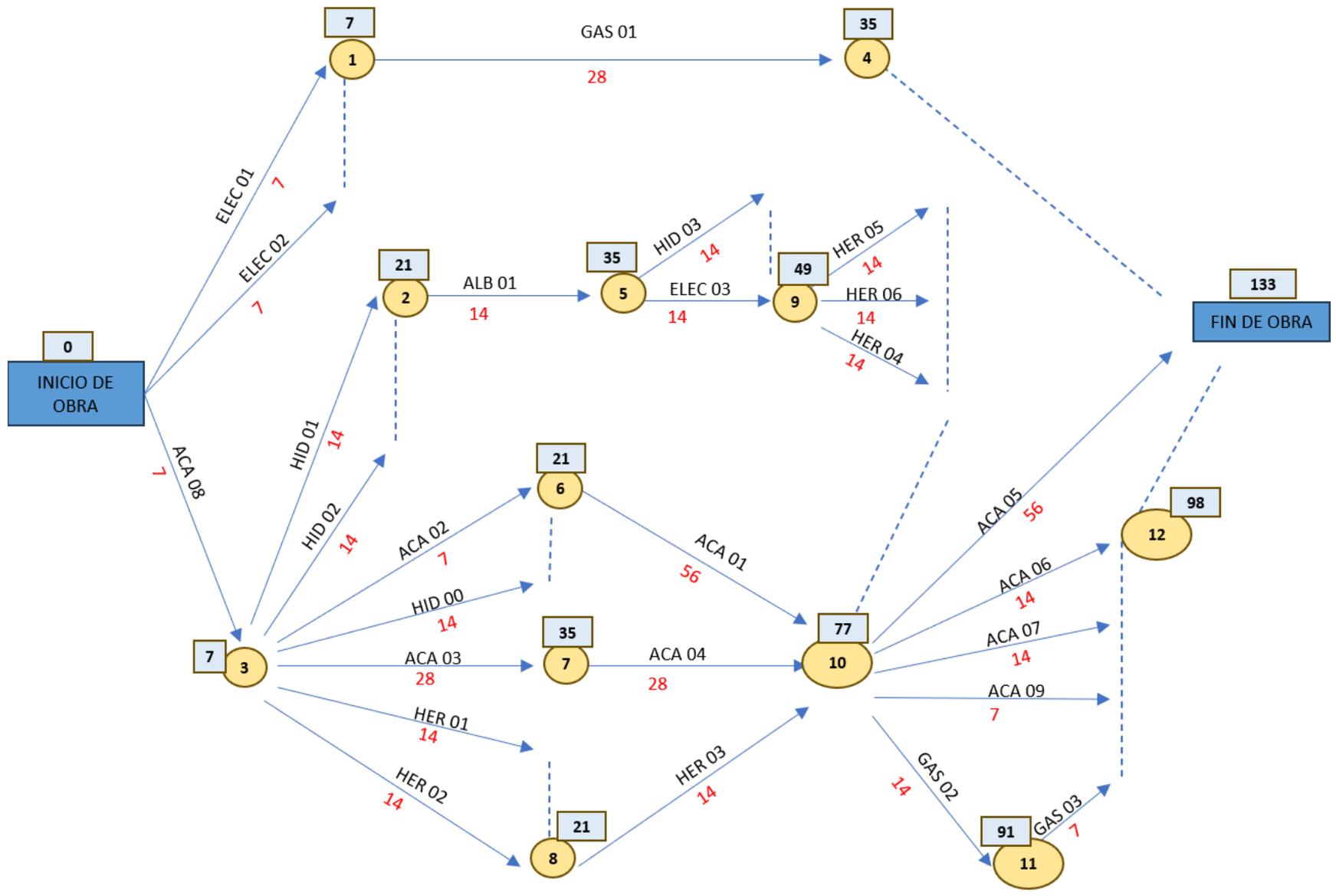


Diagrama 12. Término más próximo en edificios.

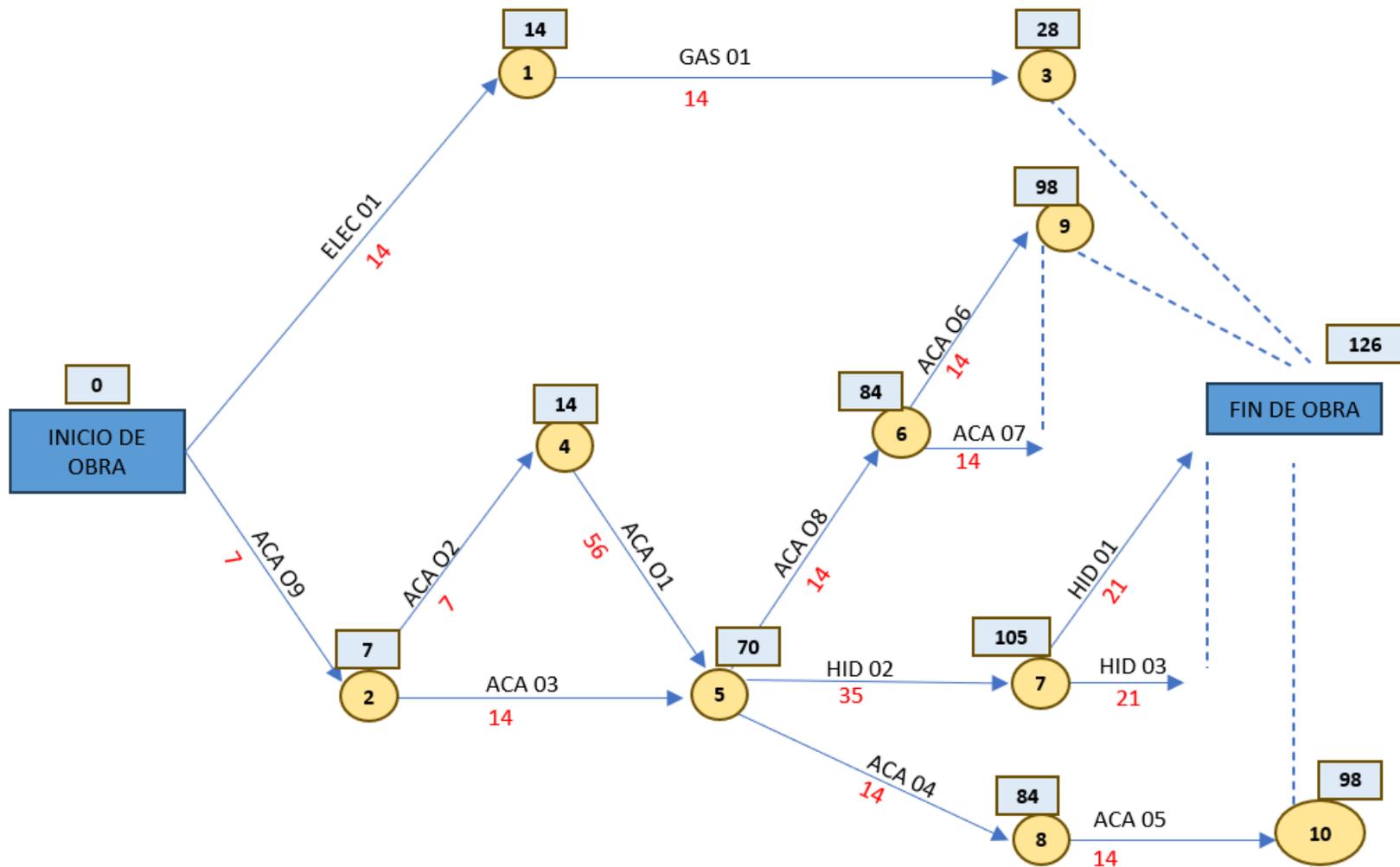


Diagrama 13. Término más próximo en casas.

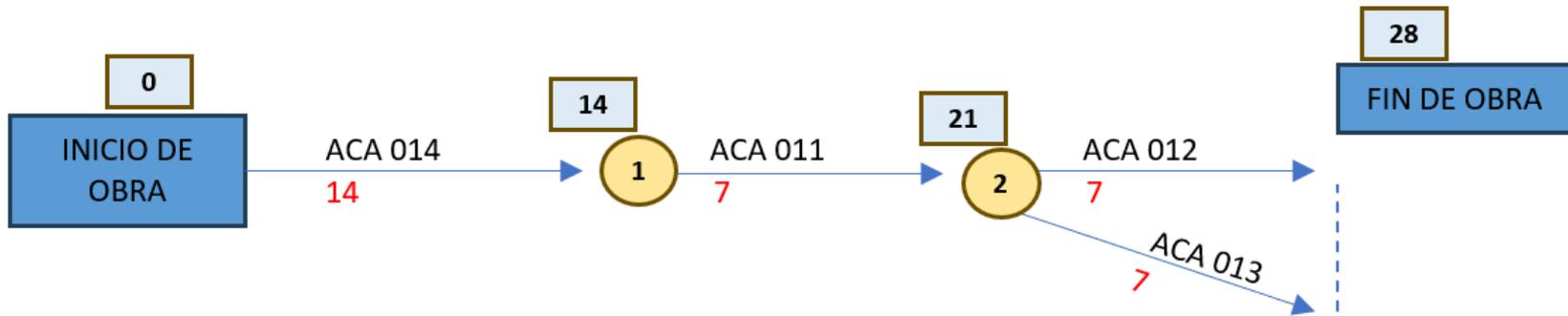


Diagrama 14. Término más próximo en Tienda.

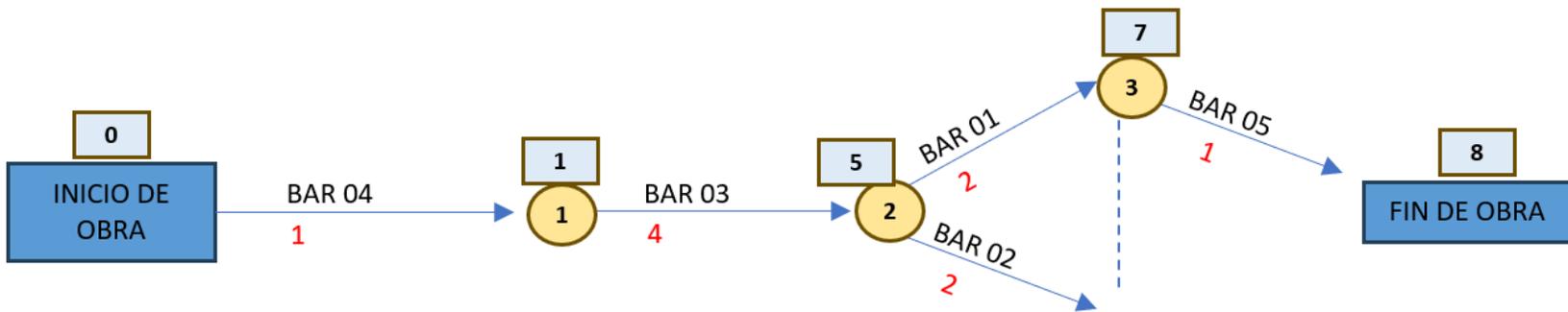


Diagrama 15. Término más próximo en barda perimetral.

Para el llenado de las columnas 8 y 7, (término más lejano e inicio más lejano) se realiza calculando los tiempos “hacia atrás” una vez obtenida la duración total de la obra.

Para el caso particular de la U.H. 23 de noviembre, se obtuvo una duración total de actividades de 133 días. El cálculo de los términos más lejanos de las actividades se realiza partiendo del día 133 y registrando el dato mínimo de la resta de las duraciones de las actividades.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$TL_i = \text{MIN}_j |TL_j - D_{ij}|$$

Ecuación 17. Término más lejano.

Donde:

TL_i : término más lejano de la actividad antecedente

TL_j : término más lejano de la actividad a ejecutar

D_{ij} : duración de la actividad a ejecutar

En los diagramas 16, 17, 18 y 19, se pueden observar los flujos de actividades correspondientes a los edificios, casas, tienda y barda perimetral respectivamente con los datos de los términos más lejanos representados en un cuadro anaranjado ubicado en la parte inferior de cada nodo.

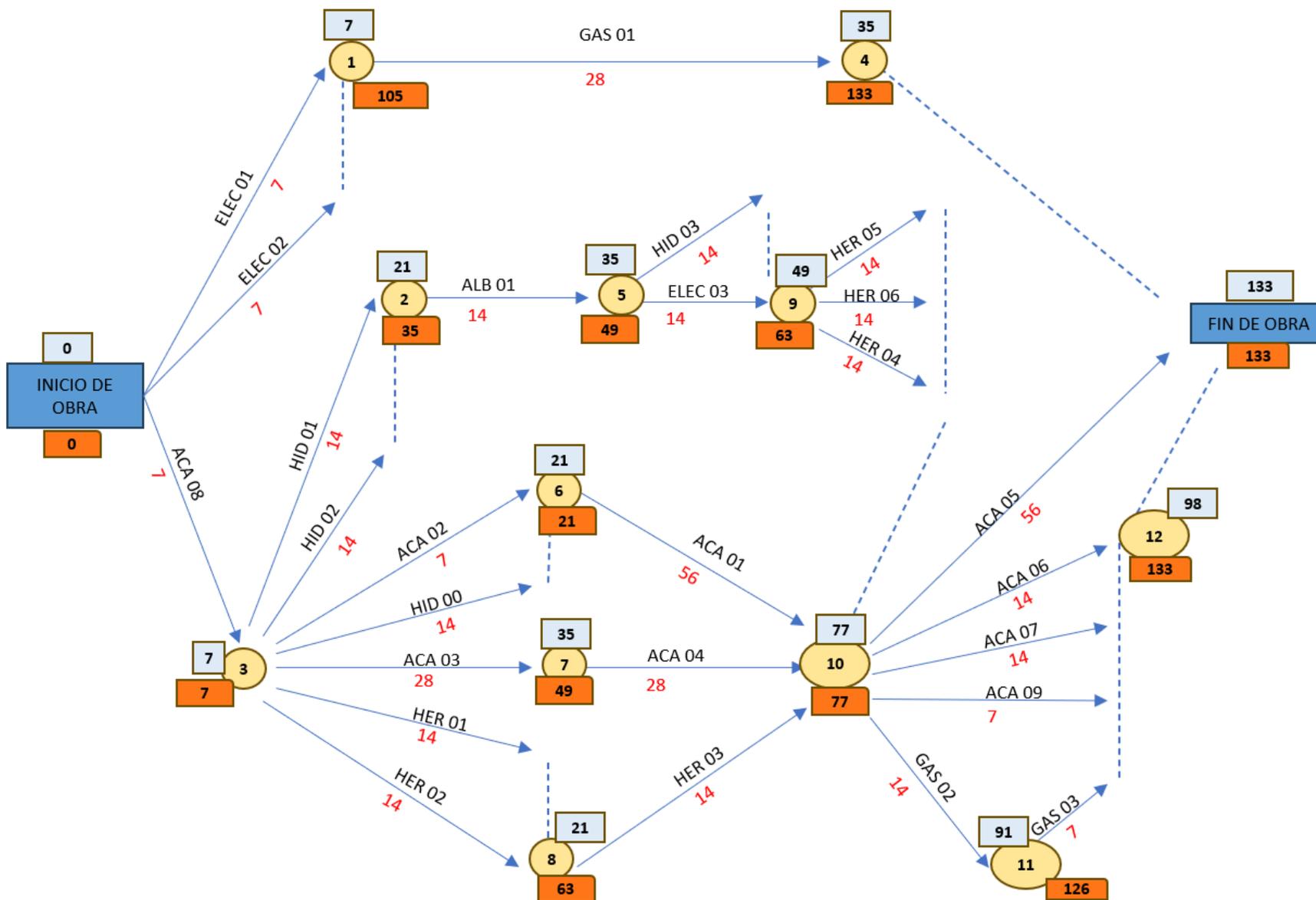


Diagrama 16. Término más lejano en edificios.

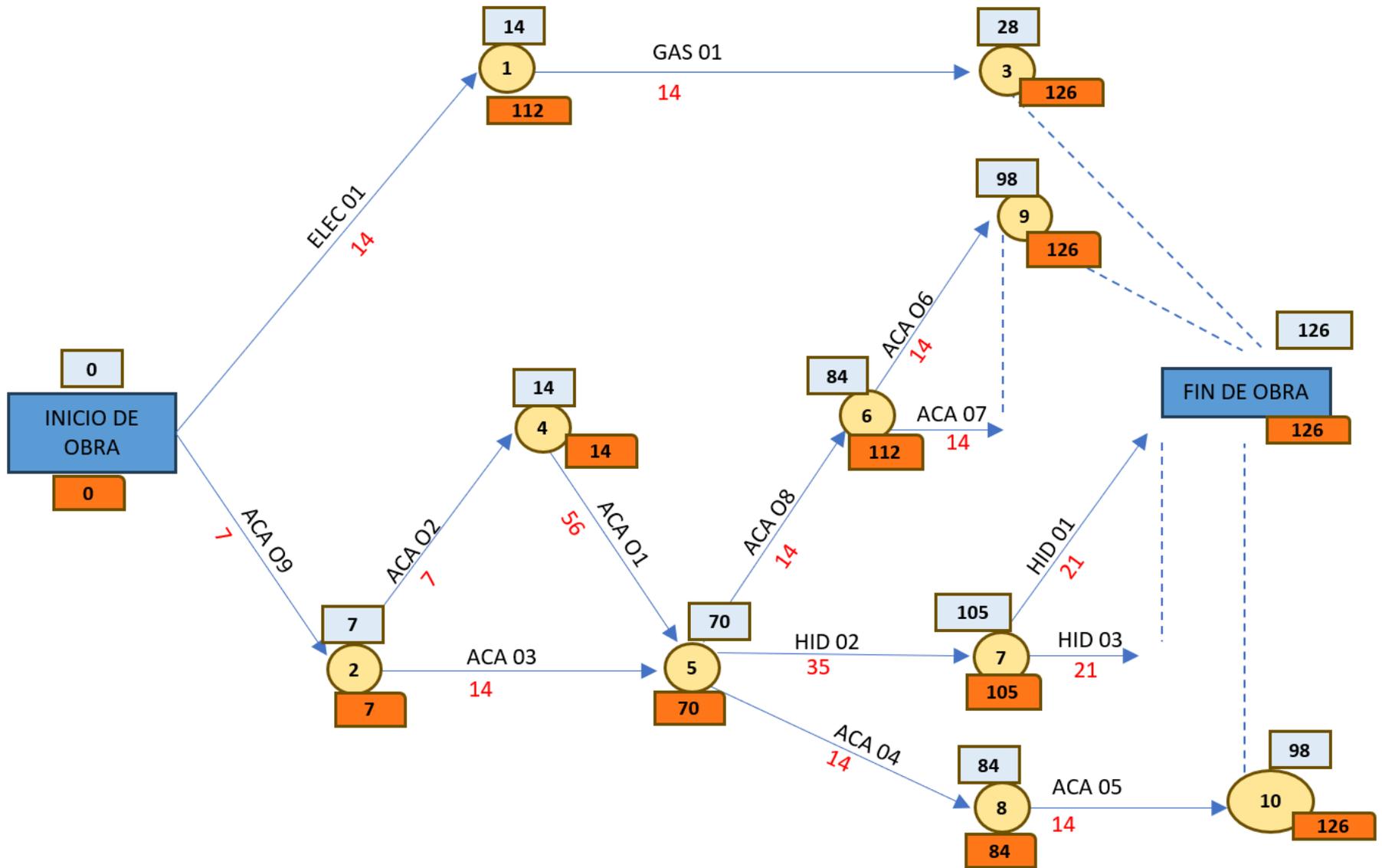


Diagrama 17. Término más lejano en casas.

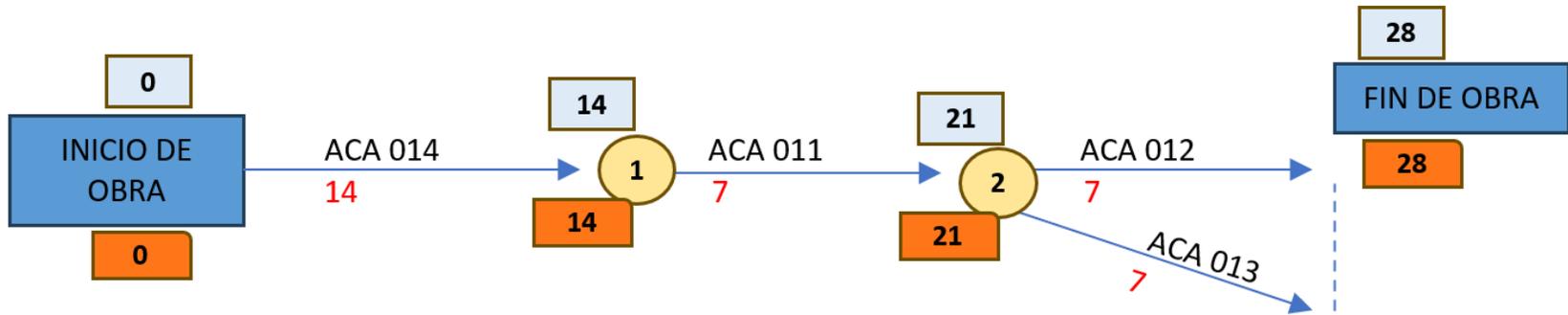


Diagrama 18. Término más lejano en Tienda.

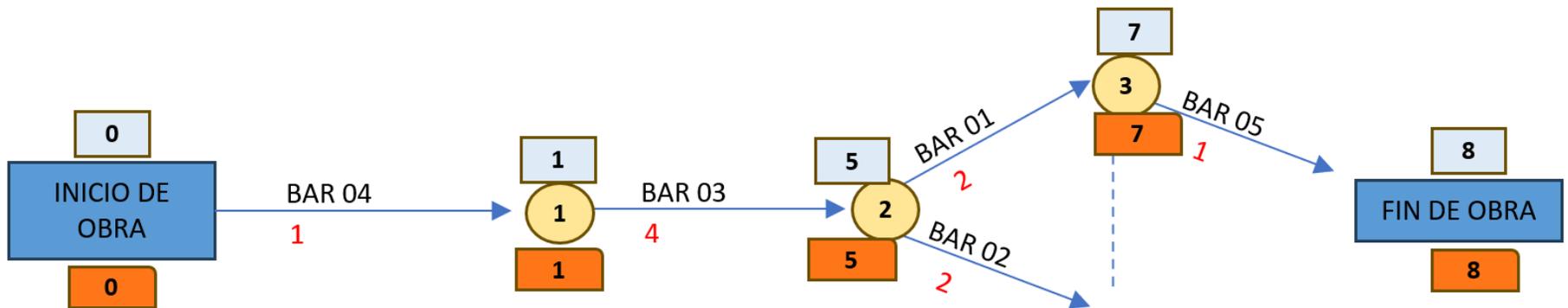


Diagrama 19. Término más lejano en barda perimetral.

Posteriormente se calcula el comienzo más lejano de cada actividad con la siguiente fórmula:

$$CL_{ij} = |TL_j - D_{ij}|$$

Ecuación 18. Comienzo más lejano.

Donde:

CL_{ij}: comienzo más lejano de la actividad a realizar

TL_j: término más lejano de la actividad a realizar

D_{ij}: duración de la actividad a realizar

Podemos definir dos tipos de holguras en las actividades.

La holgura total es la máxima capacidad de tiempo que la actividad puede retardarse sin afectar el tiempo de terminación del proyecto. Esta se calcula de la siguiente forma:

$$HT_{ij} = TL_j - CP_i - D_{ij}$$

Ecuación 19. Holgura total

En donde:

HT_{ij}: holgura total de la actividad

TL_j: término más lejano de la actividad

CP_i: Comienzo más próximo de la actividad

D_{ij}: duración de la actividad

La holgura libre es la máxima cantidad de tiempo que cualquier actividad se puede retardar sin demorar la iniciación de la actividad siguiente. Esta se calcula con la siguiente fórmula:

$$HL_{ij} = CP_j - CP_i - D_{ij}$$

Ecuación 20. Holgura libre

En donde:

HL_{ij} : holgura libre de la actividad

CP_j : comienzo más próximo de la actividad consecuente

CP_i : comienzo más próximo de la actividad a realizar

D_{ij} : duración de la actividad a realizar

A continuación, se presentan las tablas 32, 33, 34 y 35 correspondientes a las tablas de holguras de las actividades realizadas en los edificios, casas, tienda y barda perimetral respectivamente:

CONCEPTO	NODO	Duración D_{ij}	MÁS PRÓXIMO		MÁS LEJANO		HOLGURA TOTAL HT_{ij}	HOLGURA LIBRE HL_{ij}
			COMIENZO	TÉRMINO	COMIENZO	TÉRMINO		
			CP_i	TP_{ij}	CL_{ij}	TL_j		
IMPERMEABILIZACIÓN	6 - 10	56	21	77	21	77	0	0
RESANADOR	3 - 6	7	7	14	14	21	7	7
RETIRO DE PINTURA	3 - 7	28	7	35	21	49	14	0
ESTUCO MUROS EXTERIORES	7 - 10	28	35	63	49	77	14	14
PINTURA TANGERINA	10 - FIN	56	77	133	77	133	0	0
PINTURA BLANCA	10 - 12	14	77	91	119	133	42	7
PINTURA ROJA	10 - 12	14	77	91	119	133	42	7
REPARACIÓN COLUMNAS	INICIO - 3	7	0	7	0	7	0	0
MUROS EXTERIORES	10 - 12	7	77	84	126	133	49	14
TAPAS DE REGISTRO	2 - 5	14	21	35	35	49	14	0
INSTALACIÓN HIDRÁULICA	3 - 6	14	7	21	7	21	0	0
LUMINARIAS EXTERIORES	INICIO - 1	7	0	7	98	105	98	0
LUMINARIAS PASILLOS	INICIO - 1	7	0	7	98	105	98	0
SUSTITUCIÓN DE CALENTADOR	1 - 4	28	7	35	105	133	98	0
TANQUE ESTACIONARIO	10 - 11	14	77	91	112	126	35	0
ACOMETIDA DE GAS	11 - 12	7	91	98	126	133	35	0
MANTENIMIENTO CISTERNA	3 - 2	14	7	21	21	35	14	0
MANTENIMIENTO TANQUE	3 - 2	14	7	21	21	35	14	0
BOMBA	5 - 9	14	35	49	49	63	14	0
FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	3 - 8	14	7	21	49	63	42	0
MANTENIMIENTO PUERTA AZOTEA	3 - 8	14	7	21	49	63	42	0
ESCALERAS EN AZOTEA	8 - 10	14	21	35	63	77	42	42
PUERTA CUARTO DE BOMBA	9 - 10	14	49	63	63	77	14	14
MANTENIMIENTO PUERTA BAJO ESCALERA	9 - 10	14	49	63	63	77	14	14
FABRICACIÓN PUERTA BAJO ESCALERA	9 - 10	14	49	63	63	77	14	14
SALIDA ELÉCTRICA BOMBA	5 - 9	14	35	49	49	63	14	0

Tabla 42. Tabla de holguras de las de actividades en edificios.

CONCEPTO	NODO	Duración	MÁS PRÓXIMO		MÁS LEJANO		HOLGURA TOTAL	HOLGURA LIBRE
			COMIENZO	TÉRMINO	COMIENZO	TÉRMINO		
	i - J	D _{ij}	CP _i	TP _{ij}	CL _{ij}	TL _j	HT _{ij}	HL _{ij}
IMPERMEABILIZACIÓN	4 - 5	56	14	70	14	70	0	0
RESANADOR	2 - 4	7	7	14	7	14	0	0
RETIRO DE PINTURA	2 - 5	14	7	21	56	70	49	49
ESTUCO MUROS	5 - 8	14	70	84	70	84	0	0
PINTURA TANGERINA	8 - 10	14	84	98	112	126	28	0
PINTUARA BLANCA	6 - 9	14	84	98	112	126	28	0
PINTURA ROJA	6 - 9	14	84	98	112	126	28	0
ESTUCO EN MUROS DE TINACO	5 - 6	42	70	112	70	112	0	0
REPARACION ESTRUCTURAL DE LOSAS	INICIO - 2	7	0	7	0	7	0	0
TINACO	7 - FIN	21	105	126	105	126	0	0
INSTALACIÓN HIDRÁULICA	5 - 7	35	70	105	70	105	0	0
SUSTITUCIÓN DE VALVULAS	7 - FIN	21	105	126	105	126	0	0
LUMINARIAS	INICIO - 1	14	0	14	98	112	98	0
SUSTITUCIÓN DE CALENTADORES	1 - 3	14	14	28	112	126	98	0

Tabla 43. Tabla de holguras de las de actividades en casas.

CONCEPTO	NODO	Duración	MÁS PRÓXIMO		MÁS LEJANO		HOLGURA TOTAL	HOLGURA LIBRE
			COMIENZO	TÉRMINO	COMIENZO	TÉRMINO		
	i - J	D _{ij}	CP _i	TP _{ij}	CL _{ij}	TL _j	HT _{ij}	HL _{ij}
PLAFÓN DE TABLAROCA	1 - 2	7	14	21	14	21	0	0
PINTURA INTERNA	2 - FIN	7	21	28	21	28	0	0
PINTURA EXTERNA	2 - FIN	7	21	28	21	28	0	0
CUBIERTA DE LÁMINA	INICIO - 1	14	0	14	0	14	0	0

Tabla 44. Tabla de holguras de las de actividades en tiendas

CONCEPTO	NODO	Duración	MÁS PRÓXIMO		MÁS LEJANO		HOLGURA TOTAL	HOLGURA LIBRE
			COMIENZO	TÉRMINO	COMIENZO	TÉRMINO		
	i - J	D _{ij}	CP _i	TP _{ij}	CL _{ij}	TL _j	HT _{ij}	HL _{ij}
CASTILLO	2 - 3	2	5	7	5	7	0	0
CADENA	2 - 3	2	5	7	5	7	0	0
MURO	1 - 2	4	1	5	1	5	0	0
DEMOLICIÓN	INICIO - 1	1	0	1	0	1	0	0
RETIRO DE ESCOMBRO	3 - FIN	1	7	8	7	8	0	0

Tabla 45. Tabla de holguras de las de actividades en barda perimetral.

Cuando ambas holguras de una actividad son iguales a cero, corresponden a una actividad crítica. Por lo tanto, no es posible extenderse del tiempo programado porque traería un atraso a la obra. Se La subsecuencia de todas las actividades críticas conforman la “Ruta crítica”. Es indispensable destinar los recursos necesarios para cumplir con los tiempos de la ruta.

A continuación, ilustran las cuatro rutas críticas encontradas (una por cada diagrama):

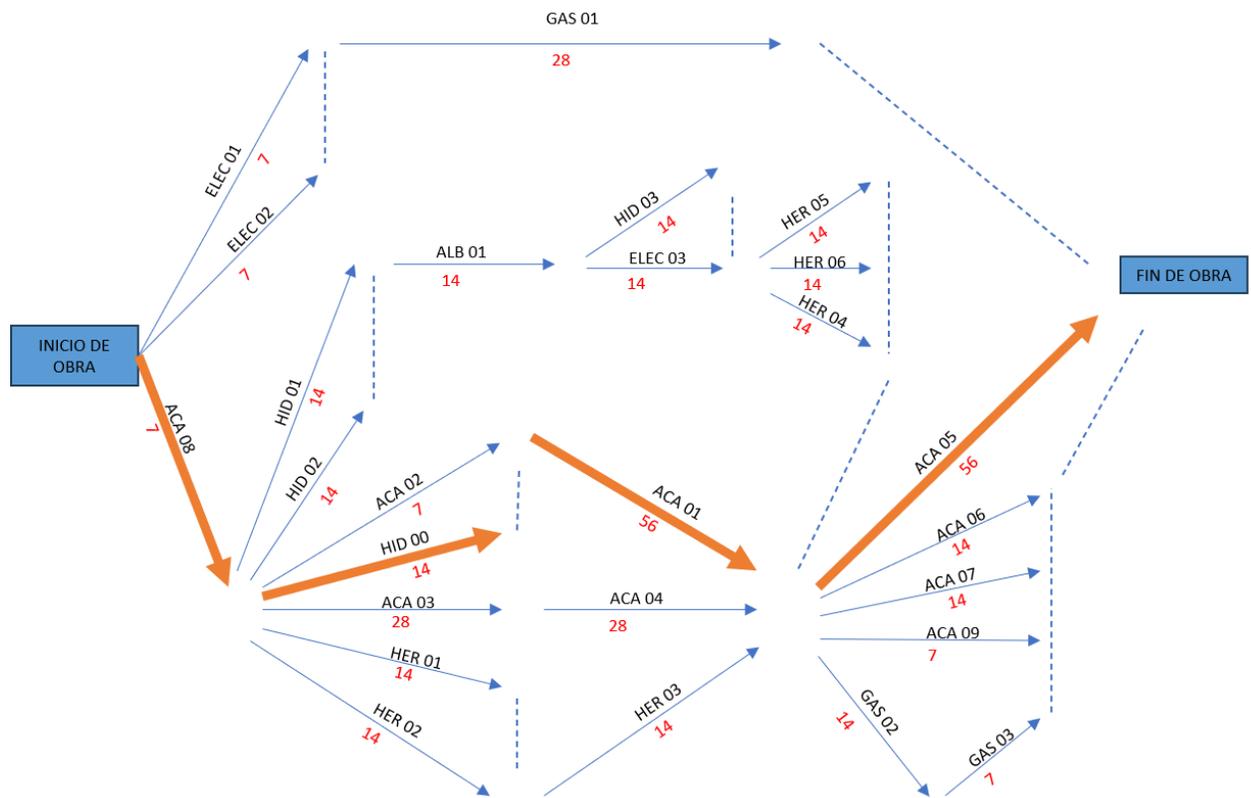


Diagrama 20. Ruta crítica para las actividades de los edificios.

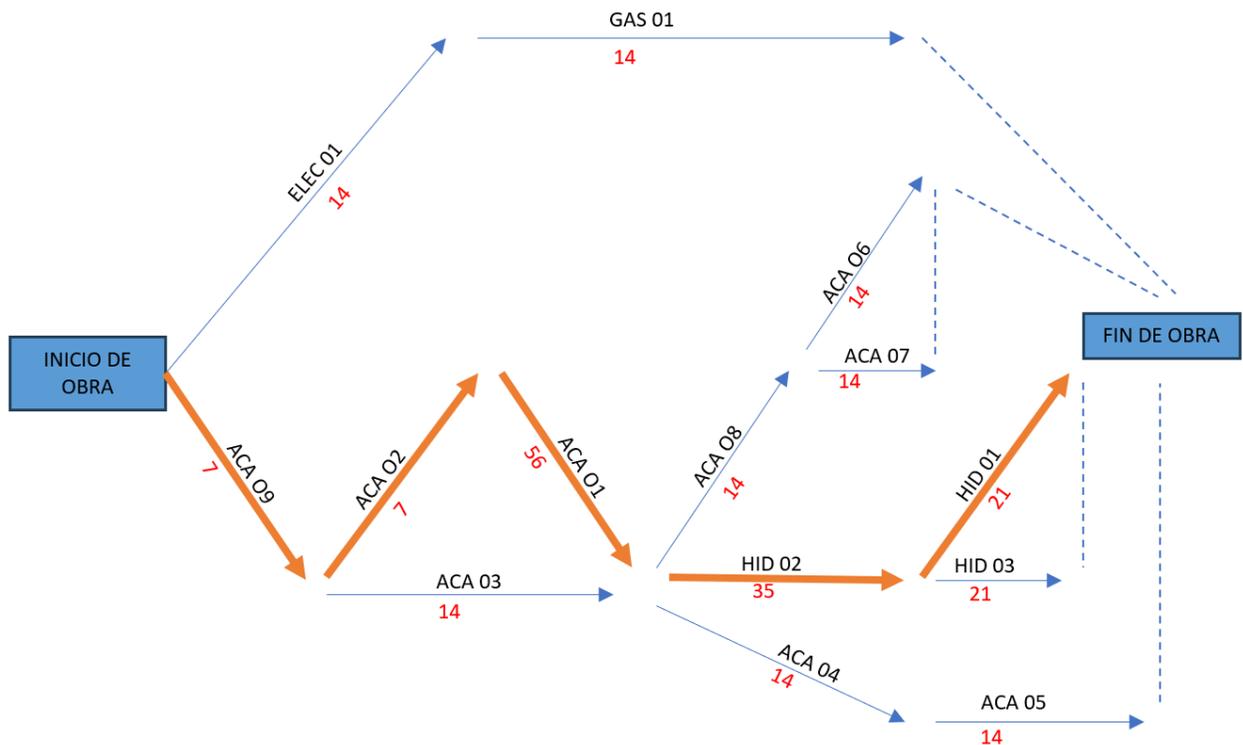


Diagrama 21. Ruta crítica para las actividades de las casas.

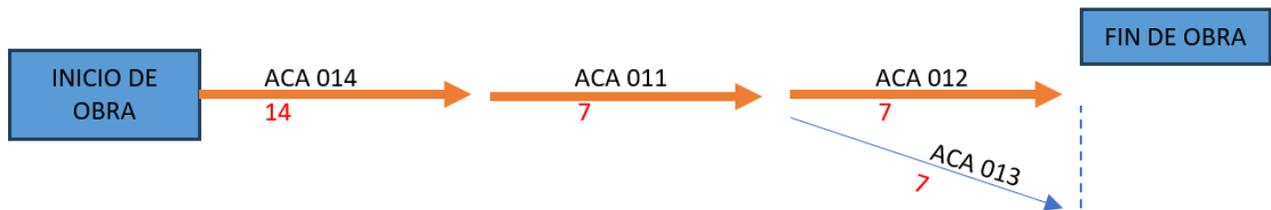


Diagrama 22. Ruta crítica para las actividades de la tienda.

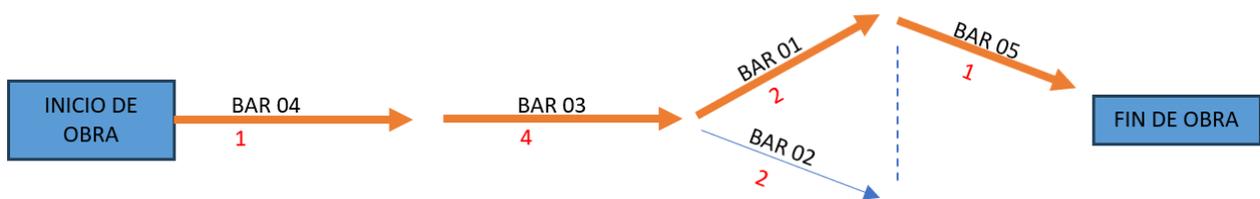


Diagrama 23. Ruta crítica para las actividades de la barda perimetral.

Se aprecia que para las actividades de la tienda y la barda perimetral son todas críticas. Esto no es completamente cierto, ya que el tiempo de duración de la obra queda definido por la red de actividades de los edificios en 133 días.

A continuación, se presentan las actividades críticas de los edificios, pues este programa es el que va a regir el proyecto:

Actividades críticas en edificios		
Abreviatura	Actividad	Duración
ACA 08	REPARACIÓN COLUMNAS	7 días
ACA 00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	14 días
ACA 01	IMPERMEABILIZACIÓN	56 días
ACA 05	PINTURA TANGERINA	56 días

Tabla 46. Actividades críticas de edificios.

Ya definida la secuencia de actividades, se puede expresar de manera visual en un programa de obra, el cual se describe en el capítulo siguiente.

4.2.3.2. PROGRAMA DE OBRA

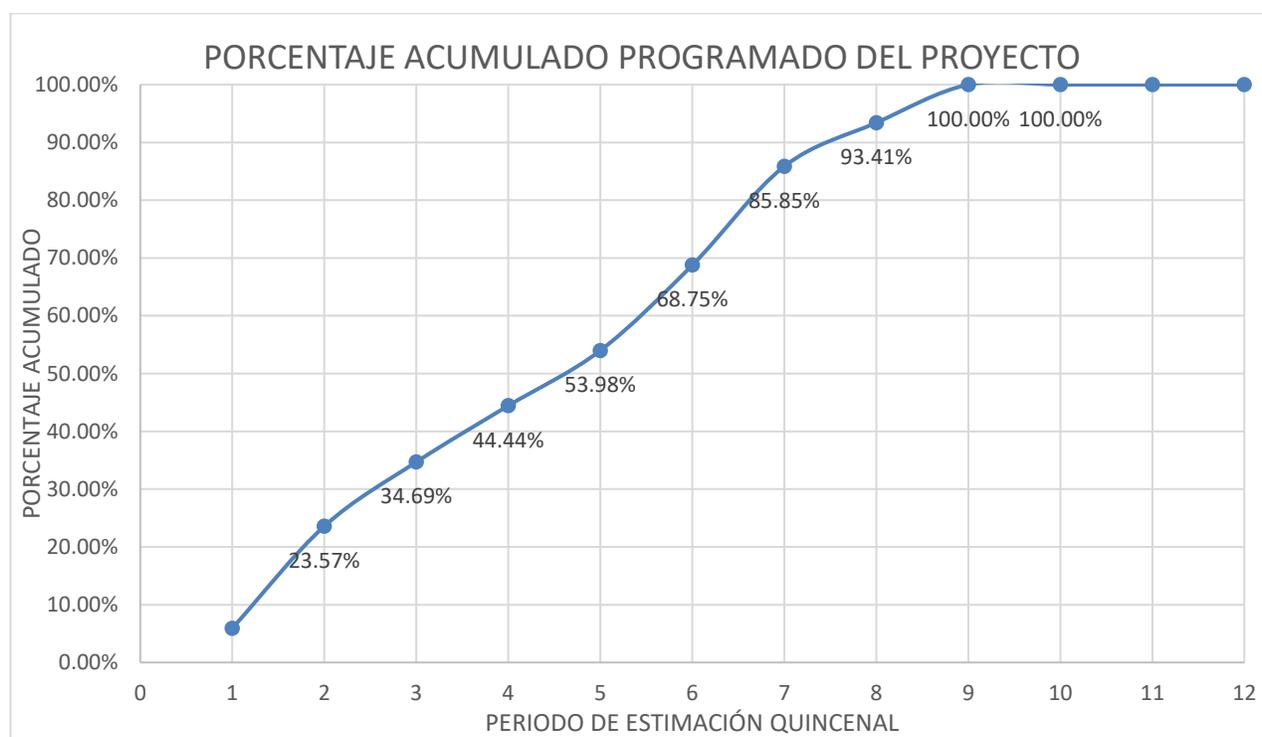
La gráfica de Gantt es una herramienta visual que nos va a permitir observar el inicio, fin, duración y subsecuencia de actividades que integran una obra. Es la manera más común de representar un programa de obra, en esta se encuentran las actividades de manera calendarizada.

A partir del análisis hecho en el capítulo 4.2.3.1. Red básica de actividades, se muestra el programa de obra realizado en software:

De acuerdo con el programa de obra realizado, se tomó la fecha prevista para la finalización de la obra el lunes 28 de abril de 2024. Esto es 18 días antes de la fecha establecida por el cliente (Secretaría de Marina). El inicio de obra se dio el martes 21 de mayo de acuerdo con las fechas establecidas.

Es tarea del ingeniero gestionar los recursos necesarios para terminar la fecha de acuerdo con el programa establecido.

Para una mejor representación de los avances de obra proyectados en el programa, se presenta a continuación la gráfica de trabajos acumulados expresado en porcentaje, de esta forma podemos ver de manera simplificada el avance que tendrá la obra:



Gráfica 04. Avance físico programado

4.2.4. CONTROL DE OBRA

En capítulos anteriores se desarrolló la planeación que se tuvo con respecto al proyecto de mantenimiento de la U.H. 23 de noviembre a fin de obtener una programación que eficiente los trabajos. Ya una vez iniciadas las actividades de mantenimiento, se comenzó con el control de obra, el cual se desarrollará en el presente capítulo.

El control de obra hace referencia a la coordinación de los recursos y actividades a fin de cumplir con los objetivos establecidos en cuanto a calidad, costos y tiempos se refiere. A continuación, haremos la comparación de los tiempos programados en capítulos anteriores contra los presentados durante la ejecución. Los tiempos de duración reflejarán el flujo real del efectivo durante los periodos de estimación.

4.2.4.1. CONTROL DE TIEMPOS

El dinero en la obra está estrechamente relacionado con el tiempo, pues al extenderse con los tiempos establecidos se generan sobre costos, ya sea por mantener la nómina de los trabajadores como la compra de materiales no contemplados, la renta de oficinas, campamentos, compra de insumos, pagos de servicios.

En particular para el proyecto de mantenimiento de la U.H. 23 de noviembre, existieron atrasos en ciertas actividades que se realizaban al aire libre debido a las intensas precipitaciones que se presentaron, ya que la temporada de lluvias en el estado de Veracruz abarca los meses comprendidos entre junio y noviembre. Dichos atrasos no tuvieron un gran impacto en costos, pues el programa planteó terminar el lunes 30 septiembre, mientras que, en la ejecución de los trabajos, se presentó el aviso de terminación de los trabajos el día viernes 15 de noviembre de 2024, respetando el periodo establecido por el cliente. Sin embargo, sí es necesario

A continuación, en la tabla 47 se presenta una relación de los volúmenes presentados en la obra durante los periodos de estimación. Posteriormente, en la tabla 48 se puede observar la comparativa de los montos programados (determinados en el capítulo 5.2.1.1. Planeación financiera) y los montos reales (sumatoria de los montos presentes en la estimación).

				UNIDAD	ESTIMACIÓN 4		ESTIMACIÓN 5		ESTIMACIÓN 6	
					VOL PRESENTADO	IMPORTE ESTIMACIÓN	VOL PRESENTADO	IMPORTE ESTIMACIÓN	VOL PRESENTADO	IMPORTE ESTIMACIÓN
EDIFICIO	ACABADOS	ACA-001	IMPER	m2	689.00	\$ 282,744.93	229.67	\$ 94,249.68	1,671.60	\$ 685,974.49
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	M2	64.00	\$ 10,999.04		\$ -	128.00	\$ 21,998.08
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	15.00	\$ 597.60		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2	3,024.00	\$ 883,280.16	93.00	\$ 27,164.37		\$ -
	ACABADOS	ACA-005	TANGERINA	m2	3,742.59	\$ 619,772.90	2,750.88	\$ 455,545.73	1,204.66	\$ 199,491.70
	ACABADOS	ACA-006	BLANCA	m2	542.28	\$ 84,226.93	154.36	\$ 23,975.20		\$ -
	ACABADOS	ACA-007	ROJA	m2	1,730.56	\$ 268,790.58	216.32	\$ 33,598.82		\$ -
	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	lt	26.00	\$ 18,413.72		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXT	m2		\$ -		\$ -	372.38	\$ 61,666.13
						\$ 2,168,825.86		\$ 634,533.79		\$ 969,130.40
	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	PIEZA		\$ -		\$ -	1.00	\$ 2,018.54
						\$ -		\$ -		\$ 2,018.54
	INSTALACIONES	HID-01	8m DE RED HID	salida	2.00	\$ 27,837.00		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXT	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PAS	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	GAS-01	CALENTADOR	pza		\$ -		\$ -	27.00	\$ 272,719.98
	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE EST	pza		\$ -		\$ -	3.00	\$ 61,825.50
	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-01	MANT CIST	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-02	MANT TANQUE	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
						\$ 27,837.00		\$ -		\$ 334,545.48
	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-02	MANT PUERTA AZOTEA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-05	MANT PUERTA BAJO ESCALERA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-06	FABR PUERTA BAJO ESCALERA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
						\$ -		\$ -		\$ -
	BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTR BOMBA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
					\$ -		\$ -		\$ -	
					\$ 2,196,662.86		\$ 634,533.79	0.00	\$ 1,305,694.42	
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPER	m2	1,116.65	\$ 458,239.66		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	164.57	\$ 6,556.47	43.56	\$ 1,735.43		\$ -
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-005	TANGERINA	m2	4.80	\$ 794.88		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-006.1	BLANCA	m2	1,114.18	\$ 233,097.60	224.88	\$ 47,047.14		\$ -
	ACABADOS	ACA-007	ROJA	m2	1,068.82	\$ 166,009.12	85.00	\$ 13,202.20		\$ -
	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TIN	m2	1,068.82	\$ 312,191.63	85.00	\$ 24,827.65		\$ -
	ACABADOS	ACA-009	REPARACION EST DE LOSAS	lt	15.00	\$ 10,623.30		\$ -		\$ -
						\$ 1,187,512.66		\$ 86,812.43		\$ -
	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-02	INST HIDR	salida	49.00	\$ 188,043.38		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-03	SUSTIT DE VALV	pza	68.00	\$ 144,500.68		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	GAS-01	SUST DE CAL	pza		\$ -		\$ -	35.00	\$ 353,525.90
					\$ 332,544.06		\$ -		\$ 353,525.90	
					\$ 1,520,056.72		\$ 86,812.43		\$ 353,525.90	
TIENDA	ACA-011	PLAFÓN	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
	ACA-012	PINTURA INT	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
	ACA-013	PINTURA EXT	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
	ACA-014	CUBIERTA DE LA	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
					\$ -		\$ -		\$ -	
BARDA	BAR-01	CASTILLO	ml		\$ -		\$ -		\$ -	
	BAR-02	CADENA	ml		\$ -		\$ -		\$ -	
	BAR-03	MURO	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
	BAR-04	DEMOLICIÓN	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
	BAR-05	RETIRO DE ESC	m3		\$ -		\$ -		\$ -	
					\$ -		\$ -		\$ -	
					\$ 3,716,719.59		\$ 721,346.22		\$ 1,659,220.32	
					\$ 12,186,695.17		\$ 12,908,041.39		\$ 14,567,261.70	
					19.34%		3.75%		8.63%	
					63.40%		67.15%		75.78%	
					\$ 1,115,015.88		\$ 216,403.87		\$ 497,766.09	
					\$ 3,656,008.55		\$ 3,872,412.42		\$ 4,370,178.51	

Tabla 47, sección 2. Control de estimaciones 4,5 y 6.

				UNIDAD	ESTIMACIÓN 7		ESTIMACIÓN 8		ESTIMACIÓN 9	
					VOL PRESENTADO	IMPORTE ESTIMACIÓN	VOL PRESENTADO	IMPORTE ESTIMACIÓN	VOL PRESENTADO	IMPORTE ESTIMACIÓN
EDIFICIO	ACABADOS	ACA-001	IMPER	m2	1,588.73	\$ 651,967.13		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	M2	128.00	\$ 21,998.08		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-005	TANGERINA	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-006	BLANCA	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-007	ROJA	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	lt		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXT	m2		\$ -		\$ -		\$ -
						\$ 673,965.21		\$ -		\$ -
	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	PIEZA		\$ -		\$ -		\$ -
						\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-01	8m DE RED HID	salida		\$ -		\$ -	18.00	\$ 250,533.00
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXT	pza	40.00	\$ 32,674.00		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PAS	pza	160.00	\$ 123,993.60		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	GAS-01	CALENTADOR	pza	20.00	\$ 202,014.80		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE EST	pza	17.00	\$ 350,344.50		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA	pza	10.00	\$ 83,099.60		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-01	MANT CIST	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-02	MANT TANQUE	pza	10.00	\$ 82,465.90		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	pza	10.00	\$ 80,314.70		\$ -		\$ -
						\$ 954,907.10		\$ -		\$ 250,533.00
	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	pza		\$ -	7.00	\$ 49,392.84		\$ -
	HERRERÍA	HERR-02	MANT PUERTA AZOTEA	pza		\$ -	13.00	\$ 75,897.12		\$ -
	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	pza		\$ -	10.00	\$ 45,112.40		\$ -
	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	pza		\$ -		\$ -	5.00	\$ 9,571.10
	HERRERÍA	HERR-05	MANT PUERTA BAJO ESCALERA	pza		\$ -	8.00	\$ 13,786.00		\$ -
	HERRERÍA	HERR-06	FABR PUERTA BAJO ESCALERA	pza		\$ -	0.00	\$ -		\$ -
					\$ -		\$ 184,188.36		\$ 9,571.10	
BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTR BOMBA	pza	10.00	\$ 61,118.10		\$ -		\$ -	
					\$ 61,118.10		\$ -		\$ -	
					\$ 1,689,990.41		\$ 184,188.36		\$ 260,104.10	
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPER	m2	1,044.20	\$ 428,508.35		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-005	TANGERINA	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-006.1	BLANCA	m2	257.94	\$ 53,963.63		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-007	ROJA	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TIN	m2		\$ -		\$ -		\$ -
	ACABADOS	ACA-009	REPARACION EST DE LOSAS	lt		\$ -		\$ -		\$ -
						\$ 482,471.98		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-02	INST HIDR	salida		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-03	SUSTIT DE VALV	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	pza	219.00	\$ 178,890.15		\$ -		\$ -
INSTALACIONES	GAS-01	SUST DE CAL	pza		\$ -		\$ -		\$ -	
					\$ 178,890.15		\$ -		\$ -	
					\$ 661,362.13		\$ -		\$ -	
TIENDA	ACA-011	PLAFÓN	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
	ACA-012	PINTURA INT	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
	ACA-013	PINTURA EXT	m2	173.46	\$ 28,724.98		\$ -		\$ -	
	ACA-014	CUBIERTA DE LA	m2	136.21	\$ 259,279.82		\$ -		\$ -	
					\$ 288,004.80		\$ -		\$ -	
BARDA	BAR-01	CASTILLO	ml	9.40	\$ 3,695.52		\$ -		\$ -	
	BAR-02	CADENA	ml	9.08	\$ 5,647.12		\$ -		\$ -	
	BAR-03	MURO	m2	18.56	\$ 9,815.27		\$ -		\$ -	
	BAR-04	DEMOLICIÓN	m2	17.74	\$ 8,042.78		\$ -		\$ -	
	BAR-05	RETIRO DE ESC	m3	2.81	\$ 769.32		\$ -		\$ -	
					\$ 27,970.02		\$ -		\$ -	
					\$ 2,667,327.36		\$ 184,188.36		\$ 260,104.10	
					\$ 17,234,589.06		\$ 17,418,777.42		\$ 17,678,881.52	
					13.88%		0.96%		1.35%	
					89.66%		90.62%		91.97%	
					\$ 800,198.21		\$ 55,256.51		\$ 78,031.23	
					\$ 5,170,376.72		\$ 5,225,633.23		\$ 5,303,664.46	

Tabla 47, sección 3. Control de estimaciones 7,8 y 9.

				UNIDAD	ESTIMACIÓN 10		ESTIMACIÓN 11		ESTIMACIÓN 12	
					VOL	IMPORTE	VOL	IMPORTE	VOL	IMPORTE
					PRESENTADO	ESTIMACIÓN	PRESENTADO	ESTIMACIÓN	PRESENTADO	ESTIMACIÓN
EDIFICIO	ACABADOS	ACA-001	IMPER	m2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	M2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-005	TANGERINA	m2		\$ -	\$ -	68.61	\$ 11,361.82	
	ACABADOS	ACA-006	BLANCA	m2		\$ -	\$ -		\$ -	
	ACABADOS	ACA-007	ROJA	m2		\$ -	110.59	\$ 17,176.84	105.53	\$ 16,390.92
	ACABADOS	ACA-008	REPARACIÓN COLUMNAS	lt		\$ -	0.00	\$ -	24.00	\$ 16,997.28
	ACABADOS	ACA-009	MUROS EXT	m2		\$ -	438.42	\$ 72,602.35	3,046.29	\$ 504,465.62
						\$ -		\$ 89,779.19		\$ 549,215.64
	ALBAÑILERÍA	ALB-001	TAPAS DE REGISTRO	PIEZA		\$ -	29.00	\$ 58,537.66		\$ -
						\$ -		\$ 58,537.66		\$ -
	INSTALACIONES	HID-01	8m DE RED HID	salida		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS EXT	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	ELEC-02	LUMINARIAS PAS	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	GAS-01	CALENTADOR	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	GAS-02	TANQUE EST	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	GAS-03	ACOMETIDA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-01	MANT CIST	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-02	MANT TANQUE	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-03	BOMBA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
						\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-01	FABRICACIÓN PUERTA AZOTEA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-02	MANT PUERTA AZOTEA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-03	ESCALERAS EN AZOTEA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	HERRERÍA	HERR-04	PUERTA CUARTO DE BOMBA	pza		\$ -	5.00	\$ 9,571.10		\$ -
	HERRERÍA	HERR-05	MANT PUERTA BAJO ESCALERA	pza		\$ -	1.00	\$ 1,723.25	1.00	\$ 1,723.25
	HERRERÍA	HERR-06	FABR PUERTA BAJO ESCALERA	pza	10.00	\$ 29,499.60		\$ -		\$ -
						\$ 29,499.60		\$ 11,294.35		\$ 1,723.25
	BOMBA	ELEC-03	SALIDA ELÉCTR BOMBA	pza		\$ -		\$ -		\$ -
					\$ -	0.00	\$ -	0.00	\$ -	
					\$ 29,499.60		\$ 159,611.20		\$ 550,938.89	
CASAS	ACABADOS	ACA-001	IMPER	m2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-002	RESANADOR	m2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-003	RETIRO DE PINTURA	m2	87.15	\$ 3,472.06		\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-004	ESTUCO MUROS	m2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-005	TANGERINA	m2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-006.1	BLANCA	m2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	ACABADOS	ACA-007	ROJA	m2		\$ -	14.18	\$ 2,202.44		\$ -
	ACABADOS	ACA-008	ESTUCO EN MUROS DE TIN	m2		\$ -	14.18	\$ 4,141.84		\$ -
	ACABADOS	ACA-009	REPARACION EST DE LOSAS	lt		\$ -		\$ -		\$ -
						\$ 3,472.06		\$ 6,344.27		\$ -
	INSTALACIONES	HID-01	TINACO	pza		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-02	INST HIDR	salida		\$ -		\$ -		\$ -
	INSTALACIONES	HID-03	SUSTIT DE VALV	pza		\$ -	78.00	\$ 165,750.78		\$ -
	INSTALACIONES	ELEC-01	LUMINARIAS	pza		\$ -		\$ -		\$ -
INSTALACIONES	GAS-01	SUST DE CAL	pza		\$ -	28.00	\$ 282,820.72	10.00	\$ 101,007.40	
					\$ -		\$ 448,571.50		\$ 101,007.40	
					\$ 3,472.06		\$ 454,915.77		\$ 101,007.40	
TIENDA	ACA-011	PLAFÓN	m2		\$ -	128.00	\$ 91,575.04		\$ -	
	ACA-012	PINTURA INT	m2		\$ -		\$ -	311.91	\$ 48,208.81	
	ACA-013	PINTURA EXT	m2		\$ -		\$ -	3.54	\$ 586.22	
	ACA-014	CUBIERTA DE LA	m2		\$ -		\$ -	51.79	\$ 98,583.82	
					\$ -		\$ 91,575.04		\$ 147,378.85	
BARDA	BAR-01	CASTILLO	ml		\$ -		\$ -	0.20	\$ 78.63	
	BAR-02	CADENA	ml		\$ -		\$ -	2.52	\$ 1,567.26	
	BAR-03	MURO	m2		\$ -		\$ -		\$ -	
	BAR-04	DEMOLICIÓN	m2		\$ -		\$ -	0.82	\$ 371.76	
	BAR-05	RETIRO DE ESC	m3		\$ -		\$ -	12.19	\$ 3,337.38	
					\$ -		\$ -		\$ 5,355.03	
					\$ 32,971.66		\$ 706,102.01		\$ 804,680.18	
					\$ 17,711,853.17		\$ 18,417,955.19		\$ 19,222,635.36	
					0.17%		3.67%		4.19%	
					92.14%		95.81%		100.00%	
					\$ 9,891.50		\$ 211,830.60		\$ 241,404.05	
					\$ 5,313,555.95		\$ 5,525,386.56		\$ 5,766,790.61	

Tabla 47, sección 4. Control de estimaciones 10,11 y 12.

PERIODO DE ESTIMACIÓN QUINCENAL	MONTO PROGRAMADO	ACUMULADO PROGRAMADO	MONTO REAL	ACUMULADO REAL
UNO	\$ 1,138,049.49	\$ 1,138,049.49	\$ 1,844,912.12	\$ 1,844,912.12
DOS	\$ 3,392,911.32	\$ 4,530,960.81	\$ 3,190,216.89	\$ 5,035,129.01
TRES	\$ 2,136,557.70	\$ 6,667,518.51	\$ 3,434,846.57	\$ 8,469,975.58
CUATRO	\$ 1,874,781.38	\$ 8,542,299.89	\$ 3,716,719.59	\$ 12,186,695.17
CINCO	\$ 1,834,503.31	\$ 10,376,803.19	\$ 721,346.22	\$ 12,908,041.39
SEIS	\$ 2,839,140.87	\$ 13,215,944.07	\$ 1,659,220.32	\$ 14,567,261.70
SIETE	\$ 3,287,337.61	\$ 16,503,281.68	\$ 2,667,327.36	\$ 17,234,589.06
OCHO	\$ 1,452,936.42	\$ 17,956,218.09	\$ 184,188.36	\$ 17,418,777.42
NUEVE	\$ 1,266,417.27	\$ 19,222,635.36	\$ 260,104.10	\$ 17,678,881.52
DIEZ	\$ -	\$ 19,222,635.36	\$ 32,971.66	\$ 17,711,853.17
ONCE	\$ -	\$ 19,222,635.36	\$ 706,102.01	\$ 18,417,955.19
DOCE	\$ -	\$ 19,222,635.36	\$ 804,680.18	\$ 19,222,635.36

Tabla 48. Comparación de montos programados contra montos reales.

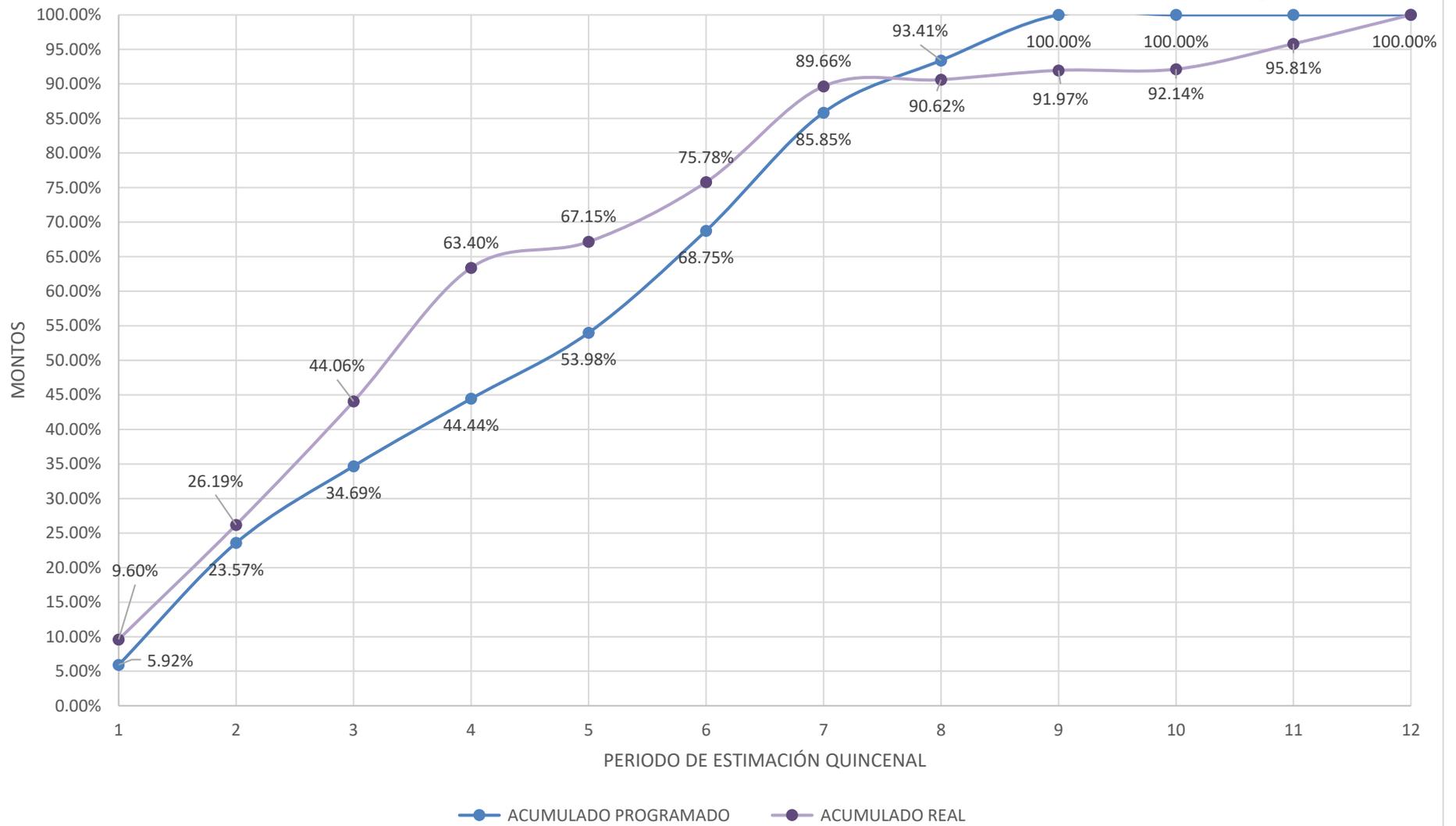
Podemos establecer estos datos como porcentajes del total del monto, de esta manera presentar la gráfica de avance físico de la obra. El avance físico es la cantidad de trabajo realizado.

A continuación, se presentan la tabla 49 con los porcentajes de trabajos ejecutados y la gráfica 05 que compara el avance físico programado contra el avance físico real:

PERIODO DE ESTIMACIÓN QUINCENAL	MONTO PROGRAMADO	ACUMULADO PROGRAMADO	MONTO REAL	ACUMULADO REAL
UNO	5.92%	5.92%	9.60%	9.60%
DOS	17.65%	23.57%	16.60%	26.19%
TRES	11.11%	34.69%	17.87%	44.06%
CUATRO	9.75%	44.44%	19.34%	63.40%
CINCO	9.54%	53.98%	3.75%	67.15%
SEIS	14.77%	68.75%	8.63%	75.78%
SIETE	17.10%	85.85%	13.88%	89.66%
OCHO	7.56%	93.41%	0.96%	90.62%
NUEVE	6.59%	100.00%	1.35%	91.97%
DIEZ	0.00%	100.00%	0.17%	92.14%
ONCE	0.00%	100.00%	3.67%	95.81%
DOCE	0.00%	100.00%	4.19%	100.00%

Tabla 49. Porcentaje acumulado real de trabajos realizados.

COMPARACIÓN AVANCE FÍSICO PROGRAMADO CONTRA AVANCE REAL



Gráfica 05. Comparación del avance físico real contra el programado.

La gráfica nos presenta un comportamiento muy acelerado al principio que nos indica una rapidez mayor a la que se tenía programada. Es hasta el noveno periodo de estimación quincenal, que los avances reales se atrasan con respecto a la proyección. Sin embargo, no se consideran sobre costos puesto que para este punto el avance de la obra ya representaba un 90.62% del monto total del contrato (dato obtenido de la tabla 47 en su sección 3), el personal técnico ya se encontraba reducido en cantidad y se llevaba una gran ventaja en trabajos programados.

Sin embargo, recordemos que existe un desfase entre la entrega de la estimación y el pago de esta, por lo que es necesario recurrir al financiamiento para poder contar con el dinero suficiente para cubrir todos los gastos. A continuación, se presentan los pagos de las estimaciones con desfases, el porcentaje que correspondiente ejecutado y desfasado y se procederá a plasmar el comportamiento del flujo de efectivo como se realizó durante la planeación financiera, sin embargo, estos montos serán calculados tomando como base el precio unitario y no el costo de operación (CD+CI).

Periodo de estimación quincenal	Monto de la estimación	% ejercido
ESTIMACIÓN 1	\$ -	
ESTIMACIÓN 2	\$ -	
ESTIMACIÓN 3	\$ -	
ESTIMACIÓN 4	\$1,844,912.12	9.60%
ESTIMACIÓN 5	\$3,190,216.89	16.60%
ESTIMACIÓN 6	\$3,434,846.57	17.87%
ESTIMACIÓN 7	\$3,716,719.59	19.34%
ESTIMACIÓN 8	\$721,346.22	3.75%
ESTIMACIÓN 9	\$1,659,220.32	8.63%
ESTIMACIÓN 10	\$2,667,327.36	13.88%
ESTIMACIÓN 11	\$184,188.36	0.96%
ESTIMACIÓN 12	\$260,104.10	1.35%
PERIODO 13	\$32,971.66	0.17%
PERIODO 14	\$706,102.01	3.67%
PERIODO 15	\$804,680.18	4.19%

Tabla 50. Montos de las estimaciones quincenales con su respectivo desfase.

Se observa que las últimas tres filas se cambia el término “Estimación” por “periodo”, ya que en este lapso de tiempo no se ejecutaron trabajos, sin embargo, representa los desfases antes mencionados.

Recordando el procedimiento utilizado durante la planeación financiera, debemos descontar la amortización del anticipo al monto de la estimación, este dato se obtiene multiplicando el porcentaje ejercido durante el periodo multiplicado por el pago de \$5,766,790.61. Otra forma de obtenerse es

multiplicar el monto de la estimación por un 30%, el cual es el porcentaje acordado en el contrato para el anticipo. En la siguiente tabla se muestra el monto de la amortización por estimación y la resta correspondiente, la cual corresponde a los ingresos del periodo; además se integran los montos sin desfase en la columna de los gastos del periodo, recordando que son gastos que la empresa ejecuta para realizar los trabajos:

Periodo de estimación quincenal	Anticipo	Monto de la estimación	% ejercido	Amortización	Ingresos del periodo	Gastos del periodo
ESTIMACIÓN 1	\$ 5,766,790.61	\$ -		\$ -	\$ 5,766,790.61	\$ 1,844,912.12
ESTIMACIÓN 2		\$ -		\$ -	\$ -	\$ 3,190,216.89
ESTIMACIÓN 3		\$ -		\$ -	\$ -	\$ 3,434,846.57
ESTIMACIÓN 4		\$ 1,844,912.12	9.60%	\$ 553,473.64	\$ 1,291,438.48	\$ 3,716,719.59
ESTIMACIÓN 5		\$ 3,190,216.89	16.60%	\$ 957,065.07	\$ 2,233,151.82	\$ 721,346.22
ESTIMACIÓN 6		\$ 3,434,846.57	17.87%	\$ 1,030,453.97	\$ 2,404,392.60	\$ 1,659,220.32
ESTIMACIÓN 7		\$ 3,716,719.59	19.34%	\$ 1,115,015.88	\$ 2,601,703.71	\$ 2,667,327.36
ESTIMACIÓN 8		\$ 721,346.22	3.75%	\$ 216,403.87	\$ 504,942.35	\$ 184,188.36
ESTIMACIÓN 9		\$ 1,659,220.32	8.63%	\$ 497,766.09	\$ 1,161,454.22	\$ 260,104.10
ESTIMACIÓN 10		\$ 2,667,327.36	13.88%	\$ 800,198.21	\$ 1,867,129.15	\$ 32,971.66
ESTIMACIÓN 11		\$ 184,188.36	0.96%	\$ 55,256.51	\$ 128,931.85	\$ 706,102.01
ESTIMACIÓN 12		\$ 260,104.10	1.35%	\$ 78,031.23	\$ 182,072.87	\$ 804,680.18
PERIODO 13		\$ 32,971.66	0.17%	\$ 9,891.50	\$ 23,080.16	\$ -
PERIODO 14		\$ 706,102.01	3.67%	\$ 211,830.60	\$ 494,271.41	\$ -
PERIODO 15		\$ 804,680.18	4.19%	\$ 241,404.05	\$ 563,276.12	\$ -

Tabla 51. Gastos e ingresos del periodo.

Posteriormente, se realizan los acumulados a fin de determinar la gráfica que nos muestra la necesidad de financiamiento. Esta gráfica será denominada “avance físico- financiero”, pues representa los avances físicos de la obra, el comportamiento financiero de los gastos del periodo y cómo se va recuperando el dinero invertido.

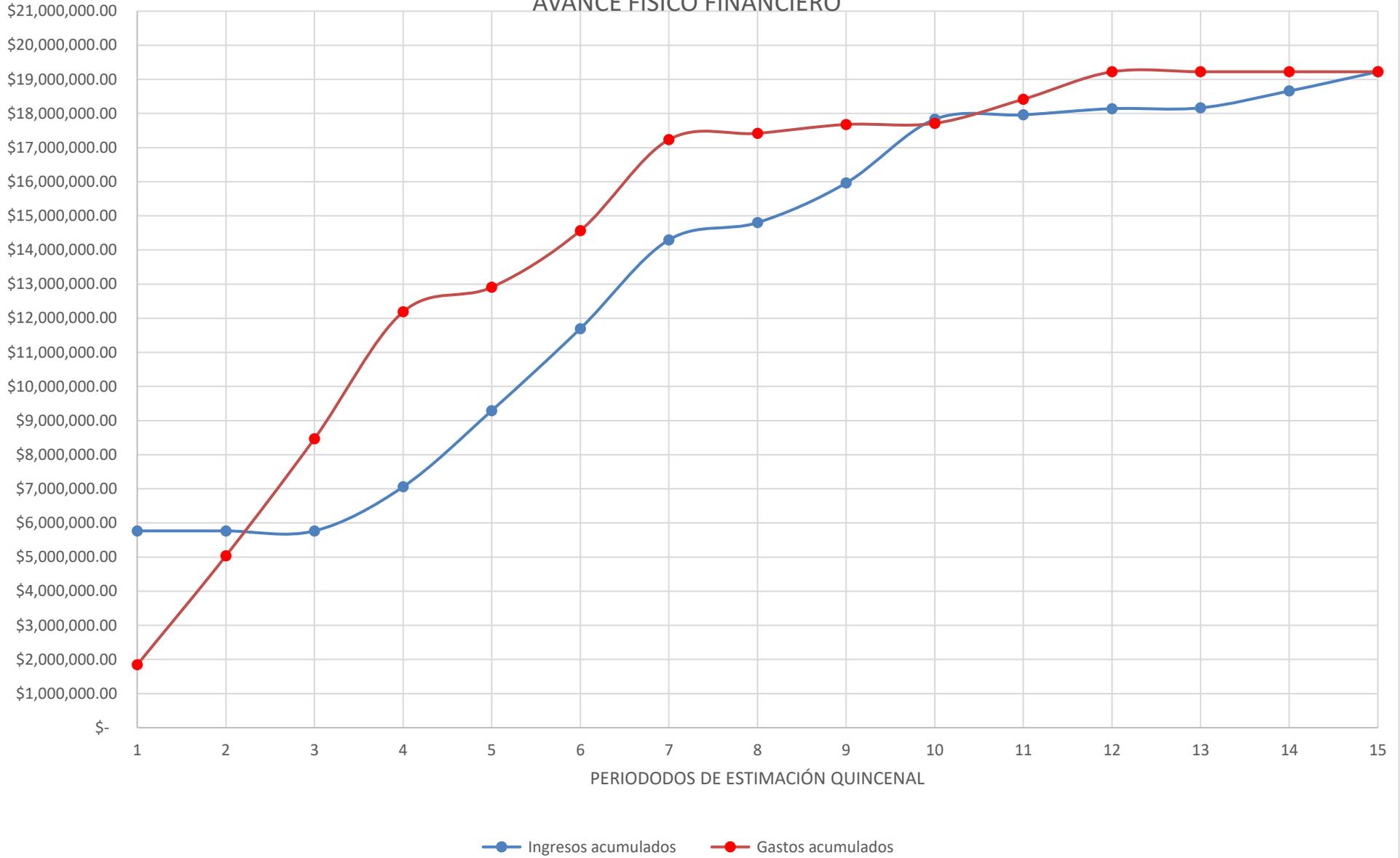
Los datos acumulados se muestran en la siguiente tabla:

Periodo de estimación quincenal	Ingresos del periodo	Gastos del periodo	Ingresos acumulados	Gastos acumulados	Financiamiento
ESTIMACIÓN 1	\$ 5,766,790.61	\$ 1,844,912.12	\$ 5,766,790.61	\$ 1,844,912.12	\$ 3,921,878.49
ESTIMACIÓN 2	\$ -	\$ 3,190,216.89	\$ 5,766,790.61	\$ 5,035,129.01	\$ 731,661.60
ESTIMACIÓN 3	\$ -	\$ 3,434,846.57	\$ 5,766,790.61	\$ 8,469,975.58	-\$ 2,703,184.97
ESTIMACIÓN 4	\$ 1,291,438.48	\$ 3,716,719.59	\$ 7,058,229.09	\$ 12,186,695.17	-\$ 5,128,466.08
ESTIMACIÓN 5	\$ 2,233,151.82	\$ 721,346.22	\$ 9,291,380.92	\$ 12,908,041.39	-\$ 3,616,660.47
ESTIMACIÓN 6	\$ 2,404,392.60	\$ 1,659,220.32	\$ 11,695,773.52	\$ 14,567,261.70	-\$ 2,871,488.19

ESTIMACIÓN 7	\$ 2,601,703.71	\$ 2,667,327.36	\$ 14,297,477.23	\$ 17,234,589.06	-\$ 2,937,111.83
ESTIMACIÓN 8	\$ 504,942.35	\$ 184,188.36	\$ 14,802,419.58	\$ 17,418,777.42	-\$ 2,616,357.84
ESTIMACIÓN 9	\$ 1,161,454.22	\$ 260,104.10	\$ 15,963,873.80	\$ 17,678,881.52	-\$ 1,715,007.72
ESTIMACIÓN 10	\$ 1,867,129.15	\$ 32,971.66	\$ 17,831,002.95	\$ 17,711,853.17	\$ 119,149.78
ESTIMACIÓN 11	\$ 128,931.85	\$ 706,102.01	\$ 17,959,934.80	\$ 18,417,955.19	-\$ 458,020.39
ESTIMACIÓN 12	\$ 182,072.87	\$ 804,680.18	\$ 18,142,007.67	\$ 19,222,635.36	-\$ 1,080,627.69
PERIODO 13	\$ 23,080.16	\$ -	\$ 18,165,087.83	\$ 19,222,635.36	-\$ 1,057,547.53
PERIODO 14	\$ 494,271.41	\$ -	\$ 18,659,359.24	\$ 19,222,635.36	-\$ 563,276.12
PERIODO 15	\$ 563,276.12	\$ -	\$ 19,222,635.36	\$ 19,222,635.36	\$ -

Tabla 52. Montos a financiar.

AVANCE FÍSICO FINANCIERO



Gráfica 06. Avance Físico-financiero

Recordemos que el área entre las dos curvas corresponde al financiamiento ya calculado en la tabla 29, este implicará un costo financiero que representa la ganancia de la empresa crediticia. A diferencia de los montos obtenidos en la planeación financiera, estos sí pueden obtenerse a tiempo real, pues los financiamientos se realizan durante la ejecución de la obra. A continuación, se presenta la tabla 53, que nos muestra durante qué mes se ejecuta el periodo de estimación, la tasa de CETES anual que se manejaba en ese momento y su conversión a tasa mensual. Posteriormente, la tabla 54, utilizará las tasas de financiamiento mensual calculadas para obtener el costo financiero de cada periodo:

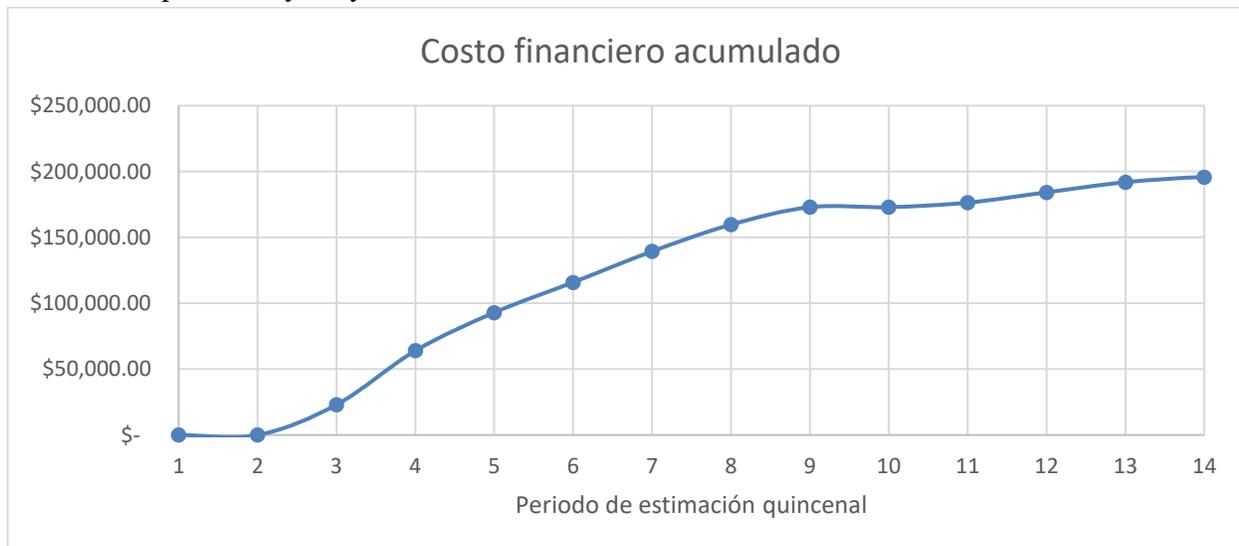
Periodo de estimación quincenal	MES CORRESPONDIENTE	TASA ANUAL CETES	TASA MENSUAL CETES
ESTIMACIÓN 1	MAYO	11.40%	0.950%
ESTIMACIÓN 2	JUNIO	10.20%	0.850%
ESTIMACIÓN 3	JUNIO	10.20%	0.850%
ESTIMACIÓN 4	JULIO	9.60%	0.800%
ESTIMACIÓN 5	JULIO	9.60%	0.800%
ESTIMACIÓN 6	AGOSTO	9.60%	0.800%
ESTIMACIÓN 7	AGOSTO	9.60%	0.800%
ESTIMACIÓN 8	SEPTIEMBRE	9.30%	0.775%
ESTIMACIÓN 9	SEPTIEMBRE	9.30%	0.775%
ESTIMACIÓN 10	OCTUBRE	9.00%	0.750%
ESTIMACIÓN 11	OCTUBRE	9.00%	0.750%
ESTIMACIÓN 12	NOVIEMBRE	8.70%	0.725%
PERIODO 13	NOVIEMBRE	8.70%	0.725%
PERIODO 14	DICIEMBRE	8.40%	0.700%
PERIODO 15	DICIEMBRE	8.40%	0.700%

Tabla 53. Tasa de cetes durante el 2024.

Periodo de estimación quincenal	Financiamiento	TASA MENSUAL CETES	Costo financiero	Costo financiero acumulado
ESTIMACIÓN 1	\$ 3,921,878.49	0.95%	\$ -	\$ -
ESTIMACIÓN 2	\$ 731,661.60	0.85%	\$ -	\$ -
ESTIMACIÓN 3	-\$ 2,703,184.97	0.85%	-\$ 22,977.07	-\$ 22,977.07
ESTIMACIÓN 4	-\$ 5,128,466.08	0.80%	-\$ 41,027.73	-\$ 64,004.80
ESTIMACIÓN 5	-\$ 3,616,660.47	0.80%	-\$ 28,933.28	-\$ 92,938.08
ESTIMACIÓN 6	-\$ 2,871,488.19	0.80%	-\$ 22,971.91	-\$ 115,909.99
ESTIMACIÓN 7	-\$ 2,937,111.83	0.80%	-\$ 23,496.89	-\$ 139,406.88
ESTIMACIÓN 8	-\$ 2,616,357.84	0.78%	-\$ 20,276.77	-\$ 159,683.66
ESTIMACIÓN 9	-\$ 1,715,007.72	0.78%	-\$ 13,291.31	-\$ 172,974.97
ESTIMACIÓN 10	\$ 119,149.78	0.75%	\$ -	-\$ 172,974.97
ESTIMACIÓN 11	-\$ 458,020.39	0.75%	-\$ 3,435.15	-\$ 176,410.12
ESTIMACIÓN 12	-\$ 1,080,627.69	0.73%	-\$ 7,834.55	-\$ 184,244.67
PERIODO 13	-\$ 1,057,547.53	0.73%	-\$ 7,667.22	-\$ 191,911.89
PERIODO 14	-\$ 563,276.12	0.70%	-\$ 3,942.93	-\$ 195,854.82
PERIODO 15	\$ -	0.70%	\$ -	-\$ 195,854.82

Tabla 54. Costo financiero por periodo de estimación quincenal.

De forma análogo a la planeación financiera, se muestra en la siguiente gráfica el acumulado de los costos financieros para observar que su aceleración es nula durante los primeros periodos de estimación quincenal y muy lenta durante los últimos.



Gráfica 07. Costo financiero acumulado.

Obtenemos que el costo del financiamiento es de \$195,854.82, mientras que en la planeación de los trabajos se esperaba un monto de \$161,449.06. Si realizamos la resta correspondiente, encontramos una diferencia de \$34,405.76, esta cifra es dinero que se resta a la utilidad esperada de la empresa. Si realizamos la operación correspondiente, podemos decir que se alcanzó en un 82.43% la meta financiera planteada. Concluyendo que la empresa no tuvo pérdidas por los atrasos, sin embargo, no se alcanzó la utilidad deseada.

$$\frac{\$161,449.06}{\$195,854.82} * 100 = 82.43\%$$

Operación 37. Porcentaje alcanzado de la meta financiera.

Como se mencionó anteriormente, el atraso de las actividades puede repercute en el tema financiero. Para el caso particular del mantenimiento de la U.H. 23 de noviembre, el periodo de lluvias se extendió en varios días, dificultando la realización de varias actividades al aire libre como la aplicación de pintura e impermeabilizante, lo que trajo como consecuencia un desfase entre los pagos de los recursos de la construcción (sueldos, materiales, herramienta menor) y el cobro al cliente por trabajos realizados. Este desfase no representa pérdidas para la empresa, sin embargo, es dinero que se utiliza desde la utilidad programada, por lo que se arriesga a que la utilidad sea menor a la deseada.

4.2.4.2. SUPERVISIÓN DE TRABAJOS

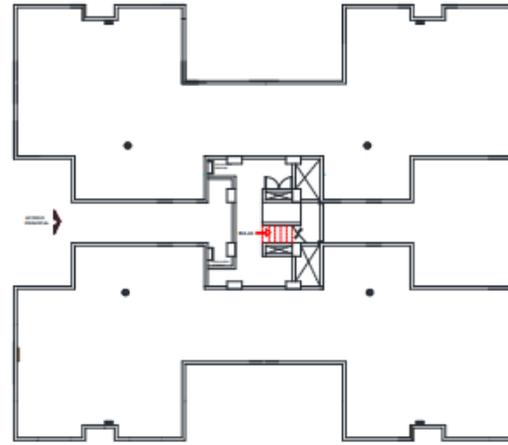
El control de obra implica la supervisión de la calidad de los trabajos. Antes de ser entregados al cliente final el ingeniero debe establecer criterios de aceptación o rechazo y observar de manera rutinaria el cumplimiento de estos estándares.

Con el fin de avalar de manera formal la aceptación de los trabajos, se dieron recorridos periódicos con elementos de la Secretaría de Marina (el cliente). Se acordó firmar “liberaciones” de trabajos, ya que la Unidad es una obra que ya está en uso, por lo que los usuarios tienden a manchar elementos ya pintados, hacer modificaciones en sus viviendas, etc.

Una liberación consiste en un “check list” donde se enuncian los trabajos realizados y se llenan de forma manual si se cumplen con los criterios establecidos y las observaciones que el cliente haga con respecto al concepto. Si llega a existir una observación o un rechazo, la contratista cae en la obligación de corregir el error; por el contrario, si no existen objeciones, el elemento (casa o edificio) queda “liberado”.

A continuación, se ilustran los formatos de liberaciones manejados para los edificios y las casas:

LOGO DE LA EMPRESA	NOMBRE DE LA EMPRESA		
	LIBERACIONES DE CASAS		
	"MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA UNIDAD HABITACIONAL 23 DE NOVIEMBRE, EN LA TERCERA REGION NAVAL (RN-3), EN VERACRUZ, VER."	No. DE CONTRATO:	c-22/2024
		No. Casa:	
Fecha:			



PLANTA DE AZOTEA

UBICACIÓN DE LAS OBSERVACIONES

NÚMERO	CHECK LIST ENTREGA DE CASAS	SE ACEPTA		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	IMPERMEABILIZANTE			
2	PINTURA			
3	EQUIPO DE BOMBEO			
4	PUERTA BAJO ESCALERA			
5	PUERTA 2.20 CUARTO DE BOMBA			
6	TAPAS DE CISTERNA			
7	PUERTAS EN AZOTEA			
8	LUMINARIAS			
9	ESCALERA EN AZOTEA			
10	TANQUE ESTACIONARIO			
11	CALENTADORES			

ENTREGA
SUPERINTENDENTE DE CONSTRUCCIÓN:

RECBE
RESIDENTE DE OBRA
SECRETARÍA DE MARINA

Imagen 38. Liberaciones de edificios.

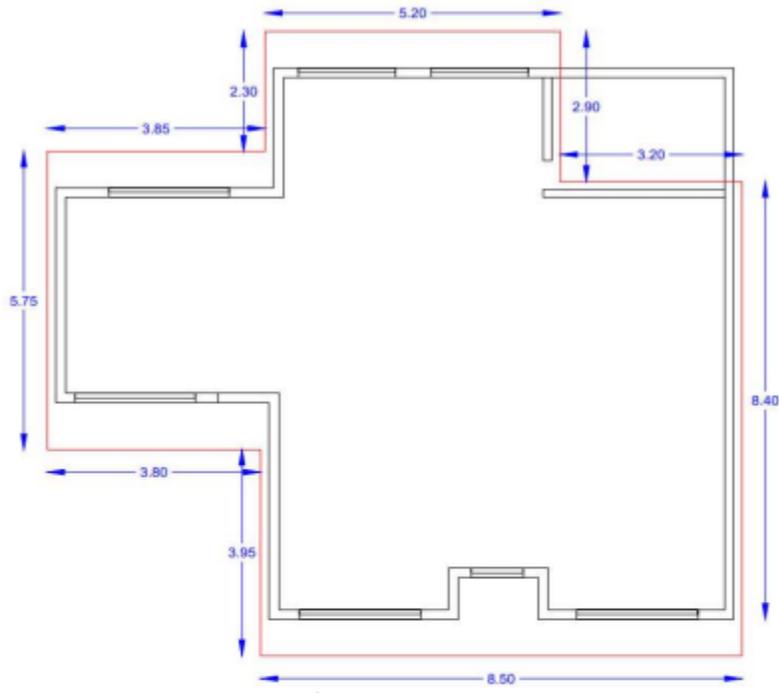
LOGO DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

"MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA UNIDAD HABITACIONAL 23 DE NOVIEMBRE, EN LA TERCERA REGION NAVAL (RN-3), EN VERACRUZ, VER."

No. Casa:

Fecha:



UBICACIÓN DE LAS OBSERVACIONES

NUMERO	CHECK LIST ENTREGA DE CASAS	SE ACEPTA		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	IMPERMEABILIZANTE			
2	PINTURA			
3	REPARACION DE LOSAS			
4	INSTALACION DE TINACOS			
5	INSTALACION DE LUMINARIAS			
6	INSTALACION DE CALENTADORES			



UBICACIÓN DE CASA EN CROQUIS DE LA UNIDAD

ENTREGA

RECIBE

Imagen 39. Liberaciones de edificios.

Se llevó un seguimiento de qué viviendas quedaban liberadas y se trabajó sobre los detalles observados en los recorridos. Al final del proyecto, se llenaron 10 liberaciones de edificios y 73 de casas (una por vivienda).

De igual forma, se llevó un seguimiento de los elementos instalados como los calentadores dentro de las viviendas. Se manejaron “recibos” en los que los habitantes firmaban de conformidad con la instalación de su calentador, atestiguando así que el concepto se ejecutó en tiempo y forma. A continuación, se presenta el ejemplo de un recibo llenado en campo:

JUNIO DEL 2024

"MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA UNIDAD HABITACIONAL 23 DE NOVIEMBRE, EN LA TERCERA REGION NAVAL (RN-3), VERACRUZ, VER."

RECIBO DE ENTREGA DE CALENTADOR DE AGUA

Se recibe con satisfacción la sustitución del calentador de agua de 38 lts

Numero de departamento	Nombre de quien recibe.
Técnico Responsable	Autorizó

Imagen 40. Recibo de calentadores.

5. CONCLUSIONES

El mantenimiento de una unidad habitacional no solo es esencial para preservar su funcionalidad, seguridad y valor económico, sino que también constituye un factor determinante en la calidad de vida de sus habitantes. A lo largo de esta investigación se ha demostrado que la adecuada planeación de los trabajos de mantenimiento, basada en diagnósticos técnicos y priorización de necesidades, permite una mejor asignación de recursos y evita intervenciones improvisadas que pueden resultar más costosas a largo plazo.

Asimismo, la elaboración y seguimiento de un programa de obra estructurado y realista garantiza que las actividades de mantenimiento se ejecuten de manera ordenada, en tiempos adecuados y con mínima afectación a los residentes. Este instrumento no solo permite coordinar eficazmente a los distintos actores involucrados, sino que también facilita la evaluación del avance de los trabajos.

Finalmente, la supervisión constante de la calidad en cada fase del proceso es un elemento fundamental para asegurar que los trabajos se realicen conforme a las especificaciones técnicas y normativas aplicables. Solo mediante una vigilancia rigurosa y profesional es posible lograr resultados duraderos y acordes a las expectativas de los usuarios.

En conjunto, estos tres pilares—planeación, programación y supervisión—forman la base de un modelo de mantenimiento eficiente, preventivo y sostenible, que debe ser promovido e implementado en toda unidad habitacional con miras a preservar su integridad física y social a lo largo del tiempo.

REFERENCIAS

1. Gómez, A. y Tanus, O. (2021). La vivienda en México: Ciudades dentro de ciudades. *Fundarqmx, Art. (4)*. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de <https://www.fundarqmx.org/post/la-vivienda-en-m%C3%A9xico-ciudades-dentro-de-ciudades>
2. INEGI, Información Demográfica y Social. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1940/>
3. Alonso Arenas, J. A., & Juárez Pérez, A. N. (2016). Los grandes desarrollos habitacionales en la Ciudad de México: ¿proyectos habitacionales o proyectos políticos y económicos? *Bitácora Arquitectura, (32)*. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de <https://www.revistas.unam.mx/index.php/bitacora/article/view/56195>
4. Gómez, P. (2020). Gestión de unidades habitacionales de la modernidad en México. *Revista Gremium*. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de <https://editorialrestauro.com.mx/gestion-de-unidades-habitacionales-de-la-modernidad-en-mexico/>
5. Condiciones Para El Buen Funcionamiento De La UU. HH. MM. Y NN. Propiedad Del Instituto De Seguridad Social Para Las Fuerzas Armadas Mexicanas. 17 de junio del 2016 (México).
6. Acuerdo Secretarial Núm. 293/2024. Secretaría de Marina [SEMAR]. Cuauhtémoc, Ciudad de México, DOF publicado el 6 de diciembre de 2024. [Recuperado el 13 de febrero de 2025]; disponible en https://www.diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5744625&fecha=06/12/2024#gsc.tab=0
7. Secretaría de Marina. (2020). Programa Sectorial de Marina 2020-2024. Recuperado de <https://transparencia.semar.gob.mx/programas/Programa-Sectorial-de-Marina-2020-2024.pdf>
8. Secretaría de Marina. (2024). Sexto Informe de Labores. http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2024/09/asun_4775305_20240919_1726856701.pdf
9. Bienestar y Promoción Social. Secretaría de Marina [SEMAR]. Coyoacán, Ciudad de México, publicado el viernes, 07 de noviembre de 2008. [Recuperado el 13 de febrero de 2025]; disponible en <https://2006-2012.semar.gob.mx/informacion-sector/tramites/seguridad-y-bienestar-social/bienestar-promocion.html>
10. Cuevas, A., Amarilla, A., Meza, R., & Corvalán, R. (2019). Había una vez: historia de la Ingeniería. *Extensionismo, Innovación Y Transferencia Tecnológica, 5*, 15–33. <https://doi.org/10.30972/eitt.503724>
11. Fernández, M. (2001, septiembre). Ingeniería Militar e Ingeniería Civil, dos Ingenierías Íntimamente Vinculadas. *Historia y Cultura de la Ingeniería Civil, núm. (3,413)*. Recuperado el 21 de febrero de 2025, de https://quickclick.es/rop/pdf/publico/2001/2001_septiembre_3413_04.pdf

12. Figueroa, E. (2017). Capítulo 2. La Infraestructura y El Entorno Social, Económico y Natural. En *Planeación De Proyectos De Infraestructura: un Enfoque Social – Teoría y Aplicaciones* (p 51). D.F. México: Editorial Limusa.
13. Hullat, L. (2024, 5 de septiembre). *Vías Terrestres*. Retomado el 28 de febrero de 2025 de, <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/ingenieria-civil/vias-terrestres/>
14. BANOBRAS. (2025). Aeropuertos. *Proyectos México*. Retomado el 28 de febrero de 2025 de, <https://www.proyectosmexico.gob.mx/como-invertir-en-infraestructura-en-mexico/ciclo-inversion/aeropuertos/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20la%20entidad%20responsable,un%20operador%20p%C3%BAblico%20o%20privado.>
15. SICT. (2024). Red Nacional de Caminos. *Acciones y Programas*. Retomado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.gob.mx/imt/acciones-y-programas/red-nacional-de-caminos>
16. ARFT. (2019). Sistema Ferroviario Mexicano. *Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario*. Retomado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.gob.mx/artf/articulos/infraestructura-ferroviaria-191183?idiom=es>
17. IMTA. (s.f.). Presa O Represa. Retomado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.imta.gob.mx/images/transparencia-focalizada/presas.pdf>
18. INEGI. (2018). Presas. *Cuéntame México*. Retomado el 28 de febrero de 2025, de <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/presas.aspx?tema=T>
19. César, E. (1990). Capítulo 1. Introducción. En *Abastecimiento de Agua Potable* (P 1). D.F. México. Editado por la Universidad Nacional Autónoma de México.
20. SEMARMANT. (s.f.). Cobertura de agua potable y suministro de agua. *Informe resumen, cap. (7)*. Retomado el 28 de febrero de 2025, de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen/07_agua/cap7.html
21. CONAGUA. (2019). Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro (4)*. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.gob.mx/conagua/documentos/biblioteca-digital-de-mapas>
22. FONATUR. (2018). Tratamiento de Aguas Residuales. Acciones y Programas. *Recuperado el 28 de febrero de 2025*, de <https://www.gob.mx/fmt/acciones-y-programas/tratamiento-de-aguas-residuales-162692#>
23. CONAGUA. (2025). Inventario de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. *Documentos*. Recuperado el 28 e febrero de 2025, de <https://www.gob.mx/conagua/documentos/inventario-de-plantas-municipales-de-potabilizacion-y-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-operacion>
24. PROFEPA. (2015). Reforma a la Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos. (22 de agosto 2015).
25. IFT. (2024). Guía práctica para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones. *Centro de Estudios del Instituto Federal de Telecomunicaciones*. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://centrodeestudios.ift.org.mx/admin/files/indicadores/1724438992.pdf>
26. SENER. (s.f.). ¿Qué hacemos? *Secretaría de Energía*. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.gob.mx/sener/que-hacemos>

27. SENER. (2028). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional. *Acciones y Programas*. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-33462>
28. CONAVI. (2025). Comisión Nacional de Vivienda. *Gobierno de México*. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.gob.mx/conavi>.
29. Gobierno de la Ciudad de México. (2025). Secretaría de Obras y Servicios. *Ciudad de México*. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.obras.cdmx.gob.mx/>
30. Instituto Para la Seguridad de la Construcciones. (2022). ISCDF/DG/909/2022. Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/8d2e43c72c29c984da3e4d8218037ae8fef7488b.pdf>
31. CMIC. (s.f.). ¿Quiénes somos? *Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción*. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.cmic.org/quienes-somos/>
32. Código de Edificación de Vivienda. [CEV]. 2017 (México).
33. Gobierno de la Ciudad de México. (2025). Normas de Construcción. *Secretaría de Obras y Servicios*. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.obras.cdmx.gob.mx/normas-tabulador>
34. Secretaría de Economía. (2013). NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable - Criterios Y Requerimientos Ambientales Mínimos.
35. Leal Iga, J. (2016). La vivienda unifamiliar de interés social en el área Metropolitana de Monterrey [AMM] México y el bienestar social del usuario; la vivienda VITAL. *Interacción Y Perspectiva*, 6(2). Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/interaccion/article/view/21442>.
36. Mendoza, E. (1989). Capítulo 8 2. El Ingeniero Civil. *Introducción al Proceso Constructivo*. P (9). Editado por la Fundación para la Enseñanza de la Construcción, FUNDEC A.C.
37. Albarrán, F. (2012). *Procesos de Ingeniería en Proyectos de Infraestructura*. Editorial Groppe Libros.
38. Banco Inmobiliario Mexicano S.A. (2024). Estudio de Factibilidad. Estudios de Factibilidad y Verificación de obra. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://www.bim.mx/inicio/estudios-de-factibilidad-y-verificacion-de-obra/estudio-de-factibilidad/#>
39. Pagethink. (2024). 7 pasos para realizar un estudio de factibilidad con éxito. Recuperado el 28 de febrero de 2025, de <https://pagethink.com.mx/blog/single/pasos-para-realizar-un-estudio-de-factibilidad>
40. Ley General De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial Y Desarrollo Urbano. [LGAHOTDU]. 2024 México.
41. Reglamento De La Ley De Movilidad De La Ciudad De México. [RLMCM]. 2023 México.
42. Instituto Mexicano del Transporte. (2019). N-PRY-CAR-1-02-001/19 Ejecución de Estudios Geotécnicos. *Normativa para la Infraestructura del Transporte*. Recuperado el 02 de abril de 2025, de <https://normas.imt.mx/storage/normativa/N-PRY-CAR-1-02-001-19.pdf>

43. Instituto para la Seguridad de las Construcciones en la Ciudad de México. (2025). Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado el 02 de abril de 2025, de <https://www.isc.cdmx.gob.mx/>
44. Instituto Mexicano del Transporte. (2007). N-PRY-CAR-1-01-001-07 Ejecución de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras. *Normativa para la Infraestructura del Transporte*. Recuperado el 02 de abril de 2025, de <https://normas.imt.mx/storage/normativa/N-PRY-CAR-1-01-001-07.pdf>
45. Toposervis. (2025). *Importancia de la topografía en la construcción*. Recuperado el 02 de abril de 2025, de <https://toposervis.com/importancia-de-la-topografia-en-la-construccion/>
46. Peña, D., Hernández., y Valenzuela, D. (2023). ¿Qué es un estudio de impacto ambiental? *Global STD, CERTIFICACIÓN P* (4-12). Recuperado el 2 de abril de 2025, de https://www.globalstd.com/wp-content/uploads/2023/06/Ebook_Que-es-un-estudio-de-impacto-ambietal.pdf
47. Allpe Ingeniería Y Medio Ambiente S.L. (2025). Estudios Hidrológicos. *Hidrología*. Recuperado el 02 de abril de 2025, de <https://www.allpe.com/medioambiente/hidrologia/estudios-hidrologicos/>
48. UNAM. (2020). Proyecto arquitectónico, Guía para el desarrollo de proyectos. *Dirección General de Obras y Conservación*. Recuperado el 02 de marzo de 2025, de <https://www.obras.unam.mx/pagina/index.php/main/normatividad/page/guia?>
49. Norma Técnica Complementaria Sobre Criterios Y Acciones Para El Diseño Estructural De Las Edificaciones. [NTC]. 2023 México.
50. Valdez, E., García, E., Guzmán, J. y Martínez, B., (1988). *El Mantenimiento de las Obras de Ingeniería Civil*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
51. Ley De Obras Públicas Y Servicios Relacionados Con Las Mismas. [LOPYSRM]. 2021 México.
52. Reglamento De La Ley De Obras Públicas Y Servicios Relacionados Con Las Mismas [RLOPYSRM]. 2023 México.
53. INEGI. (s.f.). Topografía. *Geografía y Medio Ambiente*. Recuperado el 02 de abril de 2025, de <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>
54. Antill, J. & Woodhead, R. (1967). *Método De La Ruta Crítica Y Su Aplicación A La Construcción*. Editorial Limusa – Wiley.
55. UNAM. (2016). Proyecto De Modificación Del Plan De Estudios De La Licenciatura En Ingeniería Civil. *Mapa Curricular (2016)*. Recuperado el 02 de abril de 2025, de https://www.ingenieria.unam.mx/programas_academicos/licenciatura/civil_plan2016.php
56. SEMAR. (2023). *Políticas, Bases y Lineamientos en Materia de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas de la Secretaría de Marina*. P. (39).
57. Ley Del Impuesto Al Valor Agregado. [LIVA]. 2011 México.
58. Argil, G. & Kuri, J. (2014). *Apuntes del Curso Teoría General de Sistemas*. P (5 – 36). Editado por La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXOS

Anexo 1. Catálogo de conceptos.

LOGO DE LA
EMPRESA

C-22/2024

"Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre", en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Documento

E2

LOGO DE LA EMPRESA

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL
REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA



LOGO DE LA EMPRESA

Descripción del proyecto: "Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre", en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Ubicación: VERACRUZ, VERACRUZ.
 Cliente: SECRETARIA DE MARINA

Fecha de propuesta: 12/abr./2024
 Inicio de obra: 21/may./2024
 Fin de obra: 15/nov./2024
 Duración en días: 179
 Página: 1/8

Presupuesto de obra por conceptos DOCUMENTO E2

Clave	Descripción de matriz	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre", en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver.						
A MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS						
A.1 Acabados						
ACA-001	Mantenimient	Mantenimiento de impermeabilizante existente en losa de concreto a base de carpeta asfáltica, aplicación de sellador acrílico Acrítón, a dos manos y aplicación de impermeabilizante acrílico base agua Acrítón a 6 años, todo Mca. Fester. Incluye: Limpieza del área, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	4,179.00	410.37	1,714,936.23
(*CUATROCIENTOS DIEZ PESOS 37/100 MXN*)						
ACA-002	Resanador acr	Aplicación de resanador acrílico en grietas y fisuras en losa de concreto, Acrítón, Mca. Fester. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	320.00	171.86	54,995.20
(*CIENTO SETENTA Y UN PESOS 86/100 MXN*)						
ACA-003	Retiro de pint	Retiro de pintura en muros exteriores, incluye: mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución	m2	417.00	39.84	16,613.28
(*TREINTA Y NUEVE PESOS 84/100 MXN*)						
ACA-004	Repele y afin	"Recubrimiento fino en muros a base de stucco, incluye: limpieza, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución"	m2	3,360.00	292.09	981,422.40
(*DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 09/100 MXN*)						
ACA-005	Mantenimient	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color Tangerina en muros exteriores de edificio, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	22,400.00	165.60	3,709,440.00
(*CIENTO SESENTA Y CINCO PESOS 60/100 MXN*)						
ACA-006	Mantenimient	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color blanco en plafones, muros interiores de cuarto de bombas y bajo escaleras, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	1,549.00	155.32	240,590.68
(*CIENTO CINCUENTA Y CINCO PESOS 32/100 MXN*)						
ACA-007	Aplicación de	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color rojo óxido en plafones, muros interiores de cuarto de bombas y bajo escaleras, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	2,163.00	155.32	335,957.16
(*CIENTO CINCUENTA Y CINCO PESOS 32/100 MXN*)						
ACA-008	Reparación es	Reparación estructural a columnas de concreto con material CM-200 Mca. Fester. Incluye: mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	50.00	706.22	35,411.00
(*SETECIENTOS OCHO PESOS 22/100 MXN*)						
ACA-009	Mantenimient	Mantenimiento de pintura en muros exteriores vinil acrílica color tangerine, incluye: sellador 5 x 1, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución	m2	3,857.09	165.60	638,734.10
(*CIENTO SESENTA Y CINCO PESOS 60/100 MXN*)						
IMPORTE DE Acabados						7,728,100.05
(*SIETE MILLONES SETECIENTOS VEINTIOCHO MIL CIENTO PESOS 05/100 MXN*)						
A.2 ALBAÑILERIA						
Importe en esta página						7,728,100.05
Importe acumulado hasta esta página						7,728,100.05

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

LOGO DE LA EMPRESA



Descripción del proyecto: "Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre", en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Ubicación: VERACRUZ, VERACRUZ, Cliente: SECRETARIA DE MARINA

Fecha de propuesta: 12/abr./2024
Inicio de obra: 21/may./2024
Fin de obra: 15/nov./2024
Duración en días: 179
Página: 2/8

Presupuesto de obra por conceptos DOCUMENTO E2

Table with columns: Clave, Descripción de matriz, Descripción, Unidad, Cantidad, Precio unitario, Total. Includes sub-sections for Albañilería, Hidráulico, Eléctrico, and Gas.

005

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

LOGO DE LA EMPRESA



Descripción del proyecto: "Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre", en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Ubicación: VERACRUZ, VERACRUZ,
Cliente: SECRETARIA DE MARINA

Fecha de propuesta: 12/abr./2024
Inicio de obra: 21/may./2024
Fin de obra: 15/nov./2024
Duración en días: 179
Página: 3/8

Presupuesto de obra por conceptos DOCUMENTO E2

Table with columns: Clave, Descripción de matriz, Descripción, Unidad, Cantidad, Precio unitario, Total. Includes sub-totals and grand totals.

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

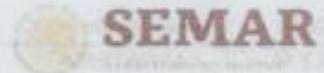
NOMBRE DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

LOGO DE LA EMPRESA

Descripción del proyecto: "Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre", en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Ubicación: VERACRUZ, VERACRUZ,
 Cliente: SECRETARIA DE MARINA



Fecha de propuesta: 12/abr./2024
 Inicio de obra: 21/may./2024
 Fin de obra: 15/nov./2024
 Duración en días: 179
 Página: 4/8

Presupuesto de obra por conceptos DOCUMENTO E2

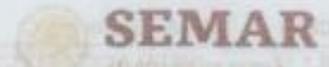
Clave	Descripción de matriz	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
HERR-03C	Retiro, fábrica	Retiro, fabricación y colocación de escaleras metálicas en redondo macizo de 1", desarrollo de 3.80 x 0.60 de ancho, peldaños a cada 40 cm, acabado pintura de esmalte color blanco brillante. Incluye: acarreos, elevaciones, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	10.00	4,511.24	45,112.40
(*CUATRO MIL QUINIENTOS ONCE PESOS 24/100 MXN*)						
HERR-04C	Mantenimient	Mantenimiento de puertas metálicas en cuarto de bombas de 1.00 x 2.20 m, a base de ángulo y malla ciclónica, marco y contramarco, bisagras y cerrojo. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	10.00	1,914.22	19,142.20
(*UN MIL NOVECIENTOS CATORCE PESOS 22/100 MXN*)						
HERR-05C	Mantenimient	Mantenimiento de puertas metálicas bajo escaleras en cuarto de bombas de 1.20 x 1.00 m, a base de ángulo y malla ciclónica, marco y contramarco, bisagras y cerrojo. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	10.00	1,723.25	17,232.50
(*UN MIL SETECIENTOS VEINTITRÉS PESOS 25/100 MXN*)						
HERR-06C	Fabricación y	Fabricación y colocación de puertas metálicas bajo escaleras de 1.20 x 1.00 m, a base de ángulo y malla ciclónica, marco y contramarco, bisagras y cerrojo. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	10.00	2,949.96	29,499.96
(*DOS MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y NUEVE PESOS 96/100 MXN*)						
IMPORTE DE HERRERIA						236,276.66
(*DOS CIENTOS TREINTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS PESOS 66/100 MXN*)						
A.4.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA						
ELECT-03C	Salida electric	Salida eléctrica para bomba de agua, incluye: sustitución de arrancador 2hp, centro de carga y libre 1x20, canalizaciones y cableado cal 10. material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	10.00	6,111.81	61,118.10
(*SEIS MIL CIENTO ONCE PESOS 81/100 MXN*)						
IMPORTE DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA						61,118.10
(*SESENTA Y UN MIL CIENTO DIECIOCHO PESOS 10/100 MXN*)						
IMPORTE DE CISTERNA Y TANQUE						546,477.06
(*QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE PESOS 06/100 MXN*)						
IMPORTE DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS						10,881,558.91
(*DIEZ MILLONES OCHOCIENTOS OCHENTA Y UN MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 91/100 MXN*)						
						172,104.80
						10,881,558.91

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

[Empty box for signature]

NOMBRE DE LA EMPRESA

LOGO DE LA EMPRESA



Descripción del proyecto: "Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "27 de noviembre" en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Ubicación: VERACRUZ, VERACRUZ,
 Cliente: SECRETARIA DE MARINA

Fecha de propuesta: 12/abr./2024
 Inicio de obra: 21/may./2024
 Fin de obra: 15/nov./2024
 Duración en días: 179
 Página: 5/8

Presupuesto de obra por conceptos DOCUMENTO E2

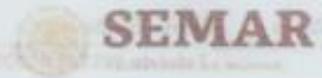
Clave	Descripción de matriz	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
B MANTENIMIENTO DE CASAS						
B.1 Acabados						
ACA-001	Mantenimient	Mantenimiento de impermeabilizante existente en losa de concreto a base de carpeta asfáltica, aplicación de sellador acrílico Acrilón, a dos manos y aplicación de impermeabilizante acrílico base agua Acrilón a 6 años, todo Mca. Fester. Incluye: Limpieza del área, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	8,249.00	410.37	3,365,142.13
(*CUATROCIENTOS DIEZ PESOS 37/100 MXN*)						
ACA-002	Resanador acrí	Aplicación de resanador acrílico en grietas y fisuras en losa de concreto, Acrilón, Mca. Fester. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	438.00	171.66	75,274.68
(*CIENTO SETENTA Y UN PESOS 86/100 MXN*)						
ACA-003	Retiro de pint	Retiro de pintura en mal estado en muros exteriores para recibir sellador acrílico. Incluye: limpieza, cardado con cepillo de alambre, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	795.00	39.84	31,672.60
(*TREINTA Y NUEVE PESOS 84/100 MXN*)						
ACA-004	Repello y afin	*Recubrimiento fino en muros a base de stucco, incluye: limpiezas, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución*	m2	584.00	292.09	170,580.56
(*DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 09/100 MXN*)						
ACA-005	Mantenimient	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color Tangerina en muros exteriores de edificio, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución. OK	m2	6,789.00	165.60	1,124,258.40
(*CIENTO SESENTA Y CINCO PESOS 60/100 MXN*)						
ACA-006.1	ACA-006.1	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color blanco en borde de losa y muros exteriores de cubo de tinaco altura aproximada 3.5 mts, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m2	2,620.00	209.21	548,130.20
(*DOSCIENTOS NUEVE PESOS 21/100 MXN*)						
ACA-007	Aplicación de	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color rojo óxido en plafones, muros interiores de cuarto de bombas y bajo escaleras, previa aplicación de sellador 5x1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	1,168.00	155.32	181,413.76
(*CIENTO CINCUENTA Y CINCO PESOS 32/100 MXN*)						
ACA-008.1	*Recubrimient	*Recubrimiento fino en muros de cubre tinacos a base de stucco, incluye: limpiezas, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución*	M2	1,168.00	292.09	341,161.12
(*DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 09/100 MXN*)						
ACA-009	Reparación es	Reparación estructural a losas de concreto con material CM-200 Mca. Fester. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	15.00	708.22	10,623.30
(*SETECIENTOS OCHO PESOS 22/100 MXN*)						
ACA-011	Sustitución de	Sustitución de plafón de tablaroca. Incluye: pintura vinilica pro 1000 material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	128.00	715.43	91,575.04
(*SETECIENTOS QUINCE PESOS 43/100 MXN*)						
						5,959,831.99
						16,841,390.90

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA



NOMBRE DE LA EMPRESA

LOGO DE LA EMPRESA



Descripción del proyecto: "Mantenimiento y conservación de la Unidad Militar Naval Merid "25 de noviembre" en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Ubicación: VERACRUZ, VERACRUZ, Cliente: SECRETARIA DE MARINA

Fecha de propuesta: 12/abr./2024
 Inicio de obra: 21/may./2024
 Fin de obra: 15/nov./2024
 Duración en días: 179
 Página: 6/6

Presupuesto de obra por conceptos DOCUMENTO E2

Clave	Descripción de matriz	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
ACA-012	Aplicación de pintura	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color blanco en tienda, previa aplicación de sellador Sx1, Mca. Comex. Incluye: reubicación de productos y estantes de mercancía, mamparas de plástico para protección de áreas aledañas, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	311.91	154.56	48,208.81
(*CIENTO CINCUENTA Y CUATRO PESOS 56/100 MXN*)						
ACA-013	Aplicación de pintura	Aplicación de pintura vinil acrílica pro 1000 plus color Tangerina en muros exteriores de edificio, previa aplicación de sellador Sx1, Mca. Comex. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	177.00	165.60	29,311.20
(*CIENTO SESENTA Y CINCO PESOS 60/100 MXN*)						
*ACA-014	Mantenimiento	Reemplazo de cubierta de lámina y perfiles estructurales. Incluye: primario anticorrosivo, pintura de esmalte a dos manos, aplicación de impermeabilizante fester acción 5 años con membrana de refuerzo en la cubierta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	188.00	1,903.53	357,863.64
(*UN MIL NOVECIENTOS TRES PESOS 53/100 MXN*)						
BAR-01	Castillos 20x2	CASTILLO DE CONCRETO ARMADO DE SECCIÓN 20 X 20 CM. CON F'c=200 KG/CM2 Y CON 4 VARILLAS DE 3/8" Y ESTRIBOS DE 1/4" @ 20 CM. INCLUYE: CIMBRA COMUN, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.	ML	9.60	393.14	3,774.14
(*TRESIENTOS NOVENTA Y TRES PESOS 14/100 MXN*)						
BAR-02	cadena 20x3	CADENA DE CERRAMIENTO DE 20 X 30 CM. DE SECCIÓN CON CONCRETO F'c=200 KG/CM2, CON 4 VARILLA DE 3/8 DE DIÁMETRO Y ESTRIBOS DE 1/4" @ 20 CM. INCLUYE: CIMBRA COMUN, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.	ML	11.60	621.93	7,214.30
(*SEISCIENTOS VEINTIUN PESOS 93/100 MXN*)						
BAR-03	block: 5.80x3	MURO DE BLOCK DE 12 CM. DE ESPESOR DE 0.00 A 5.00 M. DE ALTURA, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO-CAL-ARENA PROPORCIÓN 1:1:5 INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.	M2	18.56	528.84	9,815.27
(*QUINIENTOS VEINTIOCHO PESOS 84/100 MXN*)						
BAR-04	demolición de muro	DEMOLICIÓN DE MURO EXISTENTE A BASE DE BLOCK MACISO Y O TABIQUE ROJO COMUN, POR MEDIOS MECANICOS Y MANUALES SIN RECUPERACION DE MATERIAL, DEPOSITANDO EL MATERIAL A ORILLA DE LA OBRA PARA SU POSTERIOR RETIRO, INCLUYE: DEMOLICION DE CADENAS Y CASTILLOS DE CONCRETO ARMADO SIN RECUPERACION DE ACERO, MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M2	18.56	453.37	8,414.55
(*CUATRODCIENTOS CINCUENTA Y TRES PESOS 37/100 MXN*)						
BAR-05	RETIRO DE E	RETIRO DE ESCOMBRÓ PRODUCTO DE DEMOLICIONES FUERA DE LA OBRA, INCLUYE: MANO DE OBRA, EQUIPO Y LIMPIEZA DEL AREA.	M3	15.00	273.78	4,106.70
(*DOSCIENTOS SETENTA Y TRES PESOS 78/100 MXN*)						
IMPORTE DE Acabados						6,428,540.89
(*SEIS MILLONES CUATROCIENTOS VEINTIOCHO MIL QUINIENTOS CUARENTA PESOS 89/100 MXN*)						
B.2	Instalaciones					
B.2.1	Hidráulico					

468,708.70
17,310,099.60

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

19

NOMBRE DE LA EMPRESA

LOGO DE LA EMPRESA

Descripción del proyecto: "Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre" en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Ubicación: VERACRUZ, VERACRUZ,
Cliente: SECRETARIA DE MARINA

Fecha de propuesta: 12/abr./2024
Inicio de obra: 21/may./2024
Fin de obra: 15/nov./2024
Duración en días: 179
Página: 7/8



Presupuesto de obra por conceptos DOCUMENTO E2

Clave	Descripción de matriz	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
HID-01-CA	Sustitución de	Sustitución de tiracos existentes sin recuperación e instalación de tiracos de 1100 lbs, Mca. Rotoplas Iricapa, Color Beige. Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, limpieza, elevaciones, andamiaje, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	73.00	5,560.19	405,893.87
(*CINCO MIL QUINIENTOS SESENTA PESOS 19/100 MXN*)						
HID-02-CA	Adecuación a	Adecuación a instalación hidráulica para tiraco, con conexiones de cobre y tubería de cobre. Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	SAL	73.00	3,837.62	280,146.26
(*TRES MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y SIETE PESOS 62/100 MXN*)						
HID-03-CA	Sustitución de	Sustitución de válvulas de control de tiracos con material de cobre de 1". Incluye: material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	146.00	2,125.01	310,251.46
(*DOS MIL CIENTO VENTICINCO PESOS 01/100 MXN*)						
IMPORTE DE Hidráulico						996,291.59
(*NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y UN PESOS 99/100 MXN*)						
B.2.2 ELECTRICICO						
ELEC-01-CA	Sustitución de	Sustitución de luminarias de sobreponer existentes en mal estado, sin recuperación e instalación eléctrica de luminarias de sobreponer en lona Modelo Urbino H-945/b Color Blanco, Mca. Tecnolite. Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	219.00	816.85	178,890.15
(*OCHOCIENTOS DIECISÉIS PESOS 85/100 MXN*)						
IMPORTE DE ELECTRICICO						178,890.15
(*CIENTO SETENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA PESOS 15/100 MXN*)						
B.2.3 Gas						
GAS-01	Reemplazo de	Sustitución de calentador dañado existente sin recuperación, acero a una distancia no mayor a 100 m. e instalación de calentador Modelo C-101, Mca. CINSÁ, capacidad 40 L, gas LP, control de temperatura automático, conexiones 3/4". Incluye: acarreo a lugar indicado por el área usuaria, desmontaje de tubería tipo I, llaves de paso, tuercas, kit de instalación, tubería 3/4", conexiones, válvulas, llave de paso, material, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pa	73.00	10,100.74	737,354.02
(*DIEZ MIL CIEB PESOS 74/100 MXN*)						
IMPORTE DE Gas						737,354.02
(*SETECIENTOS TREINTA Y SEITE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO PESOS 02/100 MXN*)						
IMPORTE DE Instalaciones						1,912,535.76
(*UN MILLÓN NOVECIENTOS DOCE MIL QUINIENTOS TREDNTA Y CINCO PESOS 76/100 MXN*)						
IMPORTE DE MANTENIMIENTO DE CASAS						8,341,076.45
(*OCHO MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y UN MIL SETENTA Y SEIS PESOS 45/100 MXN*)						
						1,912,535.76
						19,222,635.36

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA



LOGO DE LA EMPRESA

Descripción del proyecto: "Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre" en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."

Ubicación: VERACRUZ, VERACRUZ,
Cliente: SECRETARIA DE MARINA

Fecha de propuesta: 12/abr./2024
Inicio de obra: 21/may./2024
Fin de obra: 15/nov./2024
Duración en días: 179
Página: 8/8

Presupuesto de obra por conceptos DOCUMENTO E2

Clave	Descripción de matriz	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
		IMPORTE DE "Mantenimiento y conservación de la Unidad Habitacional Naval "23 de noviembre", en la Tercera Región Naval (RN-3), en Veracruz, Ver."				19,222,635.36
		(*DIECINUEVE MILLONES DOSCIENTOS VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 36/100 MXN*)				
		SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO				19,222,635.36
		(*DIECINUEVE MILLONES DOSCIENTOS VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 36/100 MXN*)				
		IVA (16.00%)				3,075,621.66
		IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO				22,298,257.02
		(*VEINTIDOS MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE PESOS 02/100 MXN*)				

FIRMAS DEL CLIENTE Y DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA