



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA UNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERIA**

**Análisis comparativo de costo y tiempo para el blindaje en muros y losa de una sala de radioterapia: concreto vs block de alta densidad**

**TESINA**

Que para obtener el título de  
**Especialista en Construcción**  
**Módulo Construcción Urbana**

**P R E S E N T A**

Ing. Miguel Angel Juarez Rodriguez

**DIRECTOR DE TESINA**

M.I. Carlos Narcia Morales



Ciudad Universitaria, CD. MX. 2024

## **AGRADECIMIENTO.**

**Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por la beca otorgada sin el cual, no podríamos haber terminado esta tesina para la realización de mis estudios de especialización.**

# INDICE GENERAL

Capítulo 1 .....	6
Introducción .....	6
Capítulo 2 .....	8
Antecedentes .....	8
Capítulo 3 .....	10
Marco Teórico .....	10
3.1. Que es un átomo.....	10
3.2. Radiactividad.....	10
3.3. Ionización. ....	10
3.4. Radiación Ionizante .....	11
3.4.1. Fotón .....	11
3.5. Radioterapia .....	12
3.5.1. Acelerador Lineal.....	12
3.5.2. Radioterapia de haz externo. ....	13
3.5.3. ¿Cómo funciona este equipo?.....	13
3.5.4. ¿Quién maneja este equipo? .....	14
3.5.5. Efectos biológicos.....	14
3.6. Protección Radiológica .....	14
3.6.1. ¿Quién es el Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE)? .....	15
3.7. Blindaje y Características de la sala de tratamiento .....	16
3.7.1 Características generales de una sala de tratamiento.....	18
3.7.2. Densidad.....	19
3.7.2.1 Concreto de Alta Densidad (Concreto Masivo). ....	20
3.7.2.2. Block de Alta Densidad.....	24
3.8. Requerimientos generales para la construcción de blindajes. ....	25
Capítulo 4 .....	26
Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios. ....	26
Capítulo 5 .....	56
Cronograma de Actividades en la Construcción .....	56
Capítulo 6 .....	58

Plano Arquitectónico y Estructural para Construcción .....	58
6.1 Bunker de Concreto Armado “Tradicional” .....	58
6.2 Bunker de Block de Alta Densidad “Prefabricado” .....	62
PLANTA ARQUITECTONICA CON INDICACIÓN DE CORTES.....	62
Capítulo 7 .....	65
Comparación de Resultados .....	65
Capítulo 8 .....	69
Conclusiones y Recomendaciones .....	69
Capítulo 9 .....	71
Anexos.....	71

## INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Modelo de Ionización.....	10
Figura 3.2: Longitud de Onda, Frecuencia y velocidad de propagación .....	11
Figura 3.3: Tipos de Radiación.....	12
Figura 3.4 Acelerador Lineal (LINAC) .....	13
Figura 3.5: Diseño de las barreras de un bunker. (Tomado .....	18
de Cherry, P. y Duxbury, A., 2009. p. 235).....	18
Figura 3.6 Block de Alta Densidad y Grout (material para mortero) .....	25
Figura 3.7: Gráfica, Relación de % de área de construcción de un Bunker de Concreto vs Bunker con Block de Alta Densidad.....	66
Figura 3.8: Gráfica, Relación de Densidad del materiales a ocupar en la construcción de un Bunker de Concreto vs Bunker con Block de Alta Densidad.....	66
Figura 3.9: Gráfica, Relación en % de Pruebas aprobadas realizadas al material a ocupar en la construcción de un Bunker de Concreto vs Bunker con Block de Alta Densidad.....	67
Figura 3.10: Gráfica, Relación en % de Tiempo de Construcción de un Bunker de Concreto vs Bunker con Block de Alta Densidad.....	67

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1: Materiales para la construcción de blindajes .....	17
(Tomado de Cherry, P. y Duxbury, A., 2009. p. 236). .....	17
Cuadro 3.2 Características Generales del Block de Alta Densidad .....	25
Cuadro 3.3 Concentrado de comparación de variables de Bunker de Concreto vs Bunker de Block de Alta Densidad .....	69

# Capítulo 1

## Introducción

En la actualidad los rayos-x y la radiactividad tienen varias aplicaciones dentro de la medicina, donde se utilizan cualidades como la habilidad de los rayos-x para penetrar varios materiales y visualizar así, el interior de materiales que son opacos a la luz ordinaria, como en las radiografías o en las tomografías computarizadas<sup>1</sup>. Por su parte, la radiación ionizante se utiliza para el tratamiento de cáncer, por medio de técnicas como la braquiterapia, la medicina nuclear y la radioterapia. Esta última, es de las técnicas más importantes y utilizadas en los hospitales de oncología, ya que permite seleccionar y suministrar el tratamiento con mayor precisión en la zona a tratar, cuidando los tejidos y órganos circundantes. De esta forma aumenta la probabilidad de cura y disminuyen los efectos secundarios<sup>2</sup>.

No obstante, a pesar de los beneficios que aportan este tipo de tratamientos; para las personas que trabajan en los hospitales y se encuentran expuestas a la radiación ionizante, denominados como Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), puede resultar perjudicial, ya que puede dañar las células del organismo causando modificaciones en el ADN y provocar daños irreversibles. Para evitar que esto suceda, en áreas de uso de radiaciones de alta energía del orden de MeV, específicamente en las salas de tratamiento para radioterapia cuentan con blindajes que atenúan la radiación de fuga por medio de materiales entre la fuente radiactiva y el POE. Así mismo, la carga de trabajo en los equipos para radioterapia ha aumentado debido al incremento del número de pacientes con cáncer. Lo que ocasiona un aumento en la radiación a la que se encuentra expuesto el POE. La construcción de nuevas salas de tratamiento para radioterapia requiere de características especiales debido al blindaje que necesitan y a que en los hospitales públicos existe una falta de presupuesto para su construcción.

Dadas estas circunstancias y debido a que es de interés actual el estudio de los blindajes para las salas de tratamiento para radioterapia, sobre todo para altas energías como 10 MeV, el objetivo del presente trabajo es realizar una comparativa para valorar el costo y tiempo final para el

---

<sup>1</sup> S. Zemansky, A. Freedman, Física universitaria con física moderna. Volumen 2. 12a ed. USA: Addison-Wesley, 2009.

<sup>2</sup> G. Sprinberg, C. Rabin, Para entender las radiaciones. 12a ed. Montevideo, Uruguay: DIRAC, 2011.

blindaje en muros y losa para una sala de este tipo también llamada “Bunker” utilizando concreto o block de alta densidad, el cual nos permitirá tomar la elección adecuado dependiendo cada caso en particular para la construcción de estas obras que son de suma importancia para la sociedad.

## Capítulo 2

### Antecedentes

En 1895, el Físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen, quien realizaba experimentos con la luz fluorescente producida por electrones, descubrió los rayos-x y que estos atravesaban distintos tipos de materiales. Este descubrimiento antecedió el hallazgo de la radiactividad<sup>3</sup>. En 1896, el Físico francés Henri Becquerel descubrió unos rayos que provenían de la sal de uranio, al colocar una placa fotográfica envuelta en papel negro cerca de la sal de uranio, en donde esta parecía estar en contacto con los rayos-x. Posteriormente, Pierre y Marie Curie, al estudiar la radioactividad proveniente del uranio, descubrieron el polonio y el radio. Así, Marie Curie nombró a la radiactividad como a la propiedad que poseen estos elementos para emitir radiaciones de manera espontánea. En 1902, Ernest Rutherford y Frederick Soddy propusieron la teoría que explica el fenómeno de la radiactividad, la cual hoy en día se le conoce como decaimiento radiactivo<sup>4</sup>.

Antiguamente las partículas se aceleraban mediante un voltaje continuo, pero pronto se observó que, al aumentar el voltaje, se producía una descarga eléctrica con el medio que impedía tales aumentos de voltaje.

Por lo tanto, se buscaron alternativas al principio de generar la aceleración con corriente continua. Gustav Ising sugirió el acelerador lineal basado en un voltaje alternante y Rolf Wideröe desarrolló tal concepto por primera vez en el año 1928. Este tipo de acelerador se compone de numerosos elementos de aceleración, los tubos de empuje. Entre los tubos de empuje individuales se encuentra una columna en la cual existe un campo eléctrico pulsante. La frecuencia de la pulsación es tal que las partículas que la atraviesan siempre se aceleran, con lo cual aumenta su energía cinética en pequeños saltos. El tubo de empuje actúa como una caja de Faraday. El campo se conmuta mientras la partícula pasa el tubo de empuje, de tal forma que cuando la partícula llega, un campo la vuelve a acelerar. De esta forma, las partículas se aceleran a energías que no se pueden alcanzar con un único elemento de aceleración.

---

<sup>3</sup> L. Clementi, Física moderna y aplicaciones. Buenos Aires, Argentina: eduTecNe, 2013.

<sup>4</sup> S. Zemansky, A. Freedman, Física universitaria con física moderna. Volumen 2. 12a ed. USA: Addison-Wesley, 2009.

El acelerador lineal también llamado LINAC (linear accelerator) es un tipo de acelerador que le proporciona a la partícula subatómica cargada pequeños incrementos de energía cuando pasa a través de una secuencia de campos eléctricos alternos. Mientras que el generador de Van de Graaff proporciona energía a la partícula en una sola etapa, el acelerador lineal y el ciclotrón proporcionan energía a la partícula en pequeñas cantidades que se van sumando.

Durante la Segunda Guerra Mundial se construyeron potentes osciladores de radio frecuencia, necesarios para los radares de la época. Después se usaron para crear aceleradores lineales para protones que trabajaban a una frecuencia de 200 MHz, mientras que los aceleradores de electrones trabajan a una frecuencia de 3000 MHz.

El acelerador lineal de protones diseñado por el físico Luis Álvarez en 1946, tenía 875 m de largo y aceleraba protones hasta alcanzar una energía de 800 MeV (800 millones). El acelerador lineal de la universidad de Stanford es el más largo entre los aceleradores de electrones, mide 3.2 km de longitud y proporciona una energía de 50 GeV (50 billones)<sup>5</sup>.

Desde 1950 los aceleradores lineales han sido una herramienta fundamental para la física médica, debido principalmente al gran rango de energías que se pueden utilizar. La energía que producen va desde los 4 MeV hasta los 40 MeV.

Estos equipos antes mencionados se ocupan en un tratamiento que se basa en emplear Rayos X de alta energía (radiación ionizante) para dañar el ADN de las células tumorales y así destruir la capacidad de dividirse y crecer, a este tipo de tratamiento se llama Radioterapia y es una alternativa de la medicina para el tratamiento a pacientes con tumores benignos y malignos<sup>6</sup>.

Este tipo de tratamiento se realiza en salas llamadas Bunker que son construcciones hechas de concreto armado normalmente y que cuentan con espesores de muros y losa bastante grandes que sirven como blindaje para atenuar los rayos X producidos por los equipos para este tipo de tratamiento.

---

<sup>5</sup> Angel Franco García, Movimiento de partículas cargadas, el acelerador lineal, España, *Curso Interactivo de Física en Internet*, 2006, <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/movimiento/lineal/lineal.html>

<sup>6</sup> Roberto Vélez Villa, ¿En que consiste la Radioterapia?, España, *Oncología Ortopédica y Traumatología*, 2023, <https://www.drrobertovelez.com/index.php/2019/02/20/en-que-consiste-la-radioterapia/>

## Capítulo 3

### Marco Teórico

#### ¿Por qué es necesario un Bunker?

Para poder responder esta pregunta es necesario abordar los siguientes conceptos e ir adentrándonos en el tema para poder entender de los que se quiere exponer

#### 3.1. Que es un átomo.

Un átomo es la cantidad mínima de materia que tenemos en la naturaleza, está compuesto por neutrones y protones en el núcleo y electrones en la corteza que lo rodea

#### 3.2. Radiactividad.

Es un fenómeno que se produce de manera espontánea en núcleos de átomos inestables, emitiendo mediante su desintegración, gran cantidad de energía en forma de radiación ionizante; para volverse un elemento estable<sup>7</sup>.

#### 3.3. Ionización.

La ionización es el proceso químico o físico mediante el cual se producen iones, estos son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutra. A la especie química con más electrones que el átomo o molécula neutra se le llama anión, y posee una carga neta negativa, y a la que tiene menos electrones catión, teniendo una carga neta positiva<sup>8</sup>.

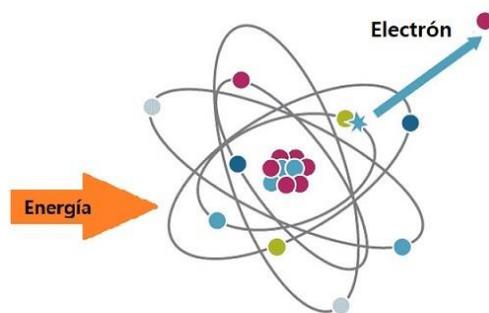


Figura 3.1: Modelo de Ionización.

<sup>7</sup> UPLGC Universidad de las Palmas de Gran Canaria, ¿Qué es la Radiactividad?, España, Página Institucional UPLGC, 2023, <https://www.ulpgc.es/sprlyupr/que-es-radiactividad>

<sup>8</sup> Fundación Wikipedia, Artículo ¿Qué es la Ionización?, México, *Wikipedia*, 2024, <https://es.wikipedia.org/wiki/Ionizaci%C3%B3n#Referencias>

### 3.4. Radiación Ionizante

#### 3.4.1. Fotón

Los fotones son perturbaciones de energía que no tienen masa y se propagan a través del espacio a la velocidad de la luz. A lo largo de su trayectoria, sus campos eléctrico y magnético varían comúnmente de forma sinusoidal.

Dependiendo de la longitud de onda y la frecuencia, la diferencia en la forma en la que actúan los fotones de rayos-X y los fotones de luz visible, con la materia, radica en que los rayos-X tienen una frecuencia más alta y por lo tanto una longitud de onda más corta, lo que propicia un comportamiento a manera de partícula; así, la luz visible presenta un comportamiento ondulatorio<sup>9</sup>.

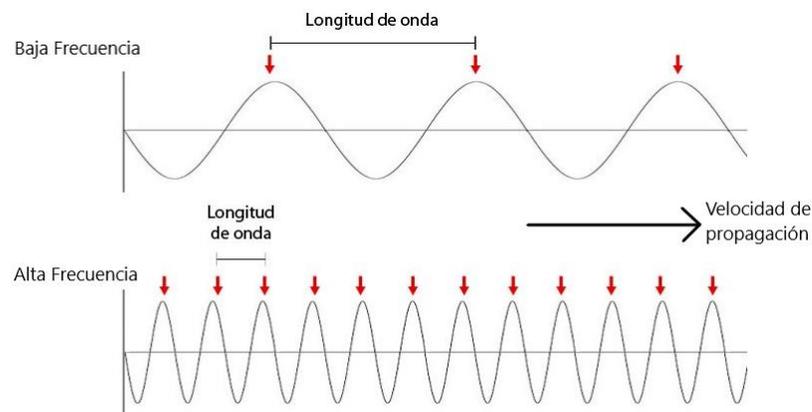


Figura 3.2: Longitud de Onda, Frecuencia y velocidad de propagación

La Radiación Ionizante es un tipo de energía liberada por átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos “x”) o partículas (partículas alfa, beta o neutrones). La desintegración espontánea de los átomos se denomina radiactividad y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante. Los elementos inestables que se desintegran y emiten radiación ionizante se denominan radionúclidos.

<sup>9</sup> S. Bushong, Manual de radiología para técnicos. 9a ed. Barcelona, España: Diorki, 2010.

# TIPOS DE RADIACIÓN

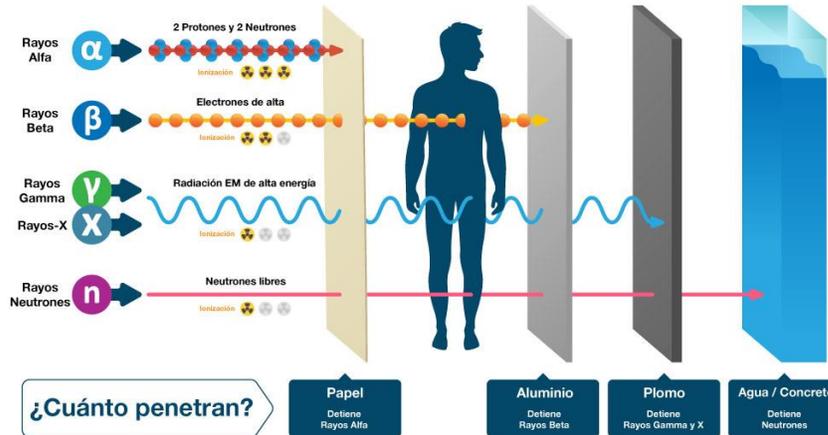


Figura 3.3: Tipos de Radiación.

## 3.5. Radioterapia

Existen varios tipos de terapias radiológicas, como la braquiterapia (radioterapia interna), la administración de radionucleidos y la radioterapia. La radioterapia es una terapia de haces externos procedentes generalmente de un acelerador lineal o de una bomba de Cobalto. Los tratamientos por radioterapia utilizan alrededor del 80% los rayos-x y del 10 al 15 %, electrones<sup>10</sup>.

### 3.5.1. Acelerador Lineal.

Un acelerador lineal (LINAC) es el dispositivo que se usa más comúnmente para dar radioterapia de haz externo a enfermos con cáncer.

El acelerador lineal también se puede usar para tratar todas las partes/órganos del cuerpo, todos los aceleradores lineales son equipos emisores de fotones, pero algunos, disponen de la opción de emitir electrones como haz terapéutico.

<sup>10</sup> J. Bevelacqua, Basic health physics. NY, USA: John Wiley, 1999.

En estos casos, el haz es generado de la misma manera que el caso de los fotones, pero permitiendo la salida de los electrones acelerados.

### 3.5.2. Radioterapia de haz externo.

La radioterapia externa se usa para dirigir los haces de radiación sumamente enfocados a los bordes del sitio donde se encuentra el cáncer para destruir las células anormales y evitar el crecimiento o la reaparición del tumor.



Figura 3.4 Acelerador Lineal (LINAC)

### 3.5.3. ¿Cómo funciona este equipo?

El acelerador lineal utiliza tecnología de microondas para acelerar los electrones que se encuentran en “la guía de ondas”, estos electrones chocan contra un blanco de metal pesado y como resultado los rayos X de alta energía son producidos del blanco; los rayos X de alta energía son moldeados a medida que abandonan la máquina para formar un haz que asemeja la forma del tumor del paciente, y este haz personalizado es dirigido al tumor del paciente<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> RadiologyInfo.org Radiological Society of North America, Inc. (RSNA), Acelerador lineal, EUA, RadiologyInfo.org para pacientes, 2024, <https://www.radiologyinfo.org/es/info/linac#:~:text=garantiza%20la%20seguridad%3F-%C2%BFPara%20qu%C3%A9%20se%20usa%20este%20equipo%3F,regi%C3%B3n%20del%20tumor%20del%20paciente.>

#### **3.5.4. ¿Quién maneja este equipo?**

El radioncólogo determina cuál es el volumen apropiado del tratamiento, cuáles estructuras normales deben evitarse, cuál dosificación es necesaria para el tumor y cuál dosificación es segura para las estructuras normales, El radiofísico médico y el dosimetrista determinan cómo suministrar la dosis prescrita y calculan el tiempo necesario para que el acelerador lineal suministre esa dosis.

Los radioterapeutas manejan el acelerador lineal y administran a los pacientes sus tratamientos diarios de radiación<sup>11</sup>.

#### **3.5.5. Efectos biológicos**

La dosis absorbida en el cuerpo humano causa efectos biológicos que pueden ser nocivos para la salud. Estos dependen del tamaño de la dosis y del tiempo al que se expone. El ICRP (International Commission on Radiological Protection) se encarga de prevenir las enfermedades y efectos ocasionados por la exposición a la radiación. Algunos de estos efectos son:

- a) Desarrollo de cáncer
- b) Efectos hereditarios graves
- c) Reducción del tiempo de vida.

A los efectos biológicos se les clasifica como efectos estocásticos y deterministas (no estocásticos).

### **3.6. Protección Radiológica**

La Normatividad que rige en el país es la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias que depende de la Secretaria de Energía y que a su vez depende del Organismo Internacional de Energía Atómica que regulan todos los lugares donde se trabaje con Radicación Ionizante y tienen como consideración primordial los siguientes aspectos:

- a) Evitar los efectos determinísticos, los efectos deterministas suceden cuando una cantidad grande de células reciben una alta dosis de radiación y éstas mueren o sufren un daño grave y no pueden ser reparadas, lo que provoca quemaduras, cataratas y en algunos casos la muerte.
- b) Limitar la probabilidad de incidencia de efectos estocásticos hasta valores que se consideren aceptables, los efectos estocásticos ocurren por casualidad, es decir, a personas que no están expuestas directamente con la radiación. Se presentan cuando se dañan las células al ser irradiadas y no pueden repararse adecuadamente, pero continúan viviendo y dividiéndose.  
Las células descendientes presentarán errores en el ADN, que repercutirán en el funcionamiento del tejido, órgano y/o sistema(s). A los efectos estocásticos se les considera causa de cáncer y de efectos genéticos, como las mutaciones<sup>12 13</sup>.
- c) Lograr y mantener condiciones apropiadas de seguridad para las actividades que involucran exposición humana a la radiación ionizante.

### **3.6.1. ¿Quién es el Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE)?**

Son personas que por el ejercicio y con motivos de su ocupación están expuestas a la radiación ionizante, quedan excluidos los trabajadores que ocasionalmente en el curso de su trabajo pueden estar expuestos en esta radiación<sup>14</sup>.

**¿Quién es el Público?** La población en general

### **Principios de Protección Radiológica**

1. *Tiempo*
2. *Distancia*
3. *Blindaje*

---

<sup>12</sup> H. Cember, T. Johnson, Health physics. 4a ed. USA: The McGraw-Hill, 2009.

<sup>13</sup> Canadian Nuclear Safety Commission, Introduction to radiation. Ontario, Canada:Minister of PublicWorks and Government Services Canada, 2012.

<sup>14</sup> N. Sánchez, Medición de dosis recibida por el personal ocupacionalmente expuesto del departamento de medicina nuclear del INCAN. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2011.

### **Tiempo.**

Este principio se refiere al intervalo de tiempo que dura la exposición. Entre menor tiempo se esté expuesto a esta, menor será la dosis recibida.

### **Distancia.**

La intensidad del campo de radiación disminuye conforme más alejado se este de la fuente emisora.

## **3.7. Blindaje y Características de la sala de tratamiento**

Una parte de la radiación suministrada a un paciente en una sala de tratamiento radioterapéutico se esparce en varias direcciones dentro del bunker. A esta radiación se le conoce como radiación dispersada. Por otro lado, la radiación que escapa de la carcasa del cabezal, que es donde se encuentra el acelerador lineal, se le conoce como radiación de fuga. En conjunto se les hace referencia como radiación externa.

Usualmente la protección radiológica se divide en: la protección a la radiación externa y la protección contra la contaminación interna que resulta de inhalar, ingerir o recibir radioactividad mediante el tacto. La protección a la radiación externa para el personal que opera las fuentes radiactivas depende en el diseño de la sala de tratamiento<sup>15 16</sup>.

El blindaje consiste simplemente en interponer entre el haz de radiación y una persona un material con ciertas características, de tal manera que atenúe la radiación.

Para determinar el blindaje se debe tomar en consideración factores como **la seguridad del personal, Autorización y control de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia de los Estados Unidos Mexicanos, cálculo de transmisión de radiación, el peso del blindaje, planeación de la protección radiológica, espacio disponible y ubicación, determinación de grosores de materiales, determinación de espesores de muros y techos, el costo, la toxicidad del material que esté construido, etc.**

---

<sup>15</sup> H. Cember, T. Johnson, Health physics. 4a ed. USA: The McGraw-Hill, 2009.

<sup>16</sup> D. Greene, P. Williams, Linear accelerators for radiation therapy. 2a ed. Philadelphia, USA: Institute of Physics Publishing, 1997.

Los blindajes son un método eficiente para reducir la exposición a la radiación. Estos se dividen en:

**Barreras primarias:** Son las partes de la habitación de tratamiento, como paredes, techo, piso; que reciben directamente los haces principales de los aceleradores lineales que giran en dos posiciones de forma horizontal. Para las barreras primarias es importante considerar la carga de trabajo, que es una medida del tiempo de trabajo, del equipo para radioterapia y de la cantidad de uso que se le da.

**Barreras secundarias:** Son las paredes, superficies, techo, etc., que restan. Estas protegen de la radiación de fuga y la radiación dispersada y por lo tanto es necesario calcular su espesor<sup>16</sup>. Es importante diferenciar entre las barreras primarias y secundarias, ya que las primarias deben tener un mayor espesor para atenuar los haces principales y las barreras secundarias pueden tener un espesor más delgado, con el fin de ahorrar dinero en la construcción del bunker<sup>17</sup>.

Algunos de los materiales que se pueden utilizar para fabricar las barreras primarias y secundarias, se muestran a continuación en el Cuadro.

<i>Materiales</i>	<i>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</i>
Ladrillo	1,920.00
Concreto	2,370.00
Cristal	2,580.00
Acero	7,849.00
Plomo	11,340.00

Cuadro 3.1: Materiales para la construcción de blindajes  
(Tomado de Cherry, P. y Duxbury, A., 2009. p. 236).

En la Figura 3.5 se muestra una sala de tratamiento, donde se especifican las barreras primarias y secundarias.

---

<sup>17</sup> D. Greene, P. Williams, Linear accelerators for radiation therapy. 2a ed. Philadelphia, USA: Institute of Physics Publishing, 1997.

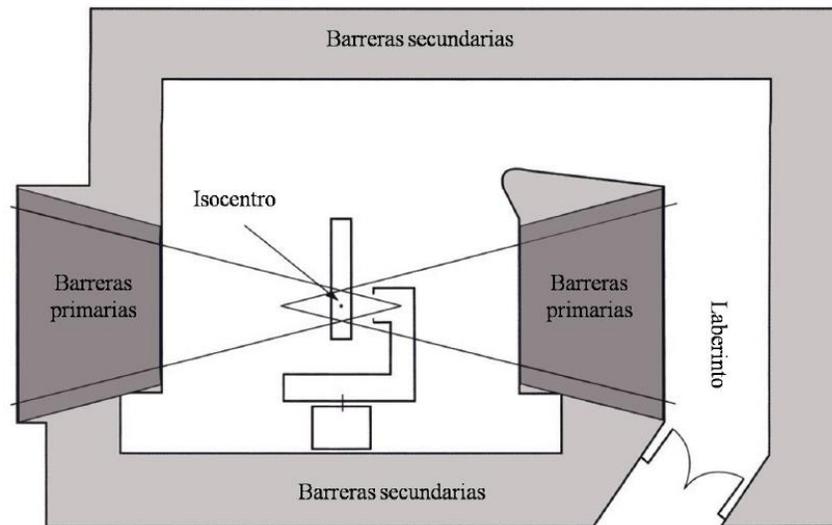


Figura 3.5: Diseño de las barreras de un bunker. (Tomado de Cherry, P. y Duxbury, A., 2009. p. 235).

### 3.7.1 Características generales de una sala de tratamiento

Los aspectos más importantes para considerar de una sala de tratamiento son:

- Entrada de la sala: Si bien la entrada a la sala de tratamiento debe estar diseñada para atender casos clínicos de emergencia, para atenuar la radiación de escape a través de esta, debe contar con un "laberinto", como se representa en la Figura 2.13. En algunos casos, para tratamientos a energías bajas, sólo es necesario contar con una puerta blindada.
- Ubicación de la sala de tratamiento: Al ubicar una sala de tratamiento se deben considerar los lugares que se encuentran alrededor y su concurrencia. Lo recomendable es la instalación de salas de tratamiento contiguas, que compartan barreras primarias o secundarias. Las habitaciones circundantes deben ser blindadas, por ello, usualmente la sala de tratamiento se coloca en el sótano de un edificio. Otra forma es colocar el bunker solo, es decir, en un edificio independiente; de esta forma no es necesario tomar en cuenta el blindaje de techos y suelos.

- Unidad de control: Esta se encuentra afuera de la sala de tratamiento, ya que los operadores deben entrar frecuentemente a la misma y controlar la máquina de radioterapia, al mismo tiempo que la monitorean.
- Características añadidas de seguridad: Las áreas controladas deben tener señales de advertencia, luces de advertencia, y una alarma auditiva. También deben contar con un sistema de bloqueo, el cual asegura que el paciente sea la única persona adentro de la sala al suministrar la dosis de radiación, de lo contrario se activará para suspender el tratamiento<sup>18 19</sup>.

### 3.7.2. Densidad

Es importante entender la relación entre el peso de un cuerpo y su volumen. Por ejemplo, nos referimos al plomo y al hierro como materiales pesados, mientras que la madera y el corcho los consideramos ligeros. Lo que en realidad queremos expresar es que el bloque de madera es más ligero que el bloque de plomo si ambos son de tamaño similar; los términos ligero y pesado son de carácter comparativo.

De acuerdo con lo anterior, la *densidad o masa específica “ρ” de un cuerpo se define como la relación de su masa “m” con respecto a su volumen “V”*

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Hay otro termino llamado peso específico que es la relación de su masa afectada por la aceleración de la gravedad entre un volumen.

Hay que tomar en cuenta que se relacionan, pero no son lo mismo, para nuestro estudios, usaremos la densidad.

El concreto convencional, normalmente usado en pavimentos, edificios y otras estructuras, tiene una densidad o masa unitaria que varía de 2,200 hasta 2,400 kg/m<sup>3</sup>. La densidad del concreto

---

<sup>18</sup> P. Cherry, A. Duxbury, Practical radiotherapy. 2a ed. Iowa, USA: John Wiley, 2009.

<sup>19</sup> D. Greene, P. Williams, Linear accelerators for radiation therapy. 2a ed. Philadelphia, USA: Institute of Physics Publishing, 1997.

varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (o incluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento. Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta la densidad. En el diseño del concreto armado (reforzado), la densidad de la combinación del concreto con la armadura normalmente se considera  $2400 \text{ kg/m}^3$ .<sup>20</sup>

Para poder realizar la comparativa es necesario comentar algunas características importantes de cada uno de los materiales (Concreto y Block de Alta Densidad)

### 3.7.2.1 Concreto de Alta Densidad (Concreto Masivo).

- El concreto tiene muchas ventajas y es el material más utilizado, se puede verter en casi cualquier configuración y proporciona una buena protección contra rayos X y resistencia estructural, así como protección contra neutrones.
- Por lo general se solicita que el concreto tenga una densidad como mínimo o mayor de  $2.35 \text{ g/cm}^3$ , el aumento de esta densidad se logra agregando materiales de densidades mayores al concreto para aumentar la atenuación de fotones. Entre ellos son muy comunes los minerales de hierro y los minerales como la hematita, los minerales de bario como la barita o los materiales ferrosos. Las densidades pueden variar hasta  $5.2 \text{ g/cm}^3$  para minerales de hierro,  $4.4 \text{ g/cm}^3$  para minerales de bario y mas de  $7 \text{ g/cm}^3$  para materiales ferrosos.
- Tambien tiene desventajas como cualquier otro material, es relativamente económico si se hace la comparativa con otros materiales como el plomo y el acero ya que el encofrado (cimbra) representa más de la mitad del costo total ya que se requiere un diseño de ese cimbrado que cumpla con los requerimientos de esfuerzo que el mismo concreto necesita.
- Otra desventaja de los concretos pesados es el costo y las dificultades de manejo, pocos contratistas están acostumbrados a trabajar con concretos pesados y están preocupados por problemas como por el asentamiento de los áridos pesados, la resistencia estructural y las dificultades de manipulación.

---

<sup>20</sup> Civil Web, Estructuras - Hormigón 2, México, *Ingeniería Civil Web*, 2014, <https://civil-web.webnode.com.co/estructuras/hormigon-2/>

- También las bombas de concretos no están diseñadas para un material tan denso y un camión de concreto solo puede transportar la mitad de ese concreto de manera segura.

Para el diseño del proporcionamiento de la mezcla para este tipo de construcción, se toman en cuenta muchos factores para poder mantener un equilibrio entre la economía y los requisitos de colocación, resistencia, durabilidad, densidad y apariencia. A continuación, realizaremos un breve análisis de las relaciones establecidas que rigen estas propiedades.

- *Factibilidad de colocación.* Comprende las características por separado en los términos de trabajabilidad y consistencia, se considera que la trabajabilidad es una propiedad del concreto que determina su capacidad de colocación, compactación y darle algún acabado sin segregación nociva, así como moldeabilidad y adherencia.

La trabajabilidad es afectada por la granulometría, forma de las partículas y proporciones de agregado; la cantidad y calidad del cemento y otros minerales cementantes; La presencia de aire incluido y aditivos químicos.

- *Consistencia.* Es la capacidad de colocación de la mezcla de concreto, se mide en términos de revenimiento, cuanto más elevado sea el revenimiento, más colocable es la mezcla y esto afecta la facilidad con que el concreto fluye durante el colado.

La consistencia se relaciona con la trabajabilidad, pero no es un sinónimo de esta.

En concretos correctamente proporcionados, el contenido unitario de agua necesario para producir un rendimiento determinado dependerá de varios factores. El requerimiento de agua aumenta conforme los agregados son más angulosos y de textura más áspera (pero esta desventajas se puede compensar si se mejoran otras características, como su adherencia a la pasta de cemento). El requerimiento de agua para la mezcla disminuye conforme aumenta el tamaño máximo de agregados bien graduados y con la inclusión del aire; por lo que la solicitud de agua se reduce a veces significativamente con el empleo de ciertos aditivos químicos reductores de agua.

- *Resistencia.* Aun cuando la resistencia es una característica importante del concreto, existen otras como durabilidad, permeabilidad y resistencia al desgaste que son a menudo iguales o más importantes. La resistencia a la edad de 28 días es frecuentemente empleada como parámetro de diseño estructural de la dosificación del concreto y en la evaluación de este. En los concretos masivos los aditivos son generalmente

proporcionados para satisfacer la resistencia adecuada a cortas edades, necesarias para la remoción y anclaje de la cimbra.

- *Durabilidad.* El concreto debe ser capaz de soportar exposiciones que puedan privarlo de su durabilidad, en condiciones de congelación y deshielo, humedecimiento y secado, calentamiento y enfriamiento; y ante sustancias químicas, entre otros.

El empleo de una baja relación agua materiales cementantes prolongará la vida del concreto al reducir la penetración de líquidos agresivos.

- *Densidad.* Para ciertas aplicaciones, el concreto se puede emplear principalmente por sus características de peso, ejemplo de estas aplicaciones son los contrapesos de los puentes levadizos; las pesas para hundir en el agua tuberías de petróleo; como protección contra la radiación y como aislante acústico.

- *Generación de calor.* Un factor digno de tenerse en cuenta al dosificar concreto masivo, es el tamaño y forma de la estructura completa o de la parte donde se va a emplear. Los colados de concreto que sean tan grandes que ameriten tomar medidas para controlar la generación de calor y los cambios resultantes dentro de la masa, requieren la consideración de las medidas de control de temperatura. Por regla general, la hidratación del cemento producirá una elevación de la temperatura en el concreto de 5 a 8 °C por cada 60 kg de cemento portland en 1 m<sup>3</sup>. Si la elevación de la temperatura de la masa del concreto no se mantiene al mínimo, para permitir que el calor se disipe a una velocidad razonable, o si el concreto se somete a un cambio brusco de temperatura o gradiente térmico; Es probable que ocurra agrietamientos. Las medidas de control de temperatura pueden incluir una temperatura inicial de colado relativamente baja, cantidades reducidas de materiales aglutinantes, circulación de agua fría y en ocasiones aislamiento de las superficies de concreto, según sea necesario para ajustarse a las diversas condiciones y exposiciones del mismo.

Cabe señalar que el concreto masivo no es necesariamente de agregado grande y que la preocupación por la generación de calor excesivo en el concreto no se circunscribe a estructuras masivas de presas o cimentaciones, muchos elementos estructurales grandes pueden ser de gran masa y requerir que se tenga en cuenta la generación de calor; particularmente cuando las dimensiones mínimas de una sección transversal de un

miembro de concreto sólido se aproxime o excedan de los 60 90 cm, o cuando se estén considerando contenidos de cementos superiores a 356 kg/m<sup>3</sup><sup>21</sup>.

En muchas ocasiones se utilizan aditivos para obtener un cemento con las especificaciones deseadas. Un aditivo es un material diferente al agua como agregados, cemento hidráulico y fibras de refuerzo que se emplean como un ingrediente del concreto o mortero y se agrega la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado. Hay varios tipos de aditivos los cuales son:

- *Aditivos inclusores de aire.* Este tipo de aditivo da un margen para ajustar el contenido de aire incluido y compensar la mayoría de las condiciones que afectan la cantidad de aire incluido en el concreto como: características de los agregados, naturaleza y proporción de los componentes de los aditivos del concreto, tipo y duración de mezclado, consistencia, temperatura, composición química y finura del cemento, el empleo de otros materiales cementantes o aditivos químicos.
  
- *Aditivos químicos.* Se utilizan para mejorar la calidad del concreto, hay distintos tipos con diferentes funciones y su empleo en el concreto es como sigue:
  1. Tipo A: reductor de agua.
  2. Tipo B: retardante.
  3. Tipo C: acelerante.
  4. Tipo D: retardante y reductor de agua.
  5. Tipo E: acelerante y reductor de agua.
  6. Tipo F: reductor de agua de alto rango.
  7. Tipo G: reductor de agua de alto rango y retardante.
  
- *Otros materiales cementantes.* Se emplean con frecuencia por economía en concretos mezclados con cemento portland o combinado, para reducir el calor de hidratación, mejorar la trabajabilidad y/o mejorar la durabilidad bajo las condiciones ambientales previstas. En estos materiales se incluyen cenizas volantes puzolanas y escoria de alto horno finamente molidas.

---

<sup>21</sup> Alejandro Castillo Ugarte, “Tesis Diseño de Mezclas de Concreto Hidráulico con el Método ACI Aplicado en Pavimentos Rígidos”, México, 2011

### 3.7.2.2. Block de Alta Densidad<sup>22</sup>

- Protección contra la radiación 100% modular garantizada y composición química avanzada.
- La forma de la pieza provee un blindaje modular contra la radiación ya que su forma de acoplamiento de onda senoidal patentada y sin plomo; estos dos conceptos confieren a los módulos unas propiedades de atenuación y unas ventajas de construcción inigualables.
- Los módulos proporcionan una propuesta de valor excepcional al combinar la tecnología de blindaje contra la radiación más avanzada con un enfoque sin plomo y una alternativa a la solución de concreto vertido, fabricados en un entorno controlado, estos módulos incorporan agregados de alta Z (alto número de protones en el núcleo del átomo de un elemento) para una atenuación eficaz de los fotones y materiales de atenuación de neutrones.
- Al eliminar el uso de plomo, los módulos garantizan la seguridad tanto de los usuarios como del medio ambiente, además, el meticuloso diseño de las costuras totalmente solapadas y alternas entre los módulos evita las trayectorias en línea recta de las corrientes de radiación, lo que ofrece una garantía de eficacia de blindaje contra la radiación del 100%.
- El sistema de enclavamiento patentado es la clave para crear una sala de terapia sin fugas de radiación que puede satisfacer prácticamente cualquier requisito de diseño.
- Su colocación se realiza por medio de una pasta tipo Grout (esta servirá para colado de castillos, traveses y desplante del muro).

---

<sup>22</sup> Veritas Medical Solutions, Blindaje Modular Verishield, EU, *Productos de Blindaje*, 2024, <https://www.veritas-medicalsolutions.com/es/verishield-modular-shielding/>

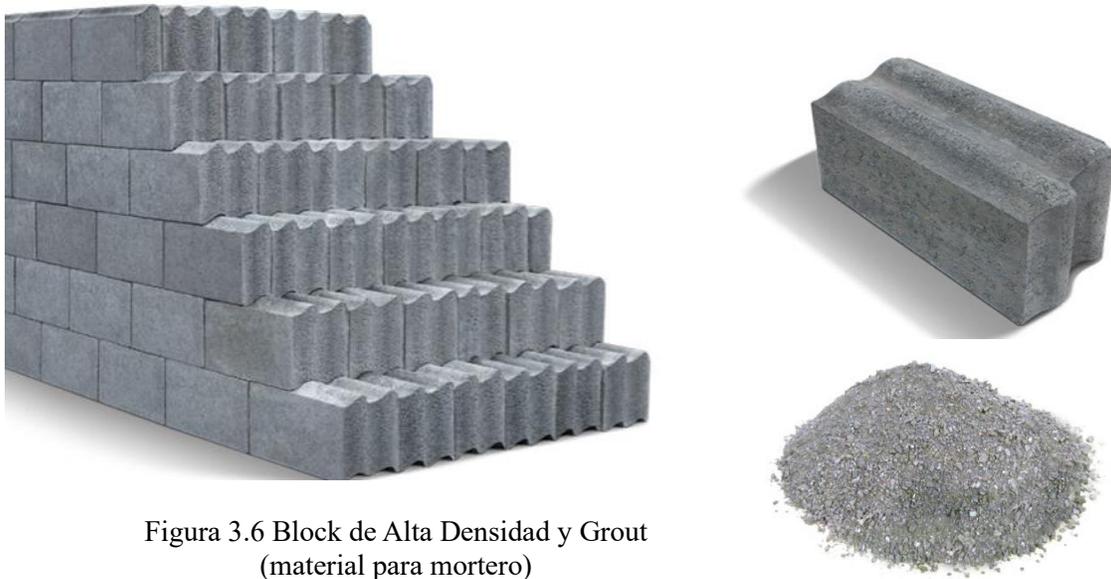


Figura 3.6 Block de Alta Densidad y Grout  
(material para mortero)

TYPE		FACE LENGTH		FACE HEIGHT		THICKNESS		DENSITY	
MODEL NO.	DESCRIPTION	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	lbs/ft3	g/cm3
V150-S	STANDARD	10	254	5	127	5	127	150	2.4
V220-S								220	3.5
V250-S								250	4.0
V300-S								313	5.0
V150-HT	HALF THICKNESS	10	254	5	127	2.5	63.5	150	2.4
V220-HT								220	3.5
V250-HT								250	4.0

Cuadro 3.2 Características Generales del Block de Alta Densidad

### 3.8. Requerimientos generales para la construcción de blindajes.

1. Cálculo de la Transmisión de radiación.
2. Planeación de la Protección Radiológica.
3. Determinación de los grosores de los materiales.
4. Determinación de espesores de muros y techos.
5. Autorización y control de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia de los Estados Unidos Mexicanos.

## Capítulo 4

### Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios.

#### A) Bunker de Concreto Armado “Tradicional”

PRESUPUESTO					
Clave	Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
<b>BUNK</b>	<b>BUNKER</b>				
<b>BCT</b>	<b>BUNKER DE CONCRETO "TRADICIONAL"</b>				
<b>B0</b>	<b>ESTRUCTURA BUNKER</b>				<b>\$26,386,053.05</b>
B01	Acero de refuerzo f'y= 4,200 kg/cm2 en estructura, incluye: materiales, desperdicios, cortes, acarreos, habilitado, doblado, amarres, mano de obra, herramienta, y equipo. con diámetro de:				
B001	A) varilla del no. 3	TON	0.16	\$ 48,933.25	\$ 7,927.19
B002	B) varilla del no. 4	TON	12.98	\$ 47,267.30	\$ 613,529.56
B003	C) varilla del no. 5	TON	2.18	\$ 47,080.19	\$ 102,634.82
B004	D) varilla del no. 6	TON	10.51	\$ 46,442.48	\$ 488,110.45
B005	E) varilla del no. 8	TON	2.78	\$ 46,442.48	\$ 129,110.09
B02	Soldadura de varillas del no.6 al no. 8, incluye: materiales, mano de obra calificada (soldador certificado), equipo, soldadura, pruebas de laboratorio, y herramienta.	BULBO	67.00	\$ 315.71	\$ 21,152.47
B03	Fletes, de ida y vuelta, de cimbra metálica y andamios de carga, desde el almacén del proveedor en la ciudad de México, hasta el sitio de obra en la ciudad de Villahermosa tabasco, peso aproximado de la carga: 98,000.00 kg. incluye: cimbra metálica, troqueles, crucetas, ganchos, tornillos de ajuste, placas, etc.... maniobras de carga y descarga en almacén y obra, herramientas y mano de obra.	SERV	2.00	\$ 211,793.93	\$ 423,587.85
B04	Cimbra y descimbra, acabado aparente en muros y losas, a base de cimbra metálica y andamios de carga, incluye: cimbra y troqueles, crucetas, ganchos, tornillos de ajuste, placas, fletes, acarreos, materiales, herramientas, andamios, mano de obra, etc... de acuerdo a proyecto aprobado para muros de concreto con espesores desde 0.40m. hasta 2.00m.	M2	742.28	\$ 2,904.96	\$ 2,156,291.77
B05	Elaboración de "cordon" de soldadura de 20mm. de longitud y 10mm. de espesor a base de soldadura e-6013 en puntales y vigas "I" de cimbra metálica para muros, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.	PZA	1,920.00	\$ 226.29	\$ 434,476.23
B06	Elaboración de "cordon" de soldadura de 40mm de longitud y 10mm. de espesor a base de soldadura e-6013 en puntales y vigas "I" de cimbra metálica para muros, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.	PZA	111.00	\$ 231.14	\$ 25,656.77
B07	Elaboración de "cordon" de soldadura de 20mm. de longitud y 10mm. de espesor a base de soldadura e-6013 en puntales y vigas "I" de cimbra metálica para losa, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.	PZA	468.00	\$ 226.29	\$ 105,903.58

B08	Suministro y colocación de concreto premezclado $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup> , estructural clase 1, con agregado máximo de 19mm, resistencia normal, revenimiento mayor a 14cms apto para ser bombeado, densidad de 2.35kg/cm <sup>3</sup> en estado seco, con peso volumétrico mayor a 2.50kgs/cm <sup>3</sup> , con limadura de hierro a razón de 210kgs/m <sup>3</sup> , microsílíce a razón de 20kgs/m <sup>3</sup> , vaciado continuo en un solo colado, en horario nocturno, en capas máximas de 40cms. incluye: bombeo, vaciado, colado, maestreado, regleado, vibrado, curado, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, y desperdicios.	M3	617.44	\$ 30,231.95	\$18,666,415.21
B09	Puerta en sala de tratamiento del acelerador lineal de 1.22x2.44m., giratoria blindada contra radiaciones mca. Medical MRP, mod. "pta-cel", con barrera de blindaje de polietileno boratado de 50mm. de espesor, acabado de la puerta en acero inoxidable, incluye: suministro, embalaje, transporte, instalación y maniobras de descarga.	PZA	1.00	\$ 3,211,257.06	\$ 3,211,257.06

## B) Bunker de Block de Alta Densidad “Prefabricado”

PRESUPUESTO					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
<b>BUNK</b>	<b>BUNKER</b>				
<b>BP</b>	<b>BUNKER PREFABRICADO</b>				
<b>BP</b>	<b>ESTRUCTURA BUNKER</b>				<b>\$ 32,860,508.70</b>
BP01	Trazo y nivelación del área de edificación con equipo topográfico, estableciendo ejes y referencias, incluye: materiales de trazo, hilo, calhidra, estacas de madera, acarreo del equipo dentro del área de trabajo, mano de obra, herramienta y equipo.	M2	78.95	\$ 14.32	\$ 993.19
BP02	Elaboración de barreno en losa de concreto con sección de 1" de diámetro y 9" de longitud, para anclaje de castillo ahogado, elaborado con rotomartillo eléctrico, incluye: limpieza con aire comprimido en toda la profundidad de la perforación, retiro de materiales sobrantes, materiales, herramienta y mano de obra.	PZA	78.00	\$ 202.57	\$ 13,760.76
BP03	Suministro y aplicación de adhesivo químico a base de resina epóxica hit-re 500-sd marca hilti, en barreno de 1" de diámetro x 9" de profundidad, para hincado de varillas de 19mm. (3/4") de diámetro, como refuerzo de castillos ahogados, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.	PZA	78.00	\$ 742.99	\$ 47,686.86
BP04	Castillo ahogado en muro de block de alta densidad, a base de acero de refuerzo de 3/4" y mortero cemento-grout-agua proporción: 1:3:0.5 (relación de volumen), con sección de 0.125x0.125m. y longitud variable, anclado a losa de cimentación, "hincando" la varilla en barrenos previamente elaborados en la losa de cimentación, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.	M	305.19	\$ 2,113.20	\$ 3,022,296.57

BP05	Muros del bunker, a base de blocks prefabricados de alta densidad v250, diseñados específicamente para este proyecto, con secciones de 0.0635m. y 0.127m. de espesor x 0.127m. de altura x 0.254m de longitud, con crestas de enclavamiento las cuales permiten una mayor precisión en el ajuste, con densidad de 4.0grs/cm3, asentados a hueso y @ 5 hiladas junteados con mortero cemento-arena proporción: 1:4, incluye: acarreo horizontal con equipo montacargas desde el sitio de su almacenaje hasta el sitio de utilización en la zona de la sala de tratamiento, elevación vertical hasta una altura máxima de 4.00mts.; materiales, permisos de importación e introducción al país, fletes, descarga por medios mecánicos a pie de transporte, herramientas, equipo y mano de obra especializada para su colocación.	M3	93.20	\$ 128,309.91	\$ 13,268,985.59
BP06	Cadena ahogada en muros de block de alta densidad, reforzada con una varilla de acero de 19mm. (3/4") de diámetro, a base de mortero cemento-grout-agua en proporción: 1:3:0.5 (relación de volumen), con sección transversal de 0.125 x 0.125m., incluye: elaboración y vaciado de mortero, materiales, herramientas, equipo y mano de obra.	M	460.94	\$ 2,142.96	\$ 4,754,190.47
BP07	Suministro y colocación de estructura metálica, para soporte de blocks, vigas ipr, en cubierta de bunker, fabricada a base de perfiles comerciales de acero A-50, como son perfiles ipr, incluye: soldadura E-7018, materiales, acarreos, montajes, sueldado, primer anticorrosivo, herramientas, equipo y mano de obra.	KG	12,312.88	\$ 60.59	\$ 522,928.01
BP08	Suministro y colocación de estructura metálica, para soporte de blocks, placas y canales, en cubierta de bunker, fabricada a base de perfiles comerciales de acero a-36, como son placas, y canales, incluye: soldadura e-7018, materiales, acarreos, montajes, sueldado, primer anticorrosivo, herramientas, equipo y mano de obra.	KG	1,440.46	\$ 61.51	\$ 61,176.34
BP09	Cubierta del bunker, a base de blocks prefabricados verishield v250, diseñados específicamente para este proyecto, con secciones de 0.0635m. y 0.127m. de espesor x 0.127m. de altura x 0.254m de longitud, con crestas de enclavamiento las cuales permiten una mayor precisión en el ajuste, con densidad de 4.0grs/cm3, asentados a hueso y @ 5 hiladas junteados con mortero cemento-arena proporción: 1:4, incluye: acarreo horizontal con equipo montacargas desde el sitio de su almacenaje hasta el sitio de utilización en la zona de la sala de tratamiento, elevación vertical hasta una altura máxima de 4.00mts.; materiales, permisos de importación e introducción al país, fletes, descarga por medios mecánicos a pie de transporte, herramientas, equipo y mano de obra especializada para su colocación.	M3	64.30	\$ 128,309.91	\$ 9,154,461.09
BP10	Suministro y colocación de canalizaciones de instalaciones ahogadas en muros para interconexión entre la sala de radioterapia y su área de control, a una altura de 3.00m., a base de tubería conduit de pvc pared gruesa de 4" de diámetro y 1.41m. de longitud, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.	PZA	4.00	\$ 347.88	\$ 1,019.84
BP11	Suministro y colocación de tubería conduit de PVC pared gruesa de 2" de diámetro y 1.50m. de longitud, ahogada en muro, para control de puerta blindada, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.	PZA	2.00	\$ 185.38	\$ 360.42

BP12	<p>Ducto Blindado, (Blindaje a base de Placa de acero 4074.00 kg, y Block de Alta densidad: 40 pzas), en forma de "L" con seccion de 2.54m de largo x 0.19m de alto y 1.588m de ancho para instalaciones de aire acondicionado y electricas, con blindaje suspendido bajo losa, soportado con estructura metalica, placa de acero y blindaje a base de blocks prefabricados verishield v250, diseñados específicamente para este proyecto, con secciones de 0.0635m. y 0.127m. de espesor x 0.127m. de altura x 0.254m de longitud, con crestas de enclavamiento las cuales permiten una mayor precisión en el ajuste, con densidad de 4.0grs/cm3, asentados a hueso y @ 5 hiladas junteados con mortero cemento-arena proporción: 1:4, incluye: acarreo horizontal con equipo montacargas desde el sitio de su almacenaje hasta el sitio de utilización en la zona de la sala de tratamiento, elevación vertical hasta una altura máxima de 4.00mts.; materiales, permisos de importación e introducción al país, fletes, descarga por medios mecánicos a pie de transporte, herramientas, equipo y mano de obra especializada para su colocación.</p>	PZA	1.00	\$ 274,725.48	\$ 199,675.51
BP13	<p>Suministro y colocacion de puerta blindada contra radiacion en acceso a sala de tratamiento marca veritas medical solutions, fabricada a base de placa de acero, con seccion de 1.74 m x 2.23m. de altura y 50 cm. de proteccion con block verishield v300, incluye: mecanismo de apertura corredizo, control electronico, interfase analogica y digital, pantalla tactil, sensores de seguridad, colocacion, materiales, herramientas, equipo y mano de obra.</p>	PZA	1.00	2,524,097.51	1,812,974.05

## A) Análisis de Precios Unitarios Bunker de Concreto Armado “Tradicional”

					<b>Marzo, 2024</b>	
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>						
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>						
<b>Villahermosa, Tabasco</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>B001</b>	Acero de refuerzo del No. 3 (3/8"), fy= 4,200 kg/cm2 en estructura, incluye: materiales, desperdicios, cortes, acarreos, habilitado, doblado, amarres, mano de obra, herramienta, y equipo.				<b>TON</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
VAR-3	Varilla R-42 del No. 3 (3/8"Ø), 0.557kg/m	ton	1.0700	\$ 24,560.00	\$ 26,279.20	
M0002	Alambre recocido cal. 16 (1.59mmØ), 0.016kg/m	kg	50.0000	\$ 28.92	\$ 1,446.00	
<b>Importe de Materiales</b>		<b>73.32%</b>		SUBTOTAL	\$ 27,725.20	
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
CU-06	Cuadrilla #6 (1 Fierro + 1 ayudante)	jor	4.2800	\$ 2,211.00	\$ 9,463.08	
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42	
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>25.41%</b>		SUBTOTAL	\$ 9,610.50	
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 9,610.50	\$ 288.32	
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 9,610.50	\$ 192.21	
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>1.27%</b>		SUBTOTAL	\$ 480.53	
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 37,816.23</b>	
<b>Indirecto</b>					6.00%	\$ 2,268.97
<b>Indirecto de Campo</b>					15.50%	\$ 5,861.51
<b>Utilidad</b>					6.50%	\$ 2,986.54
					<b>\$ 48,933.25</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>						
<b>CUARENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES PESOS 25/100 M.N.</b>						

					<b>Marzo, 2024</b>	
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>						
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>						
<b>Villahermosa, Tabasco</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>B002</b>	Acero de refuerzo del No. 4 (1/2"), fy= 4,200 kg/cm2 en estructura, incluye: materiales, desperdicios, cortes, acarreos, habilitado, doblado, amarres, mano de obra, herramienta, y equipo.				<b>TON</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
VAR-4	Varilla R-42 del No. 4 (1/2"Ø), 0.996kg/m	ton	1.0700	\$ 24,560.00	\$ 26,279.20	
M0002	Alambre recocido cal. 16 (1.59mmØ), 0.016kg/m	kg	40.0000	\$ 28.92	\$ 1,156.80	
<b>Importe de Materiales</b>		<b>75.11%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 27,436.00</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
CU-06	Cuadrilla #6 (1 Fierro + 1 ayudante)	jor	3.8500	\$ 2,211.00	\$ 8,512.35	
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42	
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>23.71%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 8,659.77</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 8,659.77	\$ 259.79	
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 8,659.77	\$ 173.20	
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>1.19%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 432.99</b>	
Costo Directo					\$ 36,528.76	
Indirecto					6.00% \$ 2,191.73	
Indirecto de Campo					15.50% \$ 5,661.96	
Utilidad					6.50% \$ 2,884.86	
					<b>\$ 47,267.30</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>						
<b>CUARENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE PESOS 30/100 M.N.</b>						

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casasus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>B003</b>	Acero de refuerzo del No. 5 (5/8"), fy= 4,200 kg/cm2 en estructura, incluye: materiales, desperdicios, cortes, acarreos, habilitado, doblado, amarres, mano de obra, herramienta, y equipo.				<b>TON</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
VAR-5	Varilla R-42 del No. 5 (5/8"Ø), 1.560kg/m	ton	1.0700	\$ 24,560.00	\$ 26,279.20
M0002	Alambre recocido cal. 16 (1.59mmØ), 0.016kg/m	kg	35.0000	\$ 28.92	\$ 1,012.20
<b>Importe de Materiales</b>		<b>75.01%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 27,291.40</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-06	Cuadrilla #6 (1 Fierro + 1 ayudante)	jor	3.8500	\$ 2,211.00	\$ 8,512.35
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>23.80%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 8,659.77</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 8,659.77	\$ 259.79
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 8,659.77	\$ 173.20
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>1.19%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 432.99</b>
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 36,384.16</b>
<b>Indirecto</b>					<b>6.00%</b>
<b>Indirecto de Campo</b>					<b>15.50%</b>
<b>Utilidad</b>					<b>6.50%</b>
					<b>\$ 47,080.19</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>CUARENTA Y SIETE MIL OCHENTA PESOS 19/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>B004</b>	Acero de refuerzo del No. 6 (3/4"), fy= 4,200 kg/cm2 en estructura, incluye: materiales, desperdicios, cortes, acarreos, habilitado, doblado, amarres, mano de obra, herramienta, y equipo.				<b>TON</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
VAR-6	Varilla R-42 del No. 6 (3/4"Ø), 2.250kg/m	ton	1.0700	\$ 24,560.00	\$ 26,279.20
M0002	Alambre recocido cal. 16 (1.59mmØ), 0.016kg/m	kg	30.0000	\$ 28.92	\$ 867.60
<b>Importe de Materiales</b>		<b>75.64%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 27,146.80</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-06	Cuadrilla #6 (1 Fierro + 1 ayudante)	jor	3.7000	\$ 2,211.00	\$ 8,180.70
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>23.20%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 8,328.12</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 8,328.12	\$ 249.84
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 8,328.12	\$ 166.56
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>1.16%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 416.41</b>
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 35,891.33</b>
<b>Indirecto</b>					<b>6.00%</b>
<b>Indirecto de Campo</b>					<b>15.50%</b>
<b>Utilidad</b>					<b>6.50%</b>
					<b>\$ 46,442.48</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>CUARENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 48/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>	
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>						
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>						
<b>Villahermosa, Tabasco</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>B005</b>	Acero de refuerzo del No. 8 (1"), fy= 4,200 kg/cm2 en estructura, incluye: materiales, desperdicios, cortes, acarreos, habilitado, doblado, amarres, mano de obra, herramienta, y equipo.				<b>TON</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
VAR-8	Varilla R-42 del No. 8 (1"Ø), 3.975kg/m	ton	1.0700	\$ 24,560.00	\$ 26,279.20	
M0002	Alambre recocido cal. 16 (1.59mmØ), 0.016kg/m	kg	30.0000	\$ 28.92	\$ 867.60	
<b>Importe de Materiales</b>		<b>75.64%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 27,146.80</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
CU-06	Cuadrilla #6 (1 Fierro + 1 ayudante)	jor	3.7000	\$ 2,211.00	\$ 8,180.70	
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42	
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>23.20%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 8,328.12</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 8,328.12	\$ 249.84	
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 8,328.12	\$ 166.56	
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>1.16%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 416.41</b>	
Costo Directo					<b>\$ 35,891.33</b>	
Indirecto					<b>6.00%</b>	
Indirecto de Campo					<b>15.50%</b>	
Utilidad					<b>6.50%</b>	
					<b>\$ 46,442.48</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>						
<b>CUARENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 48/100 M.N.</b>						





					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>B04</b>	Cimbra y descimbra, acabado aparente en muros y losas, a base de cimbra metálica y andamios de carga, incluye: cimbra y troqueles, crucetas, ganchos, tornillos de ajuste, placas, fletes, acarreos, materiales, herramientas, andamios, mano de obra, etc... de acuerdo a proyecto aprobado para muros de concreto con espesores desde 0.40m. hasta 2.00m.				<b>M2</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
<i>Desglose de Cimbra Universal en Renta:</i>					
RENT-01	Cimbra universal en renta Tipo primera (Triplay nuevo)	kg	31.3840	\$ 10.50	\$ 329.53
RENT-02	Accesorios Universal	kg	77.4336	\$ 11.40	\$ 882.74
<i>Accesorios en venta:</i>					
VENT-01	Accesorios de Sujeción	m2	1.1000	\$ 71.87	79.057
VENT-02	Accesorios de Consumo y/o Especial	m2	1.1000	\$ 78.89	86.779
<b>Importe de Materiales</b>		<b>61.39%</b>		SUBTOTAL	\$ 1,378.11
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-05	Cuadrilla #5 (1 Oficial Carpintero de Obra Negra + 5 ayudantes generales)	jor	0.1200	\$ 5,651.47	\$ 678.18
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>36.78%</b>		SUBTOTAL	\$ 825.60
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 825.60	\$ 24.77
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 825.60	\$ 16.51
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>1.84%</b>		SUBTOTAL	\$ 41.28
Costo Directo					\$ 2,244.99
Indirecto					\$ 134.70
Indirecto de Campo					\$ 347.97
Utilidad					\$ 177.30
					<b>\$ 2,904.96</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>DOS MIL NOVECIENTOS CUATRO PESOS 96/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>	
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>						
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>						
<b>Villahermosa, Tabasco</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>B05</b>	Elaboración de "cordon" de soldadura de 20mm. de longitud y 10mm. de espesor a base de soldadura e-6013 en puntales y vigas "I" de cimbra metálica para muros, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.				<b>PZA</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
M0017	Soldadura electrodo 6013 de 5/32" (4MM) de diametro	kg	0.0500	\$ 75.00	\$ 3.75	
<b>Importe de Materiales</b>		<b>2.14%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3.75</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
CU-07	Cuadrilla #7 (1 Soldador + 1 Ayudante Esp.)	jor	0.0050	\$ 2,274.00	\$ 11.37	
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42	
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>90.80%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 158.79</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 158.79	\$ 4.76	
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 158.79	\$ 3.18	
Q0047	Soldadora cap. 300 Amp.	hr	0.0400	\$ 110.00	\$ 4.40	
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>7.06%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 12.34</b>	
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 174.88</b>	
<b>Indirecto</b>					<b>6.00%</b>	
<b>Indirecto de Campo</b>					<b>15.50%</b>	
<b>Utilidad</b>					<b>6.50%</b>	
					<b>\$ 226.29</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DOSCIENTOS VEINTI SEIS PESOS 29/100 M.N.</b>						

					<b>Marzo, 2024</b>	
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>						
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>						
<b>Villahermosa, Tabasco</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>B06</b>	Elaboración de "cordon" de soldadura de 40mm de longitud y 10mm. de espesor a base de soldadura e-6013 en puntales y vigas "I" de cimbra metálica para muros, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.				<b>PZA</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
M0017	Soldadura electrodo 6013 de 5/32" (4MM) de diametro	kg	0.1000	\$ 75.00	\$ 7.50	
<b>Importe de Materiales</b>		<b>4.20%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 7.50</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
CU-07	Cuadrilla #7 (1 Soldador + 1 Ayudante Esp.)	jor	0.0050	\$ 2,274.00	\$ 11.37	
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42	
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>88.89%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 158.79</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 158.79	\$ 4.76	
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 158.79	\$ 3.18	
Q0047	Soldadora cap. 300 Amp.	hr	0.0400	\$ 110.00	\$ 4.40	
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>6.91%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 12.34</b>	
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 178.63</b>	
<b>Indirecto</b>					<b>\$ 10.72</b>	
<b>Indirecto de Campo</b>					<b>\$ 27.69</b>	
<b>Utilidad</b>					<b>\$ 14.11</b>	
					<b>\$ 231.14</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DOSCIENTOS TREINTA Y UN PESOS 14/100 M.N.</b>						

					<b>Marzo, 2024</b>	
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>						
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>						
<b>Villahermosa, Tabasco</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>B07</b>	Elaboración de "cordon" de soldadura de 20mm. de longitud y 10mm. de espesor a base de soldadura e-6013 en puntales y vigas "I" de cimbra metálica para losa, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra..				<b>PZA</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
M0017	Soldadura electrodo 6013 de 5/32" (4MM) de diametro	kg	0.0500	\$ 75.00	\$ 3.75	
<b>Importe de Materiales</b>		<b>2.14%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3.75</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
CU-07	Cuadrilla #7 (1 Soldador + 1 Ayudante Esp.)	jor	0.0050	\$ 2,274.00	\$ 11.37	
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1000	\$ 1,474.20	\$ 147.42	
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>90.80%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 158.79</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 158.79	\$ 4.76	
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 158.79	\$ 3.18	
Q0047	Soldadora cap. 300 Amp.	hr	0.0400	\$ 110.00	\$ 4.40	
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>7.06%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 12.34</b>	
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 174.88</b>	
<b>Indirecto</b>					<b>6.00%</b>	
<b>Indirecto de Campo</b>					<b>15.50%</b>	
<b>Utilidad</b>					<b>6.50%</b>	
					<b>\$ 226.29</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DOSCIENTOS VEINTI SEIS PESOS 29/100 M.N.</b>						

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casaus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>B08</b>	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c=250 kg/cm2, estructural clase 1, con agregado máximo de 19mm, resistencia normal, revenimiento mayor a 14cms apto para ser bombeado, densidad de 2.35kg/cm3 en estado seco, con peso volumétrico mayor a 2.50kg/cm3, con limadura de hierro a razón de 210kg/m3, microsilíce a razón de 20kg/m3, vaciado continuo en un solo colado, en horario nocturno, en capas máximas de 40cms. incluye: bombeo, vaciado, colado, maestreado, regleado, vibrado, curado, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, y desperdicios.				<b>M3</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CPREM250	Concreto premezclado f'c=250 kg/cm2 estructural, clase 1 con densidad 2.35kg/cm3 en estado seco, con peso volumétrico mayor a 2.50kg/cm3	m3	1.0300	\$ 2,200.00	\$ 2,266.00
REV-01	Revenimiento de 18+/- 3.0	m3	1.0500	\$ 210.00	\$ 220.50
BOM-01	Bombeo de concreto	m3	1.0500	\$ 180.00	\$ 189.00
AGU-50	Agua de toma	m3	0.5000	\$ 120.00	\$ 60.00
LIM-5220	limadura de Fe a razón de 210kgs/m3	kg	220.5000	\$ 85.00	\$ 18,742.50
MIC-21	microsilíce a razón de 20kg/m3	kg	21.0000	\$ 42.10	\$ 884.10
<b>Importe de Materiales</b>		<b>95.71%</b>		SUBTOTAL	\$ 22,362.10
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-04	Cuadrilla #4 (1 Oficia Albañil + 5 Ayudantes generales)	jor	12.8400	\$ 5,651.47	\$ 440.15
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.3000	\$ 1,474.20	\$ 442.26
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>3.78%</b>		SUBTOTAL	\$ 882.41
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 882.41	\$ 26.47
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 882.41	\$ 17.65
VIBRAC	Vibrador para concreto de alta eficiencia	hr	0.5000	\$ 150.00	\$ 75.00
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>0.51%</b>		SUBTOTAL	\$ 119.12
Costo Directo					\$ 23,363.63
Indirecto					6.00%
Indirecto de Campo					15.50%
Utilidad					6.50%
					<b>\$ 30,231.95</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>TREINTA MIL DOSCIENTOS TREINTA Y UN PESOS 95/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Tradicional de Concreto</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>B09</b>	Puerta en sala de tratamiento del acelerador lineal de 1.22x2.44m., giratoria blindada contra radiaciones mca. Medical MRP, mod. "pta-cel", con barrera de blindaje de polietileno boratado de 50mm. de espesor, acabado de la puerta en acero inoxidable, incluye: suministro, embalaje, transporte, instalación y maniobras de descarga.				<b>PZA</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
PPF-01	Puerta Blindada contra radiones mca. Medical MRP mod. Pta-cel (incluye el suministro y la instalación)	pza	1.0000	\$ 2,481,699.46	\$ 2,481,699.46
<b>Importe de Materiales</b>		<b>100.00%</b>		SUBTOTAL	\$ 2,481,699.46
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>0.00%</b>		SUBTOTAL	\$ 0.00
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 0.00	\$ 0.00
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>0.00%</b>		SUBTOTAL	\$ 0.00
Costo Directo					\$ 2,481,699.46
Indirecto					6.00%
Indirecto de Campo					15.50%
Utilidad					6.50%
					<b>\$ 3,211,257.06</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>TRES MILLONES DOSCIENTOS ONCE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE PESOS 06/100 M.N.</b>					

## B) Análisis de Precios Unitarios Bunker de Block de Alta Densidad “Prefabricado”

					<b>Marzo, 2024</b>	
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>						
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>						
<b>Villahermosa, Tabasco</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>BP01</b>	Trazo y nivelación del área de edificación con equipo topográfico, estableciendo ejes y referencias, incluye: materiales de trazo, hilo, calhidra, estacas de madera, acarreo del equipo dentro del área de trabajo, mano de obra, herramienta y equipo.				<b>M2</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
CAL-001	Calhidra	ton	0.0002	\$ 3,200.00	\$ 0.64	
MAD-04	Duela de pino de 3a de 3/4" x 4" x 8' (0.019x0.10x2.44 m)	pza	0.0100	\$ 48.00	\$ 0.48	
HIL-01	Hilo cañamo (rollo 100m)	pza	0.0010	\$ 35.00	\$ 0.04	
VAR-3	Varilla R-42 del No. 3 (3/8"Ø), 0.557kg/m	kg	0.0200	\$ 24.56	\$ 0.49	
<b>Importe de Materiales</b>		<b>14.88%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 1.65</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
CU-10	Cuadrilla #10 (1 topografo+2 ay.esp.)	jor	600.0000	\$ 2,800.00	\$ 4.67	
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.0020	\$ 1,474.20	\$ 2.95	
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>68.81%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 7.62</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 7.62	\$ 0.23	
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 7.62	\$ 0.15	
EQUITOP-01	Equipo de Topografía	hr	25.0000	\$ 35.60	\$ 1.42	
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>16.31%</b>		SUBTOTAL	<b>\$ 1.80</b>	
Costo Directo					\$ 11.07	
Indirecto					6.00%	
Indirecto de Campo					15.50%	
Utilidad					6.50%	
					<b>\$ 14.32</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>						
<b>CATORCE PESOS 32/100 M.N.</b>						

					<b>Marzo, 2024</b>	
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>						
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>						
<b>Villahermosa, Tabasco</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>BP02</b>	Elaboración de barreno en losa de concreto con sección de 1" de diámetro y 9" de longitud, para anclaje de castillo ahogado, elaborado con rotomartillo eléctrico, incluye: limpieza con aire comprimido en toda la profundidad de la perforación, retiro de materiales sobrantes, materiales, herramienta y mano de obra.				<b>PZA</b>	
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
<b>Importe de Materiales</b>		<b>0.00%</b>		<b>SUBTOTAL</b>		
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
MO-001	Ayudante general	jor	0.0800	\$ 688.00	\$ 55.04	
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.0200	\$ 1,474.20	\$ 29.48	
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>53.99%</b>		<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 84.52</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>	
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 84.52	\$ 2.54	
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 84.52	\$ 1.69	
BROC	Broca Rotomartillo Sds Plus 1" X 10"	pza	0.0100	\$ 2,980.00	\$ 29.80	
ROTM-03	Rotomartillo electrico Hilti	hr	0.1000	\$ 380.00	\$ 38.00	
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>46.01%</b>		<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 72.03</b>
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 156.55</b>	
<b>Indirecto</b>					<b>6.00%</b>	
<b>Indirecto de Campo</b>					<b>15.50%</b>	
<b>Utilidad</b>					<b>6.50%</b>	
					<b>\$ 202.57</b>	
<b>PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DOSCIENTOS DOS PESOS 57/100 M.N.</b>						

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP03</b>	Suministro y aplicación de adhesivo químico a base de resina epóxica hit-re 500-sd marca hilti, en barreno de 1" de diámetro x 9" de profundidad, para hincado de varillas de 19mm. (3/4") de diámetro, como refuerzo de castillos ahogados, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.				<b>PZA</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
HILRE-500	Resina epóxica HIT-RE 500 de 0.33lts	pza	0.2000	\$ 2,535.55	\$ 507.11
<b>Importe de Materiales</b>		<b>88.32%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 507.11</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
MO-001	Ayudante general	jor	0.0500	\$ 688.00	\$ 34.40
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.0200	\$ 1,474.20	\$ 29.48
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>11.13%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 63.88</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 63.88	\$ 1.92
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 63.88	\$ 1.28
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>0.56%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3.19</b>
Costo Directo					\$ 574.19
Indirecto		6.00%			\$ 34.45
Indirecto de Campo		15.50%			\$ 89.00
Utilidad		6.50%			\$ 45.35
					<b>\$ 742.99</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>SETECIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 99/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP04</b>	Castillo ahogado en muro de block de alta densidad, a base de acero de refuerzo de 3/4" y mortero cemento-grout-agua proporción: 1:3:0.5 (relación de volumen), con sección de 0.125x0.125m. y longitud variable, anclado a losa de cimentación, "hincando" la varilla en barrenos previamente elaborados en la losa de cimentación, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.				<b>M</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
VAR-6	Varilla R-42 del No. 6 (3/4"Ø), 2.250kg/m	pza	0.0875	\$ 663.78	\$ 58.08
CGROUTA	Mortero cemento - grout - agua proporción de 1:3:0.5	m3	0.0172	\$ 38,600.25	\$ 663.15
<b>Importe de Materiales</b>		<b>44.16%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 721.23</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-04	Cuadrilla #4 (1 Oficia Albañil + 5 Ayudantes generales)	jor	14.5800	\$ 5,651.47	\$ 387.62
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.3000	\$ 1,474.20	\$ 442.26
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>50.82%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 829.88</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 829.88	\$ 24.90
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 829.88	\$ 16.60
REV-01	Revolvedora de 1 saco 8HP	hr	0.3000	\$ 135.00	\$ 40.50
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>5.02%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 81.99</b>
Costo Directo					\$ 1,633.10
Indirecto		6.00%			\$ 97.99
Indirecto de Campo		15.50%			\$ 253.13
Utilidad		6.50%			\$ 128.97
					<b>\$ 2,113.20</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>DOS MIL CIENTO TRECE PESOS 20/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP05</b>	Muros del bunker, a base de blocks prefabricados de alta densidad v250, diseñados específicamente para este proyecto, con secciones de 0.0635m. y 0.127m. de espesor x 0.127m. de altura x 0.254m de longitud, con crestas de enclavamiento las cuales permiten una mayor precisión en el ajuste, con densidad de 4.0grs/cm3, asentados a hueso y @ 5 hiladas junteados con Mortero cemento - grout - agua proporcion de 1:3:0.5, incluye: acarreo horizontal con equipo montacargas desde el sitio de su almacenaje hasta el sitio de utilización en la zona de la sala de tratamiento, elevación vertical hasta una altura máxima de 4.00mts.; materiales, permisos de importación e introducción al país, fletes, descarga por medios mecánicos a pie de transporte, herramientas, equipo y mano de obra especializada para su colocación.				<b>M3</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
BLOCKAD	Block de alta densidad 0.127m x 0.127m x 0.254m (ρ = 4.0grs/cm3)	pza	244.0000	\$ 360.00	\$ 87,840.00
CGROUTA	Mortero cemento - grout - agua proporcion de 1:3:0.5	m3	0.0344	\$ 38,600.25	\$ 1,326.30
<b>Importe de Materiales</b>		<b>89.92%</b>		SUBTOTAL	\$ 89,166.30
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-09	Cuadrilla #4 (2 Oficia Albañil + 7 Ayudantes especializados)	jor	0.8000	\$ 7,518.85	\$ 6,015.08
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.4500	\$ 1,474.20	\$ 663.39
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>6.74%</b>		SUBTOTAL	\$ 6,678.47
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 6,678.47	\$ 200.35
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 6,678.47	\$ 133.57
MONTA-01	Montacargas Yale Cap. 6,000Lb	hr	9.2000	\$ 324.00	\$ 2,980.80
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>3.34%</b>		SUBTOTAL	\$ 3,314.72
Costo Directo					\$ 99,159.50
Indirecto					6.00%
Indirecto de Campo					15.50%
Utilidad					6.50%
					<b>\$ 128,309.91</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>CIENTO VEINTI OCHO MIL TRECIENTOS NUEVE PESOS 91/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP06</b>	Cadena ahogada en muros de block de alta densidad, reforzada con una varilla de acero de 19mm. (3/4") de diámetro, a base de mortero cemento-grout-agua en proporción: 1:3:0.5 (relación de volumen), con sección transversal de 0.125 x 0.125m., incluye: elaboración y vaciado de mortero, materiales, herramientas, equipo y mano de obra..				<b>M</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
VAR-6	Varilla R-42 del No. 6 (3/4"Ø), 2.250kg/m	pza	0.0875	\$ 663.78	\$ 58.08
CGROUTA	Mortero cemento - grout - agua proporción de 1:3:0.5	m3	0.0172	\$ 38,600.25	\$ 663.15
<b>Importe de Materiales</b>		<b>43.55%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 721.23</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-04	Cuadrilla #4 (1 Oficia Albañil + 5 Ayudantes generales)	jor	13.8000	\$ 5,651.47	\$ 409.53
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.3000	\$ 1,474.20	\$ 442.26
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>51.43%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 851.79</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 851.79	\$ 25.55
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 851.79	\$ 17.04
REV-01	Revolvedora de 1 saco 8HP	hr	0.3000	\$ 135.00	\$ 40.50
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>5.02%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 83.09</b>
Costo Directo					\$ 1,656.11
Indirecto					6.00% \$ 99.37
Indirecto de Campo					15.50% \$ 256.70
Utilidad					6.50% \$ 130.79
					<b>\$ 2,142.96</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>DOS MIL CIENTO CUARENTA Y DOS PESOS 96/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP07</b>	Suministro y colocación de estructura metálica, para soporte de blocks, vigas ipr, en cubierta de bunker, fabricada a base de perfiles comerciales de acero A-50, como son perfiles ipr, incluye: soldadura E-7018, materiales, acarrees, montajes, sueldado, primer anticorrosivo, herramientas, equipo y mano de obra.				<b>KG</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
IPR1674.40	Viga IPR 16" x 7" x 74.40kg/m	kg	1.0000	\$ 31.28	\$ 31.28
M0016	Soldadura electrodo 7018 de 5/32" (4MM) de diametro	kg	0.0200	\$ 75.00	\$ 1.50
PRIMA-01	Primario anticorrosivo (cub. de 19 lts)	lt	0.0060	\$ 135.00	\$ 0.81
THINN	Thinner (lata 19 lts)	lt	0.0030	\$ 38.00	\$ 0.11
<b>Importe de Materiales</b>		<b>71.98%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 33.70</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-11	Cuadrilla #11 (1 soldador+2 ay.esp.)	jor	315.5000	\$ 2,850.28	\$ 9.03
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1500	\$ 1,474.20	\$ 1.43
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>22.34%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 10.46</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 10.46	\$ 0.31
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 10.46	\$ 0.21
Q0047	Soldadora cap. 300 Amp.	hr	0.0150	\$ 22.30	\$ 0.33
GRUPAT	Grúa de patio de 20. ton	hr	0.0010	\$ 1,800.00	\$ 1.80
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>5.68%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2.66</b>
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 46.82</b>
<b>Indirecto</b>					<b>6.00%</b>
<b>Indirecto de Campo</b>					<b>15.50%</b>
<b>Utilidad</b>					<b>6.50%</b>
					<b>\$ 60.59</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>SESENTA PESOS 59/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP08</b>	Suministro y colocación de estructura metálica, para soporte de blocks, placas y canales, en cubierta de bunker, fabricada a base de perfiles comerciales de acero A-36, como son placas, y canales, incluye: soldadura E-7018, materiales, acarrees, montajes, sueldado, primer anticorrosivo, herramientas, equipo y mano de obra.				<b>KG</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
IPR1674.40	Placas y canales en acero A-36	kg	1.0000	\$ 31.99	\$ 31.99
M0016	Soldadura electrodo 7018 de 5/32" (4MM) de diametro	kg	0.0200	\$ 75.00	\$ 1.50
PRIMA-01	Primario anticorrosivo (cub. de 19 lts)	lt	0.0060	\$ 135.00	\$ 0.81
THINN	Thinner (lata 19 lts)	lt	0.0030	\$ 38.00	\$ 0.11
<b>Importe de Materiales</b>		<b>72.40%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 34.41</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-11	Cuadrilla #11 (1 soldador+2 ay.esp.)	jor	315.5000	\$ 2,850.28	\$ 9.03
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.1500	\$ 1,474.20	\$ 1.43
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>22.01%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 10.46</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 10.46	\$ 0.31
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 10.46	\$ 0.21
Q0047	Soldadora cap. 300 Amp.	hr	0.0150	\$ 22.30	\$ 0.33
GRUPAT	Grúa de patio de 20. ton	hr	0.0010	\$ 1,800.00	\$ 1.80
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>5.59%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2.66</b>
<b>Costo Directo</b>					<b>\$ 47.53</b>
<b>Indirecto</b>					<b>\$ 2.85</b>
<b>Indirecto de Campo</b>					<b>\$ 7.37</b>
<b>Utilidad</b>					<b>\$ 3.75</b>
					<b>\$ 61.51</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>SESENTA Y UN PESOS 51/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP09</b>	Cubierta del bunker, a base de blocks prefabricados de alta densidad, diseñados específicamente para este proyecto, con secciones de 0.0635m. y 0.127m. de espesor x 0.127m. de altura x 0.254m de longitud, con crestas de enclavamiento las cuales permiten una mayor precisión en el ajuste, con densidad de 4.0grs/cm <sup>3</sup> , asentados a hueso y @ 5 hiladas junteados con mortero cemento-arena proporción: 1:4, incluye: acarreo horizontal con equipo montacargas desde el sitio de su almacenaje hasta el sitio de utilización en la zona de la sala de tratamiento, elevación vertical hasta una altura máxima de 4.00mts.; materiales, permisos de importación e introducción al país, fletes, descarga por medios mecánicos a pie de transporte, herramientas, equipo y mano de obra especializada para su colocación.				<b>M3</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
BLOCKAD	Block de alta densidad 0.127m x 0.127m x 0.254m (ρ = 4.0grs/cm <sup>3</sup> )	pza	244.0000	\$ 360.00	\$ 87,840.00
CGROUTA	Mortero cemento - grout - agua proporción de 1:3:0.5	m3	0.0344	\$ 38,600.25	\$ 1,326.30
<b>Importe de Materiales</b>		<b>89.92%</b>		SUBTOTAL	\$ 89,166.30
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-09	Cuadrilla #4 (2 Oficia Albañil + 7 Ayudantes especializados)	jor	0.8000	\$ 7,518.85	\$ 6,015.08
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.4500	\$ 1,474.20	\$ 663.39
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>6.74%</b>		SUBTOTAL	\$ 6,678.47
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 6,678.47	\$ 200.35
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 6,678.47	\$ 133.57
MONTA-01	Montacargas Yale Cap. 6,000Lb	hr	9.2000	\$ 324.00	\$ 2,980.80
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>3.34%</b>		SUBTOTAL	\$ 3,314.72
Costo Directo					\$ 99,159.50
Indirecto					6.00%
Indirecto de Campo					15.50%
Utilidad					6.50%
					<b>\$ 128,309.91</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>CIENTO VEINTI CUATRO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS PESOS 83/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP10</b>	Suministro y colocación de canalizaciones de instalaciones ahogadas en muros para interconexión entre la sala de radioterapia y su área de control, a una altura de 3.00m., a base de tubería conduit de pvc pared gruesa de 4" de diámetro y 1.41m. de longitud, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.				<b>PZA</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
TUBPVC4G	Tubería conduit de pvc pared gruesa de 4" de diámetro	pza	0.4950	\$ 300.00	\$ 148.50
<b>Importe de Materiales</b>		<b>55.24%</b>		SUBTOTAL	\$ 148.50
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-18	Cuadrilla #18 (1 Electrico + 1 Ayudante especializado	jor	33.0000	\$ 1,836.27	\$ 55.64
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.0400	\$ 1,474.20	\$ 58.97
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>42.63%</b>		SUBTOTAL	\$ 114.61
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 114.61	\$ 3.44
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 114.61	\$ 2.29
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>2.13%</b>		SUBTOTAL	\$ 5.73
Costo Directo					\$ 268.84
Indirecto					\$ 16.13
Indirecto de Campo					\$ 41.67
Utilidad					\$ 21.23
					<b>\$ 347.88</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>TRECIENTOS CUARENTA Y SIETE PESOS 88/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP11</b>	Suministro y colocación de tubería conduit de PVC pared gruesa de 2" de diámetro y 1.50m. de longitud, ahogada en muro, para control de puerta blindada, incluye: materiales, herramientas, equipo y mano de obra.				<b>PZA</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
TUBPVC2G	Tubería conduit de pvc pared gruesa de 2" de diámetro	pza	0.3500	\$ 120.00	\$ 42.00
<b>Importe de Materiales</b>		<b>29.32%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 42.00</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-18	Cuadrilla #18 (1 Electrico + 1 Ayudante especializado	jor	49.0000	\$ 1,836.27	\$ 37.47
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.0400	\$ 1,474.20	\$ 58.97
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>67.32%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 96.44</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 96.44	\$ 2.89
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 96.44	\$ 1.93
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>3.37%</b>		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 4.82</b>
Costo Directo					\$ 143.27
Indirecto		6.00%			\$ 8.60
Indirecto de Campo		15.50%			\$ 22.21
Utilidad		6.50%			\$ 11.31
					<b>\$ 185.38</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>CIENTO OCHENTA Y CINCO PESOS 38/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP12</b>	<p>Ducto Blindado, (Blindaje a base de Placa de acero 4,074.00 kg, y Block de alta densidad: 40 pzas), en forma de "L" con seccion de 2.54m de largo x 0.19m de alto y 1.588m de ancho para instalaciones de aire acondicionado y electricas, con blindaje suspendido bajo losa, soportado con estructura metalica, placa de acero y blindaje a base de blocks prefabricados de alta densidad, diseñados específicamente para este proyecto, con secciones de 0.0635m. y 0.127m. de espesor x 0.127m. de altura x 0.254m de longitud, con crestas de enclavamiento las cuales permiten una mayor precisión en el ajuste, con densidad de 4.0grs/cm<sup>3</sup>, asentados a hueso y @ 5 hiladas junteados con mortero cemento-arena proporción: 1:4, incluye: acarreo horizontal con equipo montacargas desde el sitio de su almacenaje hasta el sitio de utilización en la zona de la sala de tratamiento, elevación vertical hasta una altura máxima de 4.00mts.; materiales, permisos de importación e introducción al país, fletes, descarga por medios mecánicos a pie de transporte, herramientas, equipo y mano de obra especializada para su colocación.</p>				<b>PZA</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
BLOCKAD	Block de alta densidad 0.127m x 0.127m x 0.254m (ρ = 4.0grs/cm <sup>3</sup> )	pza	40.0000	\$ 360.00	\$ 14,400.00
CGROUTA	Mortero cemento - grout - agua proporción de 1:3:0.5	m3	0.1800	\$ 38,600.25	\$ 6,948.05
PL-01	Placa de acero A-36 hasta 1/4" - 3/4"	kg	4,074.00	\$ 31.99	\$ 130,327.26
M0016	Soldadura electrodo 7018 de 5/32"	kg	4,074.00	\$ 1.50	\$ 6,111.00
PRIMA-01	Primario anticorrosivo (cub. de 19 lts)	lt	24.4400	\$ 135.00	\$ 3,299.40
THINN	Thinner (lata 19 lts)	lt	12.2000	\$ 38.00	\$ 463.60
<b>Importe de Materiales</b>		<b>76.09%</b>		SUBTOTAL	\$ 161,549.31
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
CU-09	Cuadrilla #4 (2 Oficia Albañil + 7 Ayudantes especializados)	jor	0.3000	\$ 7,518.85	\$ 2,255.66
CU-11	Cuadrilla #11 (1 soldador+2 ay.esp.)	jor	12.9100	\$ 2,850.28	\$ 36,797.11
CO-100	Cabo de oficios	jor	0.4500	\$ 1,474.20	\$ 663.39
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>18.71%</b>		SUBTOTAL	\$ 39,716.16
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 39,716.16	\$ 1,191.48
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 39,716.16	\$ 794.32
Q0047	Soldadora cap. 300 Amp.	hr	60.0000	\$ 22.30	\$ 1,338.00
GRUAPAT	Grúa de patio de 20. ton	hr	4.0740	\$ 1,800.00	\$ 7,333.20
MONTA-01	Montacargas Yale Cap. 6,000Lb	hr	1.2000	\$ 324.00	\$ 388.80
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>5.20%</b>		SUBTOTAL	\$ 11,045.81
Costo Directo					\$ 212,311.27
Indirecto					6.00% \$ 12,738.68
Indirecto de Campo					15.50% \$ 32,908.25
Utilidad					6.50% \$ 16,767.28
					<b>\$ 274,725.48</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS VEINTICINCO PESOS 48/100 M.N.</b>					

					<b>Marzo, 2024</b>
<b>Hospital Dr. Juan Graham Casusus</b>					
<b>Proyecto: Bunker Prefabricado</b>					
<b>Villahermosa, Tabasco</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>BP13</b>	Suministro y colocacion de puerta blindada contra radiacion en acceso a sala de tratamiento marca veri medical solutions, fabricada a base de placa de acero, con seccion de 1.74 m x 2.23m. de altura y 50 cm. de proteccion con block de alta densidad, incluye: mecanismo de apertura corredizo, control electronico, interfase analogica y digital, pantalla tactil, sensores de seguridad, colocacion, materiales, herramientas, equipo y mano y mano de obra.				<b>PZA</b>
<b>CLAVE</b>	<b>Material</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
	Puerta blindada contra radiacion marca veri medical solutions, fabricada a base de placa de acero, proteccion con block de alta densidad (incluye el suministro y la instalción)	pza	1.0000	#####	\$ 1,950,654.00
<b>Importe de Materiales</b>		<b>100.00%</b>		SUBTOTAL	\$ 1,950,654.00
<b>CLAVE</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>Importe de Mano de Obra</b>		<b>0.00%</b>		SUBTOTAL	\$ 0.00
<b>CLAVE</b>	<b>Equipo y Herramienta</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMPORTE</b>
Q0045	Herramienta menor	(%)mo	0.0300	\$ 0.00	\$ 0.00
Q0046	Equipo de seguridad	(%)mo	0.0200	\$ 0.00	\$ 0.00
<b>Importe de Equipo y Herramienta</b>		<b>0.00%</b>		SUBTOTAL	\$ 0.00
Costo Directo					\$ 1,950,654.00
Indirecto					\$ 117,039.24
Indirecto de Campo					\$ 302,351.37
Utilidad					\$ 154,052.90
					<b>\$ 2,524,097.51</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>					
<b>CIENTO OCHENTA Y CINCO PESOS 38/100 M.N.</b>					



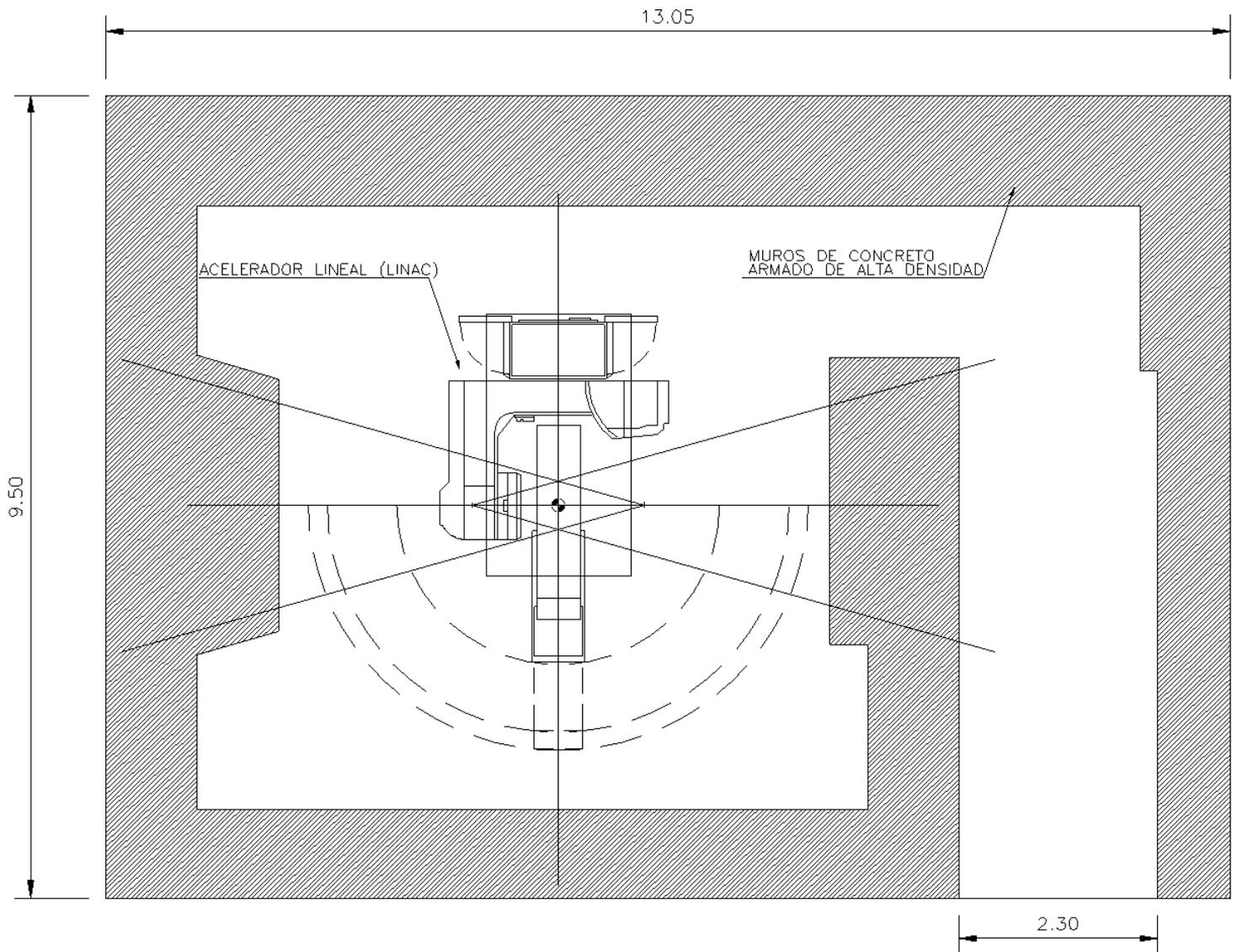


## Capítulo 6

### Plano Arquitectónico y Estructural para Construcción

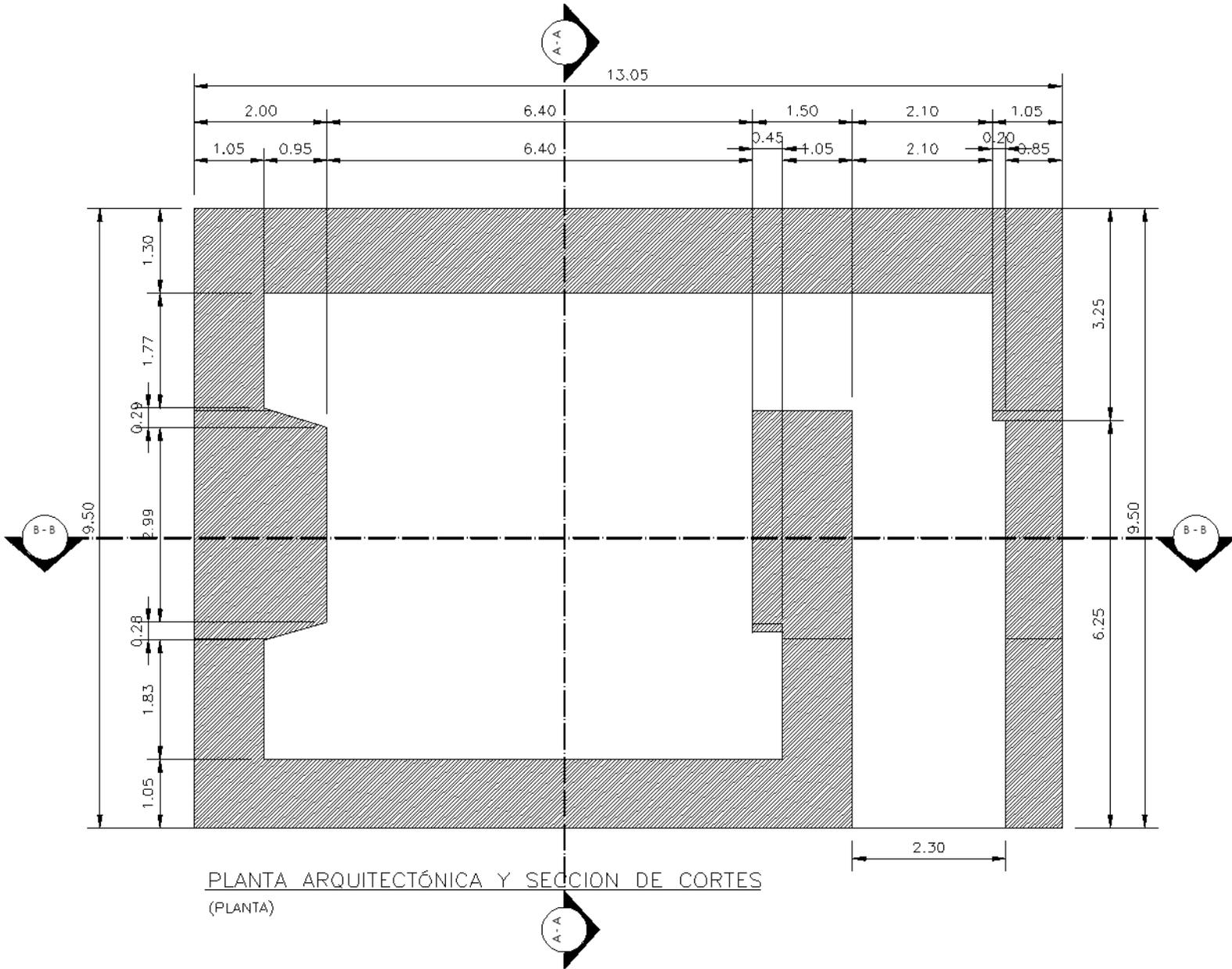
#### 6.1 Bunker de Concreto Armado “Tradicional”

##### PLANTA ARQUITECTONICA



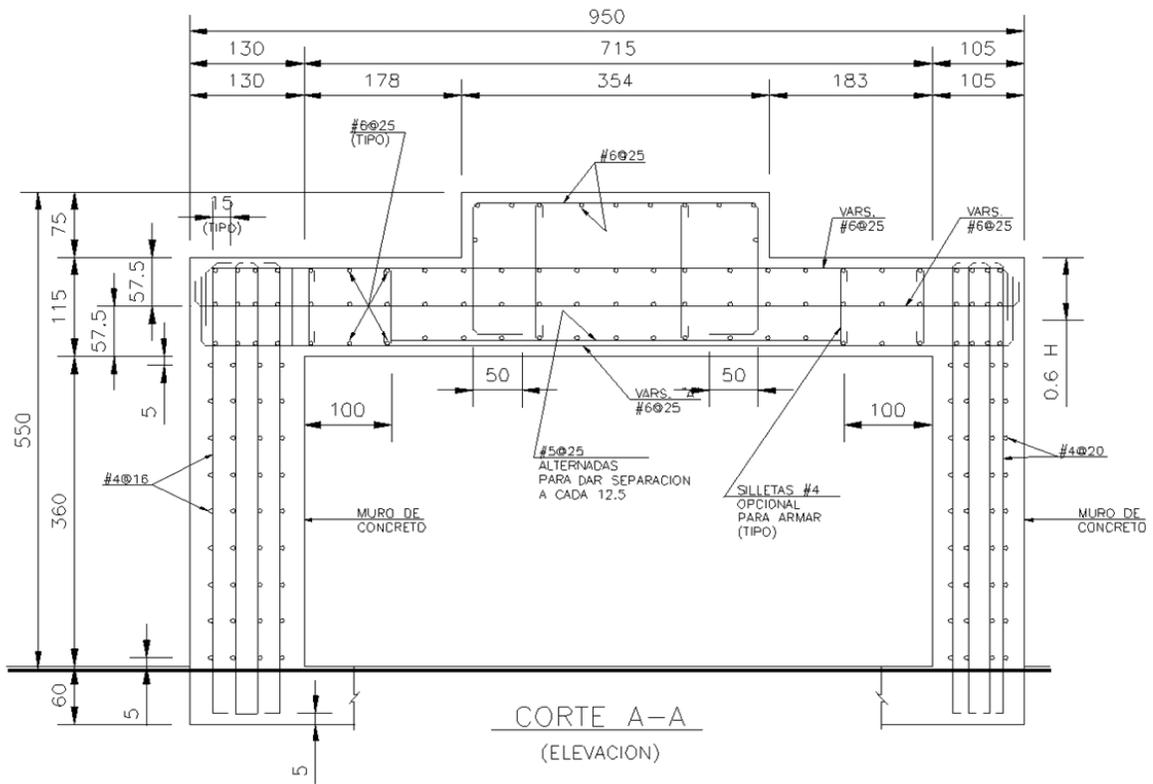
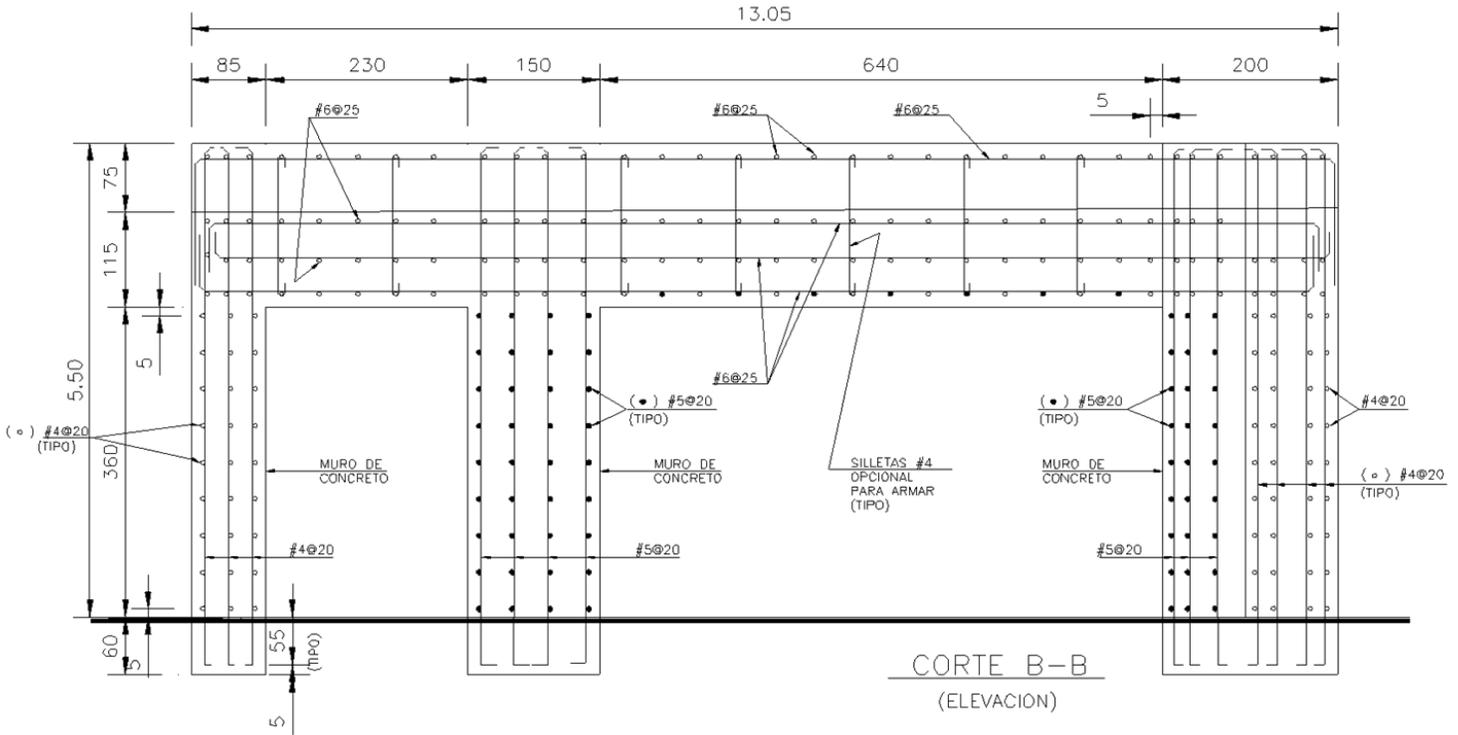
PLANTA ARQUITECTÓNICA  
(PLANTA)

# PLANTA ARQUITECTÓNICA CON INDICACIÓN DE CORTES



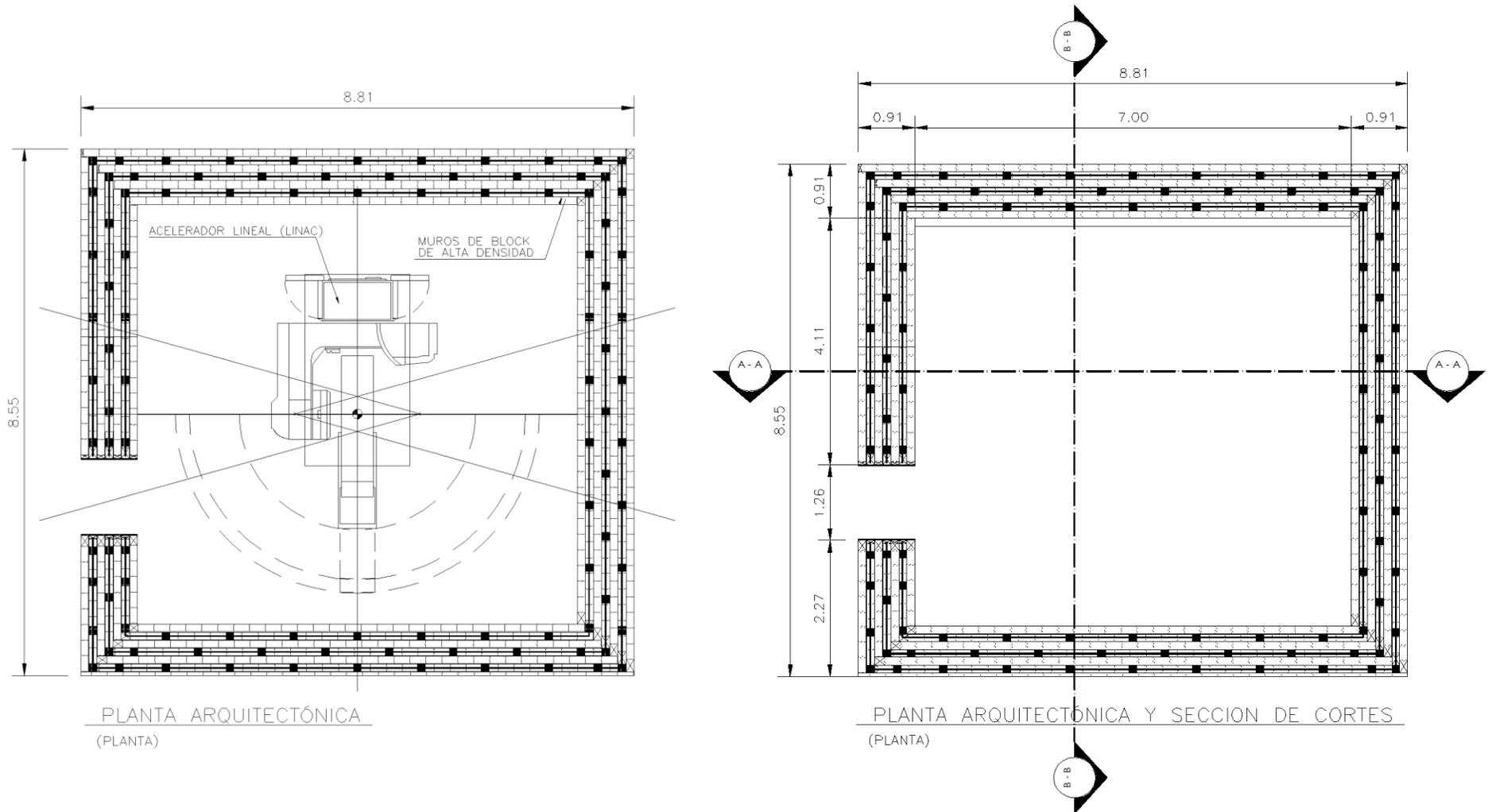


# CORTES ESTRUCTURALES PARA CONSTRUCCIÓN

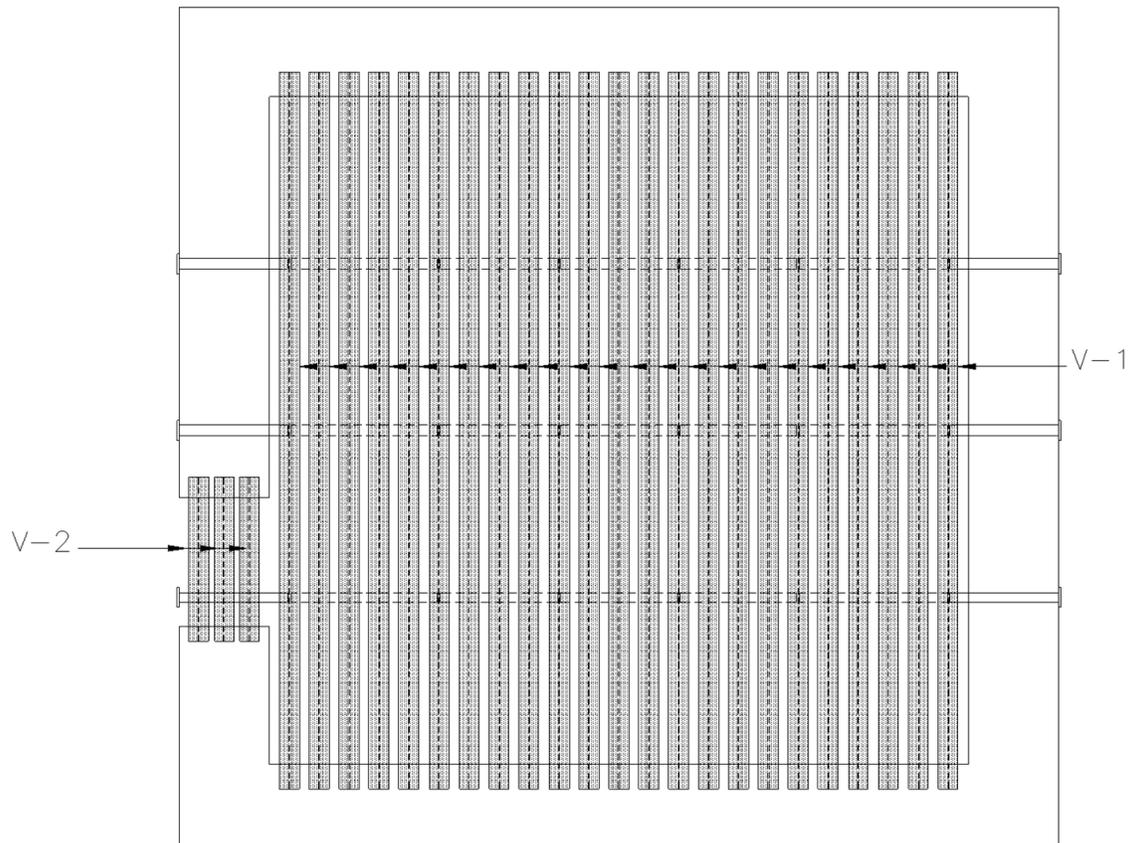


## 6.2 Bunker de Block de Alta Densidad “Prefabricado”

### PLANTA ARQUITECTONICA CON INDICACIÓN DE CORTES



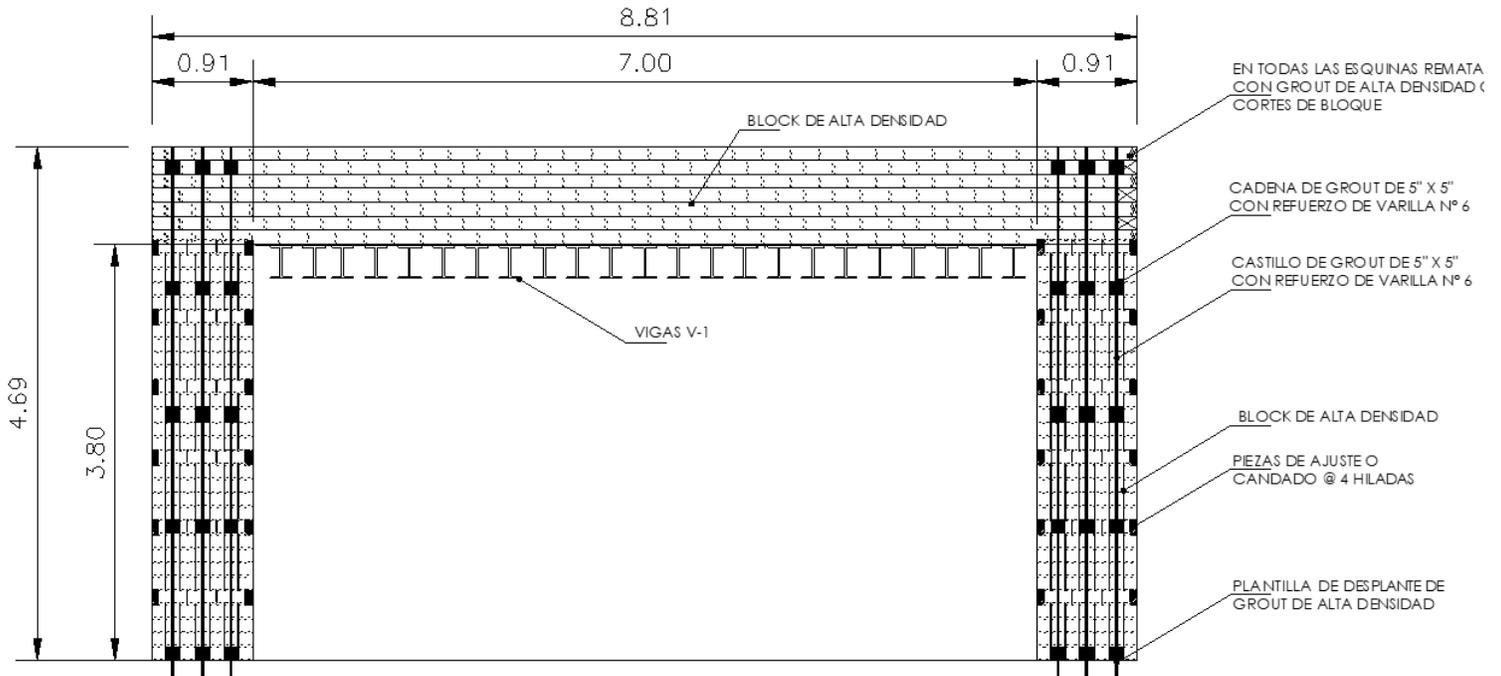
## PLANTA ARQUITECTONICA DE CUBIERTA DE SOPORTE



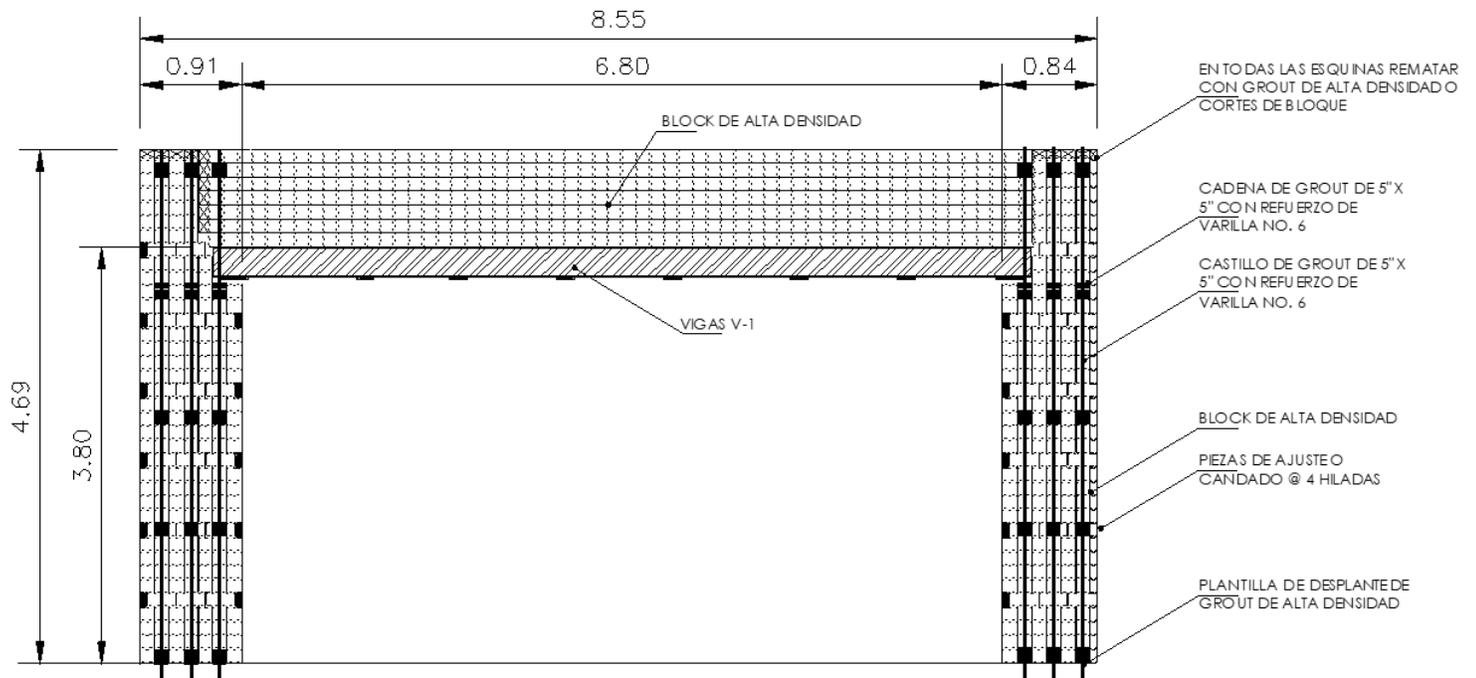
PLANTA DE CUBIERTA DE ESTRUCTURA METALICA  
DE SOPORTE PARA BLOCK DE ALTA DENSIDAD  
(PLANTA)

LISTA DE MATERIALES			
PARTE	DESCRIPCION	MATERIAL	SECCION
V-1	IR 12" x 32.8 kg/m	A-50	I
v-2	IR 12" x 52.2 kg/m	A-50	I

## CORTES ESTRUCTURALES PARA CONSTRUCCIÓN



CORTE A-A  
(ELEVACION)

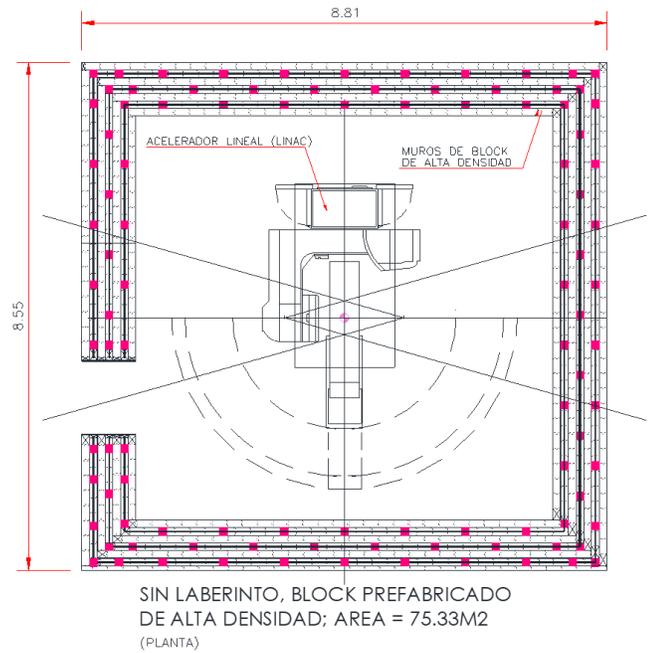
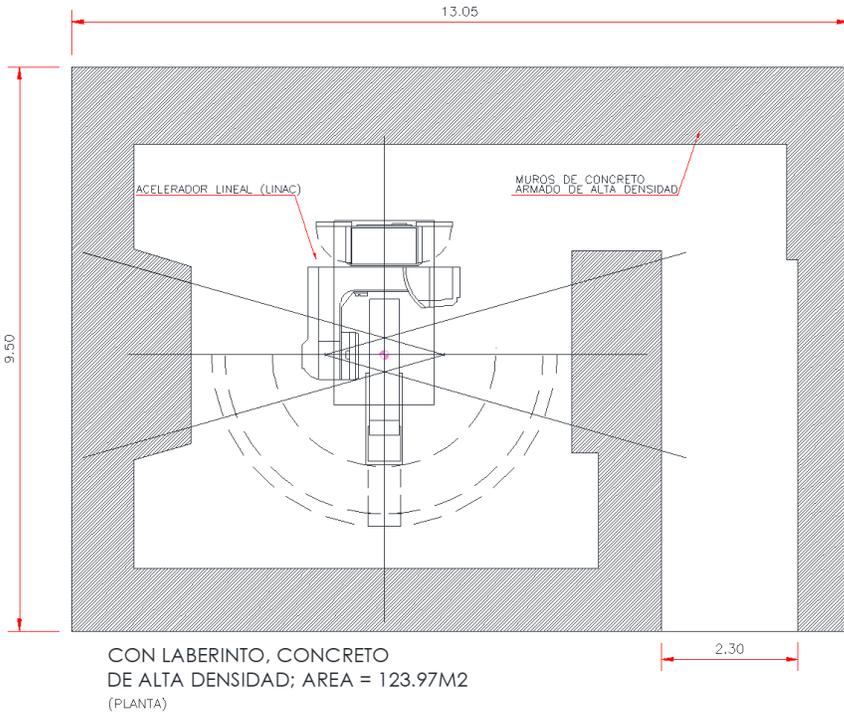


CORTE B-B  
(ELEVACION)

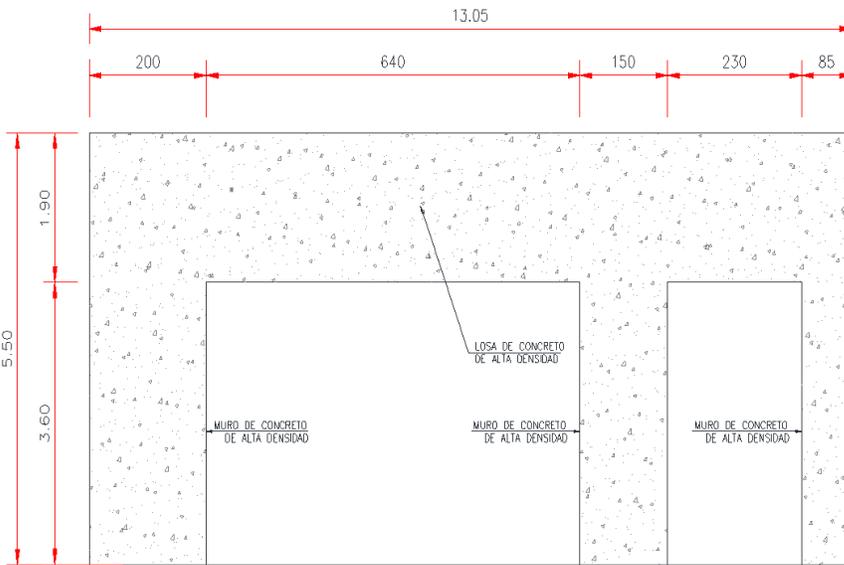
# Capítulo 7

## Comparación de Resultados

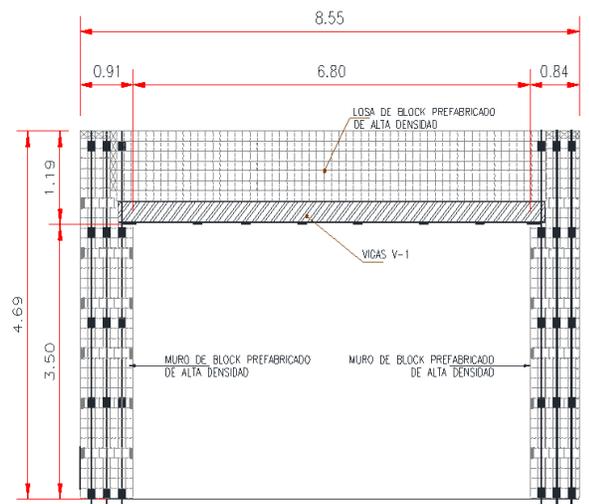
### PLANTAS ARQUITECTONICAS



### CORTES ARQUITECTONICOS



MAYORES ESPESORES DE MUROS Y LOSAS (ELEVACION)



MENORES ESPESORES DE MUROS Y LOSAS (ELEVACION)

## 7.1 Área de Construcción

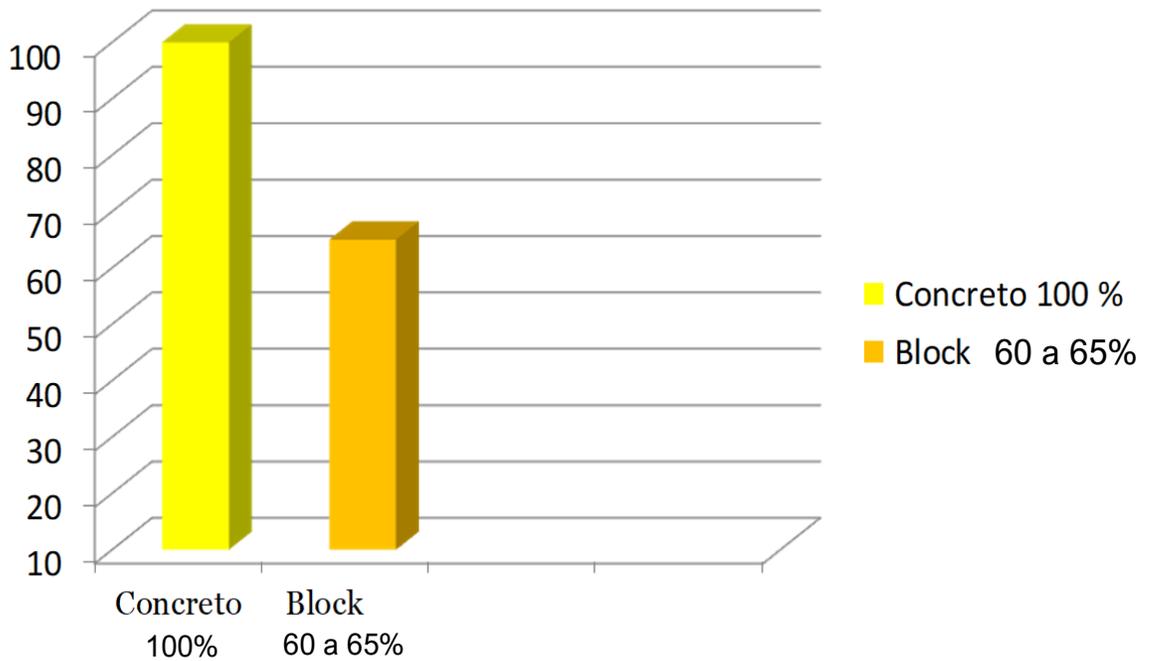


Figura 3.7: Gráfica, Relación de % de área de construcción de un Bunker de Concreto vs Bunker con Block de Alta Densidad

## 7.2 Densidad

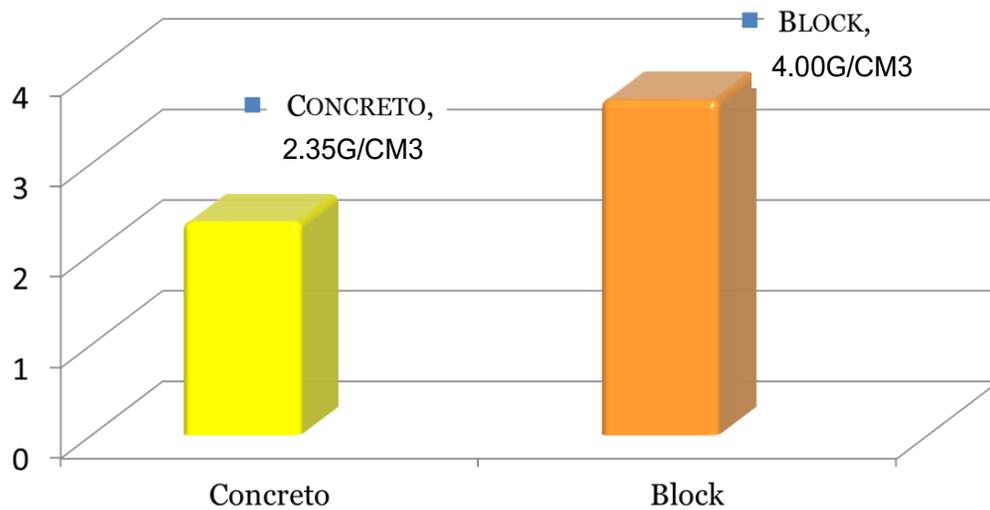


Figura 3.8: Gráfica, Relación de Densidad del materiales a ocupar en la construcción de un Bunker de Concreto vs Bunker con Block de Alta Densidad

### 7.3 Certificación en la Calidad de la Densidad

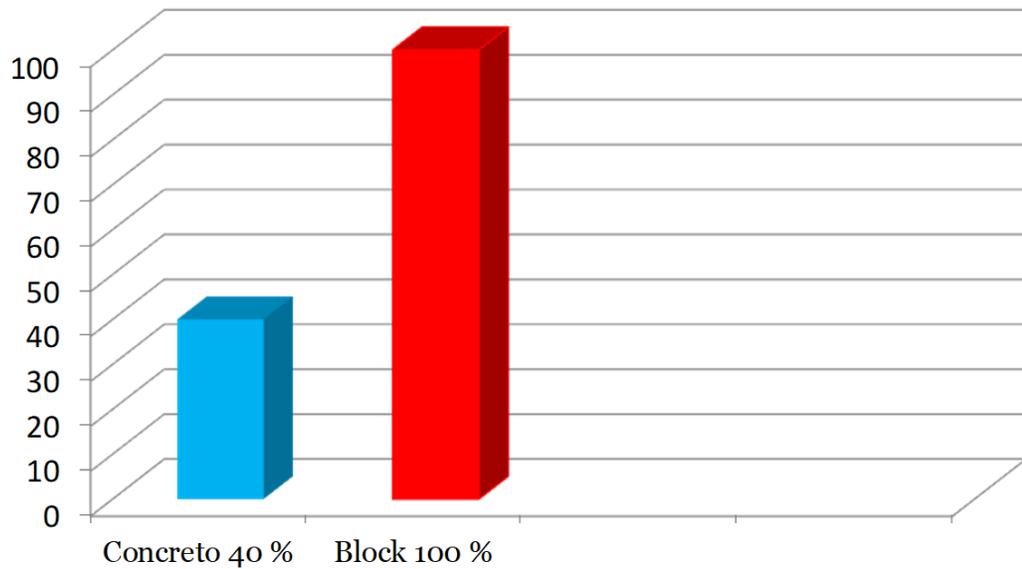


Figura 3.9: Gráfica, Relación en % de Pruebas aprobadas realizadas al material a ocupar en la construcción de un Bunker de Concreto vs Bunker con Block de Alta Densidad

### 7.4 Tiempo de Construcción

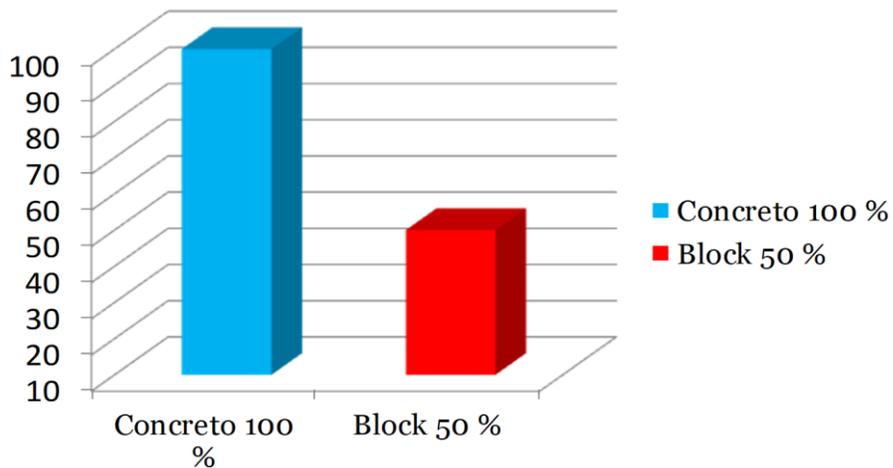


Figura 3.10: Gráfica, Relación en % de Tiempo de Construcción de un Bunker de Concreto vs Bunker con Block de Alta Densidad

## 7.5 Costos de Construcción

### a) Bunker de Concreto de Alta Densidad.

PRESUPUESTO					
Clave	Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
BUNK	BUNKER				
BCT	BUNKER DE CONCRETO "TRADICIONAL"				
B0	ESTRUCTURA BUNKER				\$26,386,053.05

### b) Bunker de Block prefabricado de Alta Densidad.

PRESUPUESTO					
Clave	Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
BUNK	BUNKER				
BP	BUNKER PREFABRICADO				
BP	ESTRUCTURA BUNKER				\$ 32,860,508.70

## Capítulo 8

### Conclusiones y Recomendaciones

Tomando en consideración la comparación de resultados del capítulo anterior y tomando como punto de partida al concreto por ser el material de mayor ocupación para este tipo construcciones se obtiene lo siguiente:

Variables	Bunker de Concreto de Alta Densidad “Tradicional”	Bunker de Block Prefabricado de Alta Densidad	Diferencia o variación
Costo de Construcción de Blindaje en muros y losa	\$26'386,053.06	\$32'860,508.70	\$6'474,455.64 (20%)
Tiempo de Construcción	12 semanas	6 semanas	6 semanas
Área de Construcción	123.97m <sup>2</sup>	75.33m <sup>2</sup>	48.64m <sup>2</sup>
Densidad del material	2.35g/cm <sup>3</sup>	4.00g/cm <sup>3</sup>	1.65g/cm <sup>3</sup>
Certificación en la calidad de la Densidad	Al 40%	Al 100%	60%
Peso Total Promedio	7.00 t/m <sup>2</sup>	9.00 t/m <sup>2</sup>	2.00 t/m <sup>2</sup>

Cuadro 3.3 Concentrado de comparación de variables de Bunker de Concreto vs Bunker de Block de Alta Densidad

Analizando los resultados y la comparativa de la tabla anterior se concluye que las variables mostradas apuntan a que la mejor opción en términos de tiempo, área de construcción, densidad del material (quizá el más importante para este tipo de construcciones, solicitado para atenuar la Radiación), calidad en los materiales sería la construcción del Bunker hecho con block de Alta Densidad y en cuanto a costo y el peso, la mejor opción es la construcción de un Bunker hecho de Concreto de Alta Densidad.

Sin embargo valdría la pena evaluar en conjunto todas las variables aquí descritas y variables externas que de acuerdo a mi experiencia en la ejecución de este tipo de trabajos, muchas veces no se tiene el área requerida para poder hacer dicha sala de tratamiento por lo que se entra en mucho conflicto de primera instancia, aunado a esto, también se debe tomar en cuenta las

construcciones adyacentes a esta obra, ya sea parte de la misma unidad de salud o ajena a ella y que de alguna manera se encuentren cerca; ya que la emisión de la Radiación afecta al público en general y es la variable más importante para Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia de los Estados Unidos Mexicanos.

Otra variable para considerar y descrita en el presente trabajo es la energía generada por la fuente (acelerador lineal LINAC), que dependiendo de esta se podría dimensionar espesores mayores o menores de muros y losas.

El costo es desde luego importante ya que dependiendo del presupuesto destinado por la dependencia nos dará si es factible o no de manera general la realización de la construcción de la sala de Radioterapia.

Mi recomendación sería la siguiente, para la construcción en los dos tipos de materiales a utilizar ya sea con Block prefabricado de Alta Densidad y Concreto de alta Densidad; tomando en cuenta el costo, el tiempo (que son las variables estudiadas en este trabajo) y las que van ligadas a estas:

Si se tiene los recursos económicos, el área requerida suficiente, el tiempo optimo para realizarlo, un buen proveedor de suministro de concreto (concreto con densidad mínima de  $2.35\text{g/cm}^3$ ) se podría realizarlo en ambos materiales ya sea con block de alta densidad (el block ya viene con una certificación de la calidad) o de concreto de alta densidad

Si se tiene los recursos económicos, el área requerida no es suficiente, el tiempo es corto para realizarlo, se podría realizarlo con block de alta densidad.

Tambien comentar que el presente trabajo solo se centró en el blindaje de manera bruta y como obra nueva sin ninguna otra disciplina o partidas que desde luego existen en toda obra de construcción como cimentación, albañilería, acabados, instalaciones, etc; y que considero es la parte medular de este tipo de construcciones, también mencionar que el costo del blindaje sera prioritaria ante las demás partidas y que en un momento dado se tendrán que ajustar el costo en ellas para poder concluir la terminación de la obra.

# Capítulo 9

## Anexos

### A) Bunker de Concreto de Alta Densidad.



Llegada de Cimbra a la Obra



Descarga de Cimbra en Obra



Descarga de Puntales para Cimbra en Obra



Acomodo de Resguardo de Cimbra en Bodega de Obra



Acomodo y Resguardo de Puntales en Obra



Acomodo de Resguardo de Cimbra en Bodega de Obra



Acero de Refuerzo en Piso



Acero de refuerzo en Muros



Acero de Refuerzo en Piso



Acero de Refuerzo en Piso



Acero de Refuerzo en Piso y Muros



Acero de Refuerzo en Piso y Muros



Acero de Refuerzo en losa Cubierta



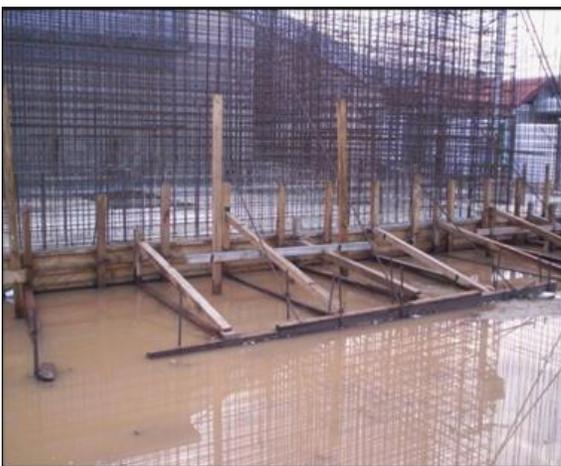
Acero de Refuerzo en losa Cubierta



Acero de Refuerzo en losa Cubierta



Acero de Refuerzo en losa Cubierta



Acero de Refuerzo en Muros



Cimbrado en Muros



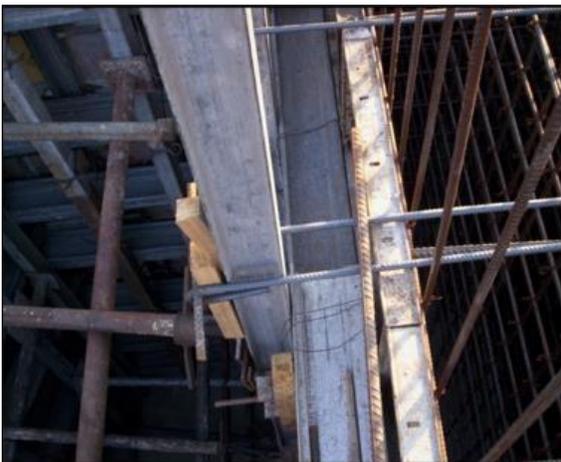
Cimbrado en Muros c/ troquel de puntal metálico



Cimbrado de Muros (accesorios de fijación)



Cimbrado de Muros (accesorios de fijación)



Cimbrado de Muros



Cimbrado de Muros



Troquelado en Cimbra para Muro



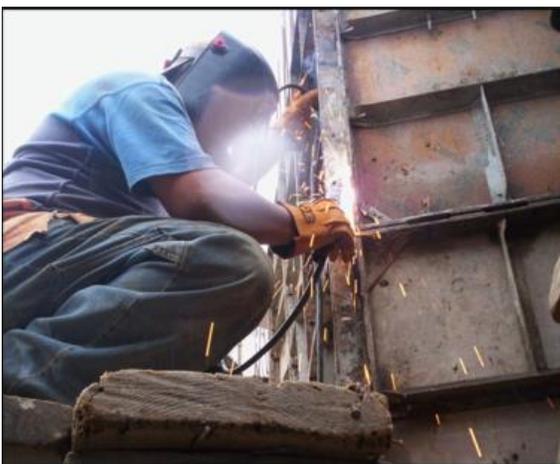
Cimbrado en Muros c/ troquel de puntal metálico



Cimbrado de Muros (accesorios de fijación)



Cimbrado de Muros (accesorios de fijación)



Aplicación de soldadura p/ fijación de accesorios metálicos



Cimbrado de Muros



Cimbrado de Losa Cubierta y habilitado de acero de Refuerzo



Cimbrado en Muros y Losa Cubierta c/ acero de Refuerzo



Cimbrado de Muros (accesorios de fijación)



Cimbrado de Muros (accesorios de fijación)



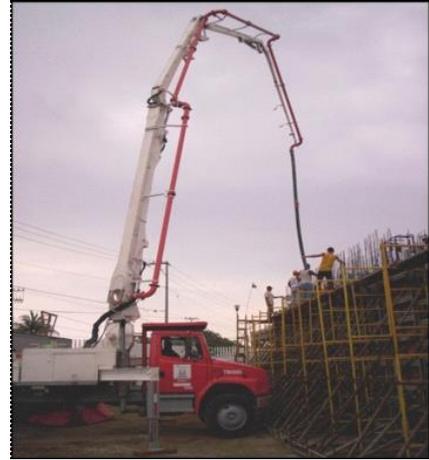
Cimbrado de Losa Cubierta



Cimbrado de Muros



Colado de Muros de concreto  $f'c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Colado de Muros de concreto  $f'c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Vibrado de Concreto  $f'c=250\text{kg/cm}^2$



Colado de Muros de concreto  $f'c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Vibrado de Concreto  $f'c=250\text{kg/cm}^2$



Colado de concreto  $f'c=250\text{kg/cm}^2$



Colado de Losa Cubierta de concreto  
 $f_c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Colado de Losa Cubierta de concreto  
 $f_c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Colado de Losa Cubierta y regleado de concreto  
 $f_c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Colado de Losa Cubierta de concreto  
 $f_c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Colado de Losa Cubierta de concreto  
 $f_c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Colado de Losa Cubierta y regleado de concreto  
 $f_c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescopica



Colado de Losa Cubierta de concreto  
 $f_c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescópica



Colado de Losa Cubierta de concreto  
 $f_c=250\text{kg/cm}^2$  con bomba telescópica



Decimbrado de Muros de Concreto



Decimbrado de Muros de Concreto



Decimbrado de Muros de Concreto



Decimbrado de Muros de Concreto



Muros de concreto (barrera primaria bunker)



Muros de concreto (barrera primaria y secundaria bunker)



Muros de concreto (barrera primaria bunker)



Muros de concreto (barrera primaria bunker)



Muros de concreto (barrera primaria bunker)



Muro y losa Cubierta (Bunker)

## B) Bunker de Block de Alta Densidad.



Trazo y Anclaje de varilla



Desplante de Block de Alta Densidad



Desplante y anclaje de varilla



Aplicación de Resina RE-500 Hilti p/ anclaje de varilla



Aplicación de Resina RE-500 Hilti p/ anclaje de varilla



Aplicación de Resina RE-500 Hilti p/ anclaje de varilla



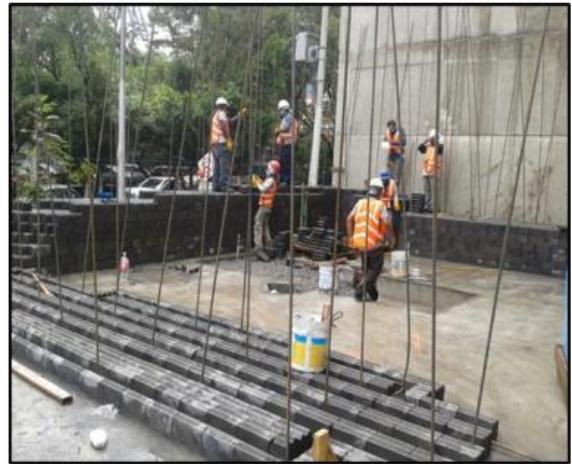
Colado de cadena con grout y Block de Alta Densidad



Colado de cadena con grout y Block de Alta Densidad



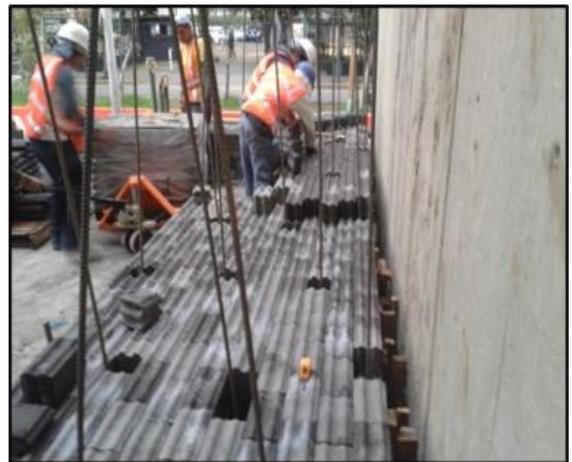
Colocación de hiladas de Block de Alta Densidad



Colocación de hiladas de Block de Alta Densidad



Muro de Barrera Primaria de Block de Alta Densidad



Muro de Barrera Primaria de Block de Alta Densidad



Distribución de Block de Alta Densidad para colocación de Muros



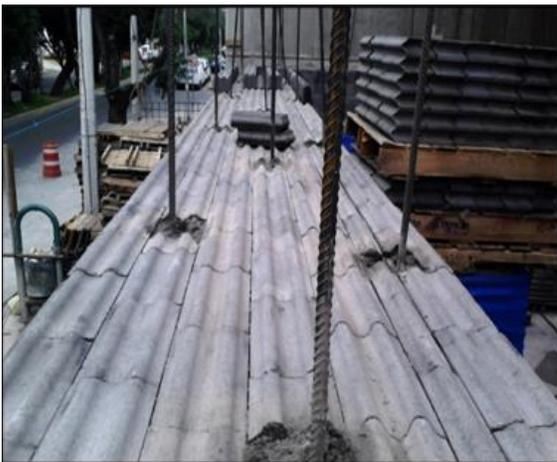
Distribución de Block de Alta Densidad para colocación de Muros



Colocación de Block de Alta Densidad para Muros



Colado de castillos con grout de amarre en esquina



Colado de castillos con grout para amarre de muro



Barrera Primaria a nivel terminado



Izaje de Vigas Metálicas para Cubierta



Colocación de Vigas Metálicas para Cubierta



Colocación de Vigas Metálicas para Cubierta  
(Interior)



Colocación de Vigas Metálicas para Cubierta  
(Exterior)



Colocación de Block de Alta Densidad en Losa  
de Cubierta



Colocación de Block de Alta Densidad en Losa  
de Cubierta



Colocación de Block de Alta Densidad en Losa de Cubierta



Colocación de Block de Alta Densidad en Losa de Cubierta



Aplicación de Relleno Fluido



Relleno Fluido en Losa de Cubierta



Puerta Metálica de acceso a Bunker



Amarre de Puerta Metálica para acceso a Bunker