

3. PREDISEÑO

Los prediseños técnicos de un proyecto inmobiliario constituyen una etapa fundamental, que debe caracterizarse por su sencillez, y rapidez; pero que a su vez brinde una idea bastante aproximada de cómo serán los diseños finales, y presupuestos del proyecto inmobiliario. De esta manera se presenta a continuación, para el proyecto en cuestión, la disposición y número de unidades, o plan masa, el prediseño arquitectónico, estructural, sanitario, eléctrico y telefónico. Además, de manera adicional, se presenta el diseño del sistema de captación de agua pluvial, y del sistema de calentadores de agua; para así, finalizar con el presupuesto referencial con y sin los sistemas de desarrollo sustentable presentados.

3.1. PLAN MASA

El plan masa indica el número y disposición de unidades en el terreno que mejor se adapte a la concepción de lo que debería ser el proyecto inmobiliario optimizado. Tomando en cuenta las regulaciones municipales referidas a coeficientes de ocupación y uso de suelo, a retiros reglamentarios, y limitaciones en altura entre otras. Analizando, el área interna en planta baja de cada casa y el área de construcción total, se diseñan 2 o 3 plan masas diferentes para luego poder escoger el que sea más adecuado tomando en cuenta que se intenta ubicar el mayor número de casas posibles sin que esto dañe la estética pensada para el proyecto. De esta manera, una vez analizadas las opciones se escogió el siguiente Plan Masa:

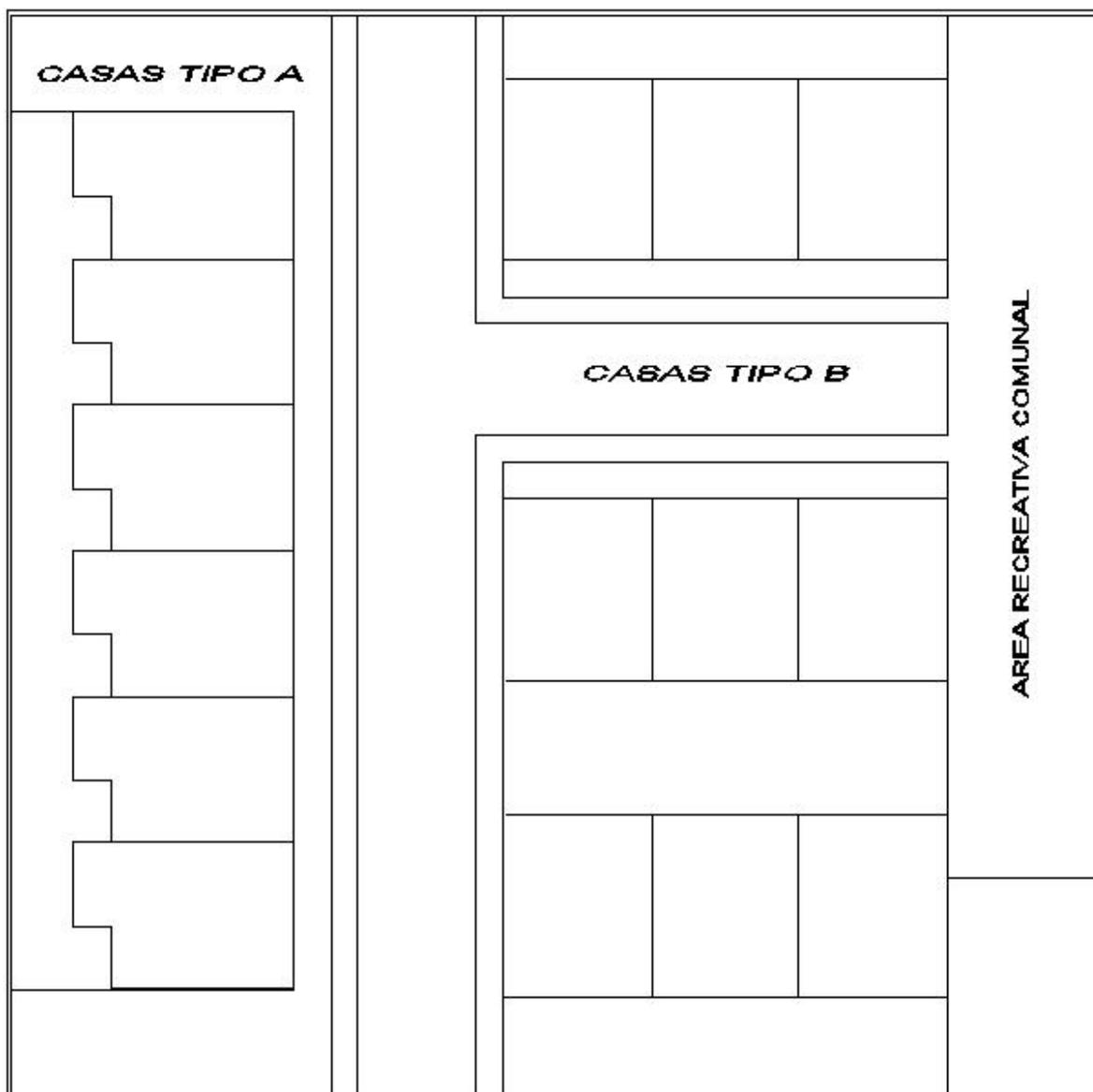
- Número de Casas: 15
 - Casas Tipo A: 6

- Casas Tipo B: 9
- Área en planta baja: para escoger el número de metros cuadrados por casa en planta baja, se tomó en cuenta el coeficiente de uso de suelo en planta baja, el número de pisos que se pueden construir y el área recomendada en el análisis de prefactibilidad.
 - Casas Tipo A: 60,88 m²
 - Casas tipo B: 54,54 m²
 - Área Tota en PB: 856,10 m²
- Área Total por casa:
 - Casas Tipo A: 139,11 m²
 - Casas Tipo B: 140,77 m²
 - Área Total: 2101,66 m²

El área total en PB cumple con el Coeficiente de Uso de Suelo en Planta Baja que se indica en el informe de regulaciones municipales de 35% o 882 m². El área total de construcción del terreno también cumple con el Coeficiente de Uso de Suelo Total que es de 2646 m² o 105%. Igualmente, se cumple con los retiros obligatorios de 5m, 3m, 3m y 6m para los retiros frontal, laterales, posterior, y entre bloques respectivamente.

De esta forma el plan masa del conjunto es el siguiente:

FIGURA 3.1. PLAN MASA.



Elaboración: VAYEZ Construcciones

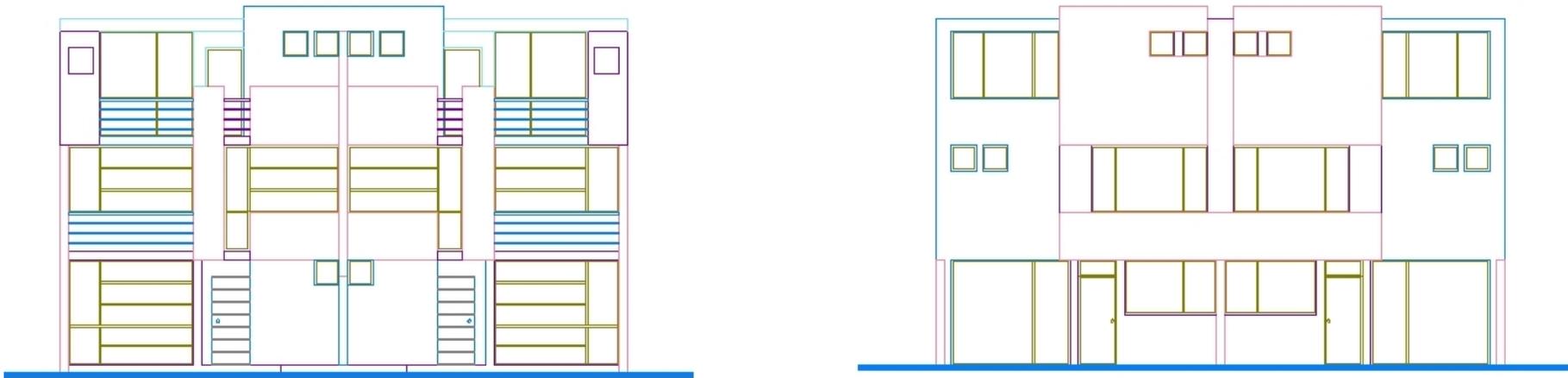
3.2. PREDISEÑO ARQUITECTÓNICO

Antes de realizar el prediseño arquitectónico, se tomó en cuenta las indicaciones obtenidas del análisis inmobiliario del sector El Einstein y del Informe de Regulación Municipal. De esta forma, las casas tienen las siguientes características:

- Las casas tendrán un área promedio aproximada de 140 m².
- Las casas tendrán 1 subsuelo con capacidad para dos autos, y 3 pisos sobre el nivel del terreno.
- El número de dormitorios será de 3; un master y 2 dormitorios.
- El número de baños para las casas tipo A será de 3 (1 baño social, 1 baño completo compartido para los dos dormitorios, 1 baño completo para el dormitorio master); y 4 para las casas tipo B (1 baño social, 1 baño completo para cada dormitorio).
- Las casas tendrán una sala de estar que se podría convertir en un 4 dormitorio adicional si es que el cliente lo solicita.
- Las casas tipo A tendrán una amplia terraza en el 2do piso de 44,6 m².
- Las casas tipo B tendrán una pequeña terraza en el primer piso y una terraza mediana en el segundo piso, llegando a un área total de 24,23 m².
- Las casas tipo A tendrán un área para maquinas de lavar de 5,84 m².
- Cada casa incluirá un patio privado. Las casas tipo A tendrán un área de 23,00 m² y las casas tipo B un área de 19,50 m².
- El área recreativa comunal es de 273,24 m³.

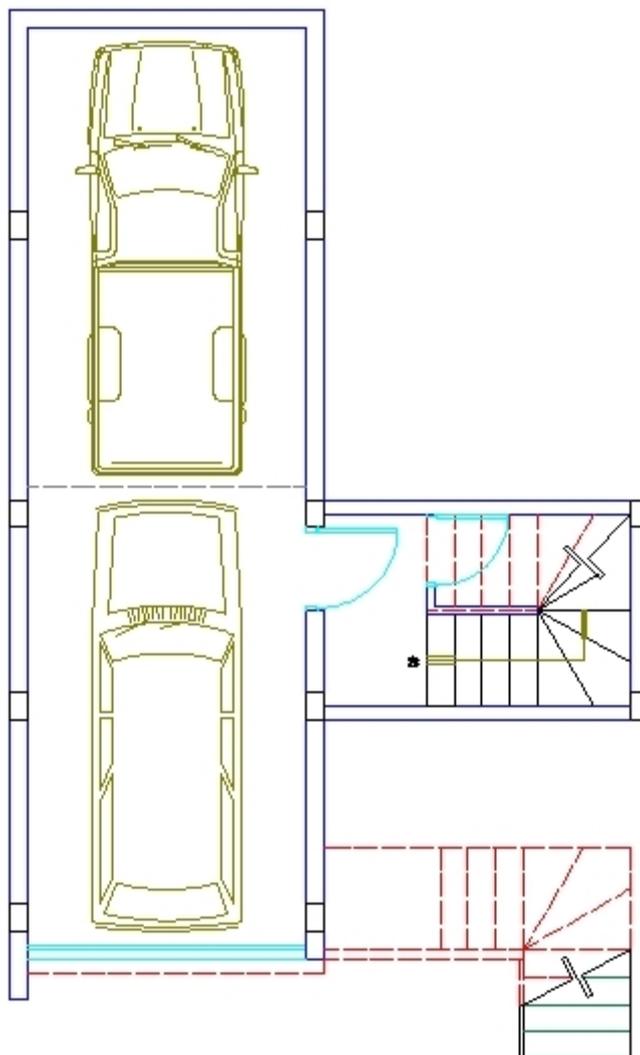
Tomando estas características en cuenta, el diseño arquitectónico realizado por la constructora VAYEZ es el siguiente:

FIGURA 3.2. FACHADA FRONTAL CASAS TIPO A.



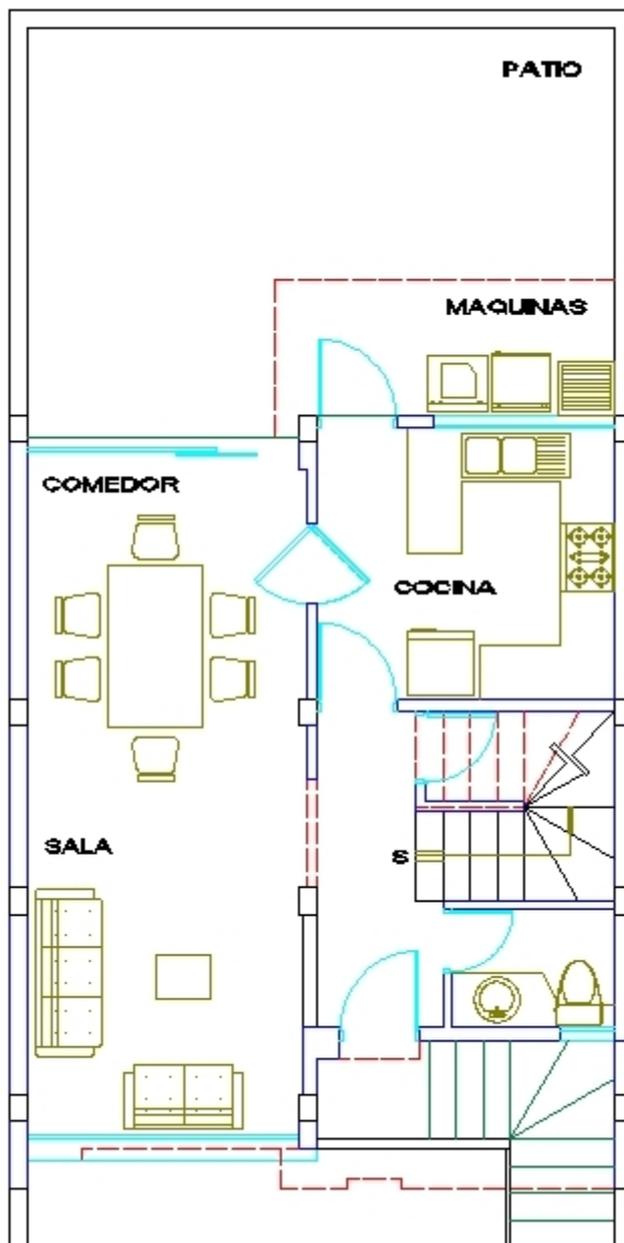
Elaboración: VAYEZ Construcciones

FIGURA 3.3. VISTA EN PLANTA DEL SUBSUELO DE PARQUEADEROS - CASAS TIPO A Y B.



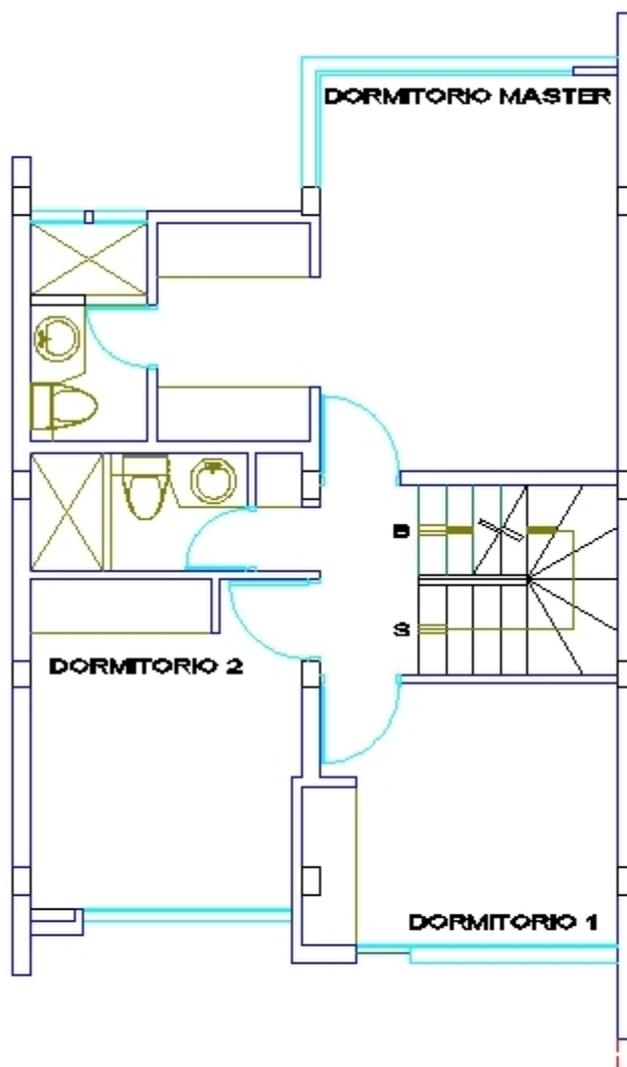
Elaboración: VAYEZ Construcciones

FIGURA 3.4. VISTA EN PLANTA DE PB CASAS TIPO A.



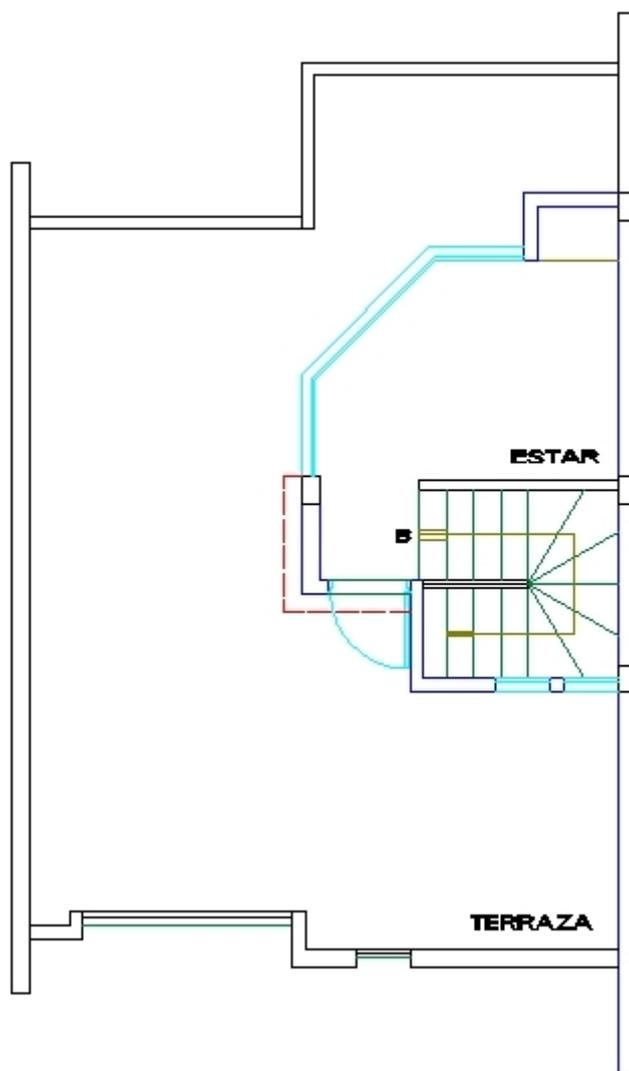
Elaboración: VAYEZ Construcciones

FIGURA 3.5. VISTA EN PLANTA DEL 1ER PISO CASAS TIPO A.



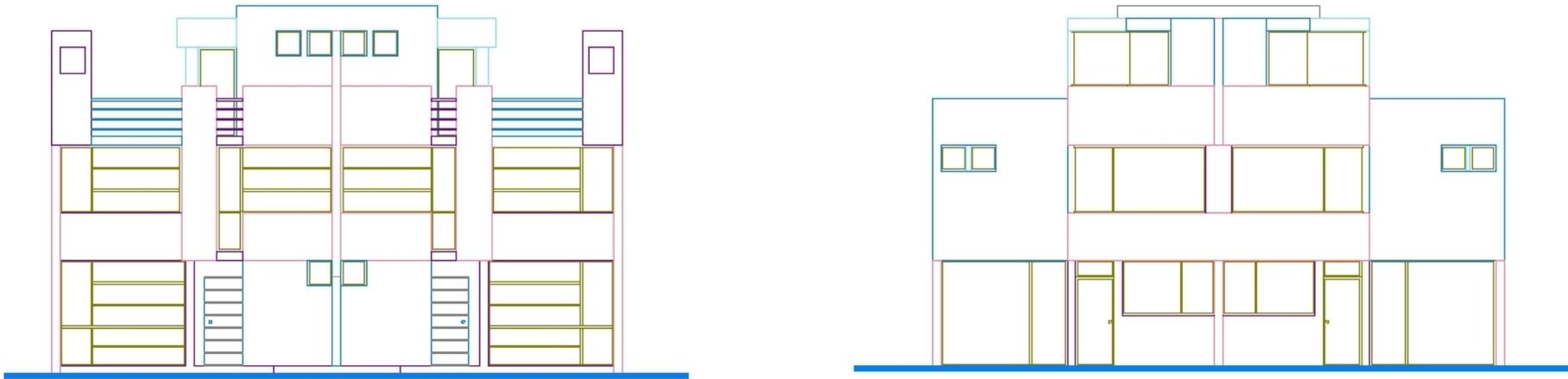
Elaboración: VAYEZ Construcciones

FIGURA 3.6. VISTA EN PLANTA DEL 2DO PISO CASAS TIPO A.



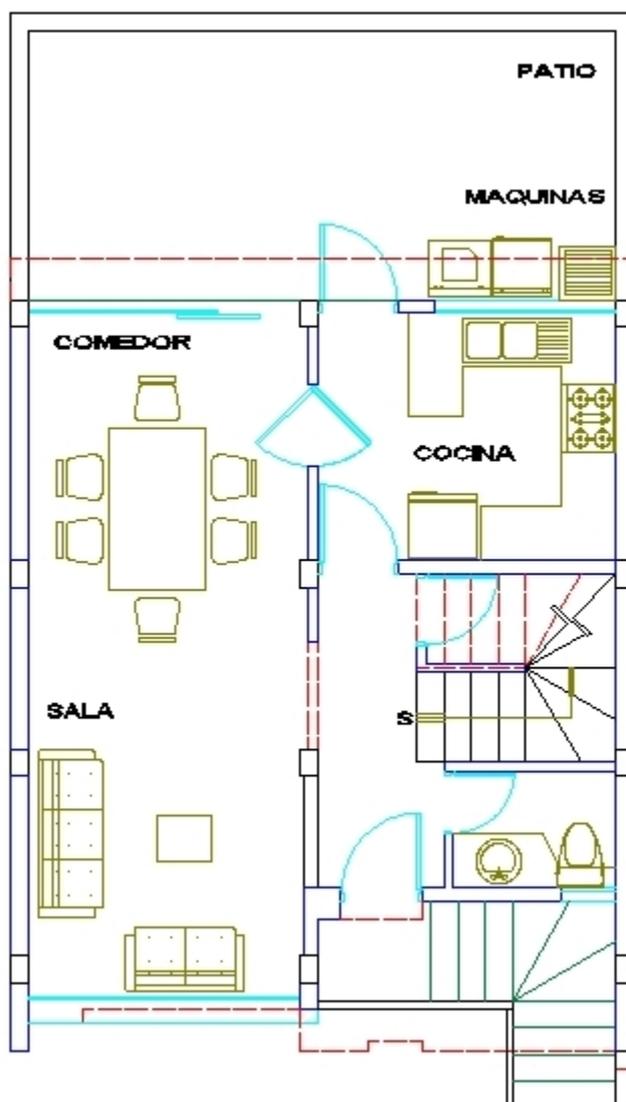
Elaboración: VAYEZ Construcciones

FIGURA 3.7. FACHADA FRONTAL CASAS TIPO B.



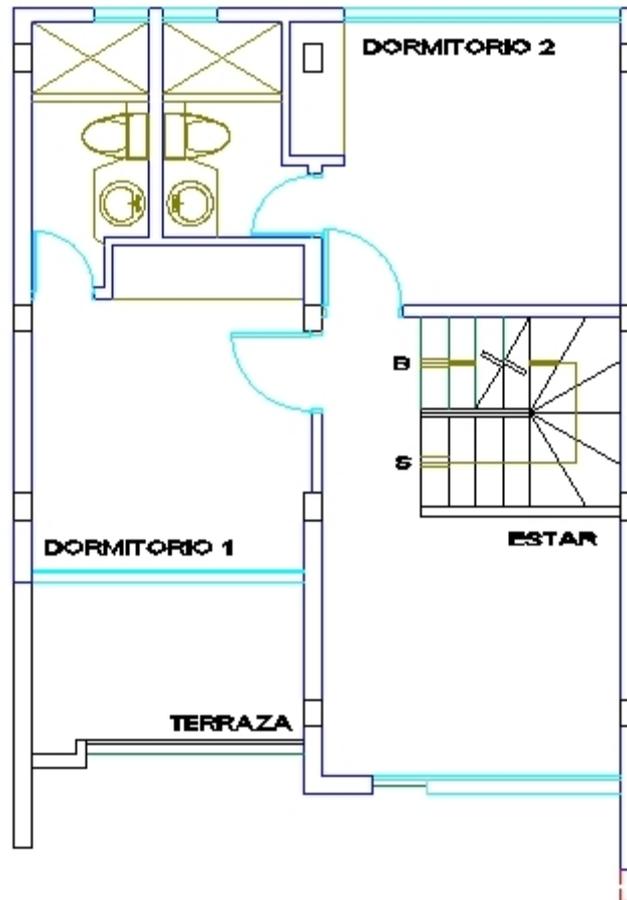
Elaboración: VAYEZ Construcciones

FIGURA 3.8. VISTA EN PLANTA DE PB CASAS TIPO B.



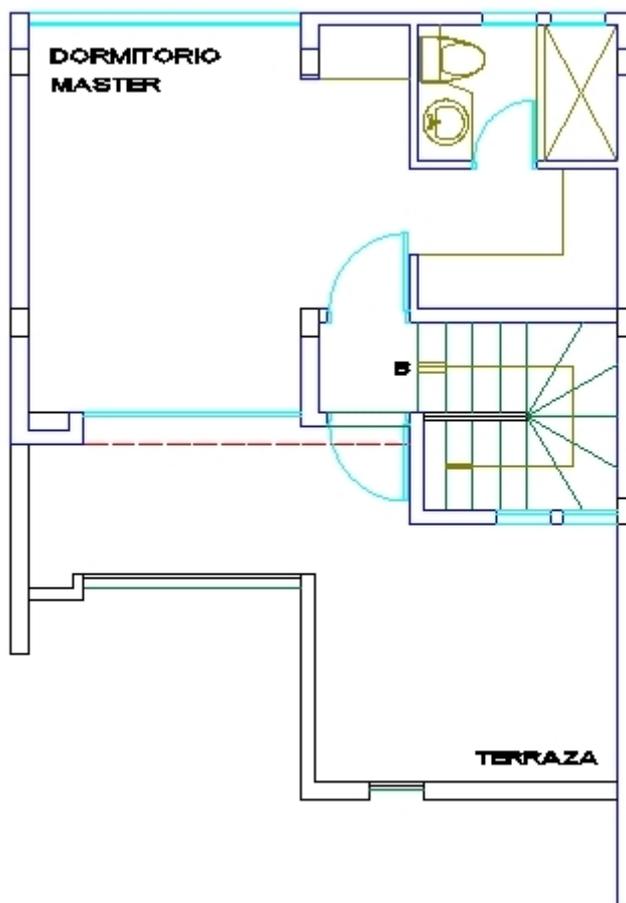
Elaboración: VAYEZ Construcciones

FIGURA 3.9. VISTA EN PLANTA DEL 1ER PISO CASAS TIPO B.



Elaboración: VAYEZ Construcciones

FIGURA 3.10. VISTA EN PLANTA DEL 2DO PISO CASAS TIPO B.



Elaboración: VAYEZ Construcciones

3.3. PREDISEÑO INGENIERÍA

3.3.1. ESTRUCTURAL

Se adoptó una estructura de hormigón armado, para la cual se tomó los valores de cargas de servicio establecidos en las regulaciones del Código Ecuatoriano de la Construcción en donde se indica que para un edificio residencial la carga viva debe ser igual a 200 kg/m². Para la carga muerta, se tomó valores de 70 kg/m² para paredes y 20 kg/m² para acabados, mientras que para la carga de sismo, se tomó el Cálculo Sísmico Estático de Fuerzas según el CEC-2002, con el cual se calculó el coeficiente de cortante basal de diseño. A continuación, se realizó un dimensionamiento inicial con medidas comunes para casas de 3 pisos, y luego se utilizó el programa Etabs (Versión 9) para verificar el diseño estructural; en específico, para determinar el porcentaje de acero en los diferentes elementos estructurales, verificarlos y corregirlos en caso de un sobre o subdimensionamiento, pues el sobredimensionamiento significa un diseño antieconómico, mientras que un subdimensionamiento significa que el elemento estructural no cumplirá con los requerimientos estructurales bajo cargas de servicio.

ECUACIÓN 3.1 CORTANTE BASAL DE DISEÑO.

$$V = \frac{Z * I * C}{R * \phi_p * \phi_e} W$$

$$C = \frac{1,25 * S^S}{T}$$

Fuente: Yépez F. "Curso Práctico: Cálculo sismo-resistente de estructuras utilizando el nuevo código del CEC-2002". Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) 2002. (Art. 6.2.1 Cortante Basal de Diseño).

Donde:

a) T: período de vibración. (Art. 6.2.4 CEC 2000)

Se utilizo el método 1 para estructuras de edificación, en el cual en periodo de vibración T se puede calcular de manera aproximada mediante:

ECUACIÓN 3.2. PERIODO DE VIBRACIÓN.

$$T = Ct * (hn)^{3/4}$$

Fuente: Yépez F. "Curso Práctico: Cálculo sismo-resistente de estructuras utilizando el nuevo código del CEC-2002". Y Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) 2002. (Art. 6.2.1 Cortante Basal de Diseño).

Donde:

hn = altura de la edificación, medida desde la base de la estructura = 10,08 m

Ct = 0,08 para pórticos espaciales de hormigón armado

T = 0,453 seg

b) S: coeficiente del suelo. (Art. 5.3 CEC 2000)

Se adopto el tipo de suelo S3 valido para situaciones poco conocidas de propiedades del suelo, para el cual se tiene los valores de los coeficientes siguientes:

$$S = 1,5$$

$$C_m = 2,8$$

c) Z: factor de zona. (Art. 5.2 CEC 2000)

El factor de zona Z, corresponde a la zona sísmica en donde se construirá la estructura, las cuales se clasifican en 4 zonas. Según el mapa de la figura 1 del CEC, Quito corresponde a la zona 4.

$$Z = 0,4$$

d) I: coeficiente de tipo de uso. (Art. 5.4 CEC 2000)

Este coeficiente depende del tipo de uso, destino e importancia, de la estructura, las cuales dependiendo de su importancia tienen valores de 1.5 – Estructuras Esenciales y/o Peligrosas (p. ej. hospitales, instalaciones militares), 1.3 – Estructuras de Ocupación Especial (p. ej. Iglesias, Escuelas) y 1.0 – Otras Estructuras.

$$I = 1,0$$

e) R: coeficiente de reducción de respuesta estructural. (Art. 6.2.5 CEC 2000)

Tomando en cuenta el tipo de sistema estructural, el coeficiente R, toma diferentes valores entre 12 y 3.

$R = 10$, para sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado, con vigas descolgadas o vigas banda.

f) ϕ_p y ϕ_e : coeficientes de configuración en planta y elevación. (Art. 6.2.2 y 6.2.3 CEC 2000)

Para estos dos coeficientes debido a algunas características de irregularidad se toma el valor de:

$$\phi_p * \phi_e = 0,8$$

▪

$$0,5 \leq C \leq C_m \quad (\text{Art. 6.2.1 CEC-2000})$$

$$0,5 \leq C = \frac{1,25 * S^S}{T} \leq C_m$$

$$0,5 \leq C = \frac{1,25 * 1,5^{1,5}}{0,453} \leq 2,8$$

$$0,5 \leq 6,21 \not\leq 2,8 \quad \therefore \quad C = 2,8$$

▪

$$V = \frac{Z * I * C}{R * \phi_p * \phi_e} W$$

$$V = \frac{0,4 * 1,0 * 2,8}{10 * 0,8} W$$

$$V = 0,14 W$$

Como inputs del programa ETABS se tiene los siguientes:

- Elementos estructurales con sus dimensiones iniciales.
- Empotramiento perfecto para los apoyos.
- Carga muerta y carga viva.
- Coeficiente de cortante basal (0.14), para las cargas de sismo en los ejes X y Y.

Posteriormente, se corrió el modelo, y se comprobó el valor de las reacciones en los apoyos y que el coeficiente de cortante basal calculado anteriormente corresponda al valor ingresado.

Para las reacciones, se calculó el valor de las cargas muertas (peso propio de los elementos estructurales, y peso propio asignado de acabados y mampostería), y se comparó con los valores arrojados al correr el diseño en Etabs.

Para lo segundo en cambio, se sumo las reacciones en el eje z de carga muerta en los apoyos (W), más las reacciones en los ejes X y Y de cargas sísmicas en los apoyos (V), y utilizando la expresión de: $\text{Coeficiente} = V / W$, se revisó que este coeficiente sea el ingresado o 0,14 V .

Una vez echas estas rápidas comprobaciones para asegurar que no exista algún problema con el modelo, y revisadas las propiedades de los materiales, a fin de obtener unos resultados adecuados, se reviso el dimensionamiento.

TABLA 3.1. DIMENSIONAMIENTO INICIAL.

Dimensionamiento Inicial	
Columnas	20 * 30 cm
Vigas Descolgadas	20 * 40 cm
Vigas Horizontales	40 * 20 cm
Losas (espesor)	20 cm

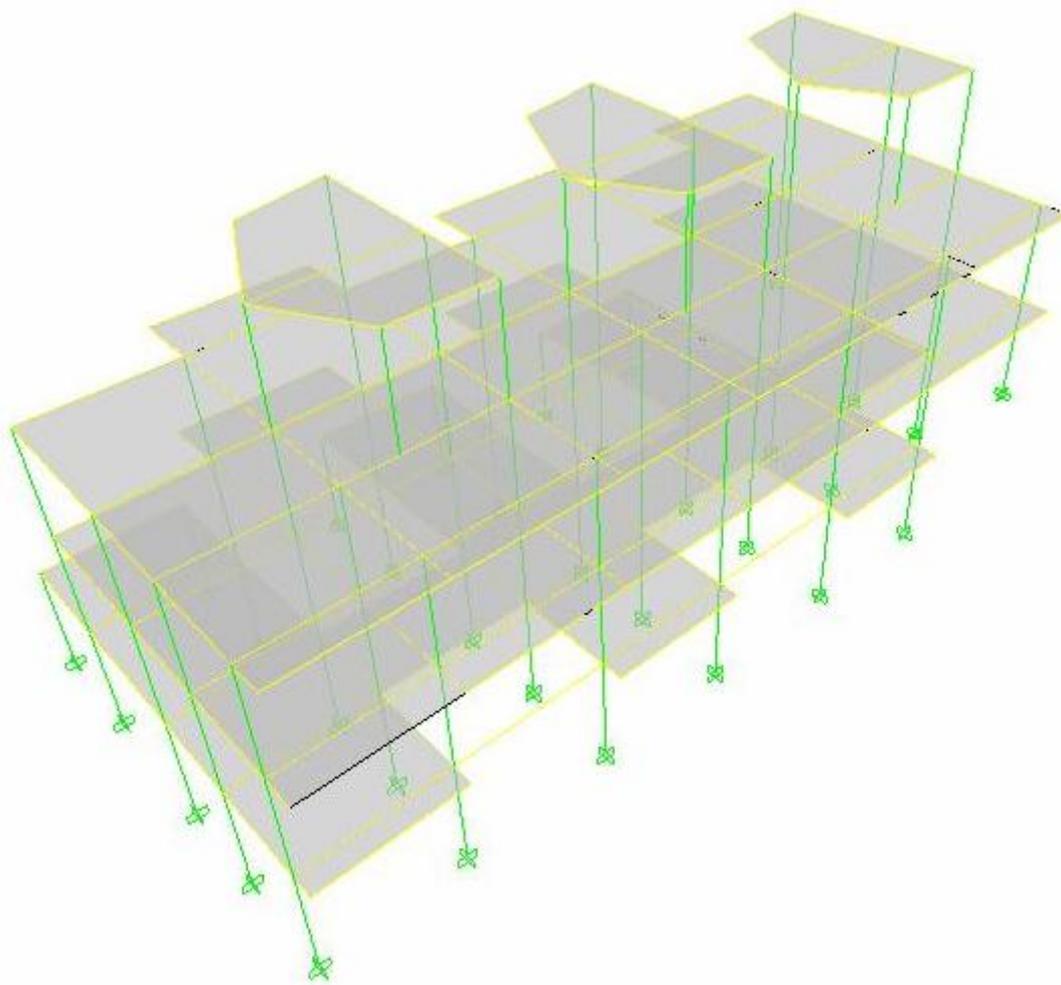
Elaboración: Alfredo D. Jácome

Para determinar si el dimensionamiento inicial es adecuado, se analizó la cantidad de acero de refuerzo obtenidos para vigas y columnas, y se revisó si están en el rango aceptable según el Código Ecuatoriano de la Construcción (el cual toma de referencia el American Concrete Institute ACI-318).

Para columnas el porcentaje de acero en relación al hormigón, se establece como mínimo el 1% y máximo el 6%, conociéndose además por experiencia que este rango se aconseja sea del 1 al 2% para asegurar que el diseño de columnas resulte económicamente adecuado. Con respecto a las vigas, se tomaron los valores comúnmente usados que están dentro de los rangos permitidos y corresponden a valores entre el 1% y 2.5% para un diseño económicamente adecuado.

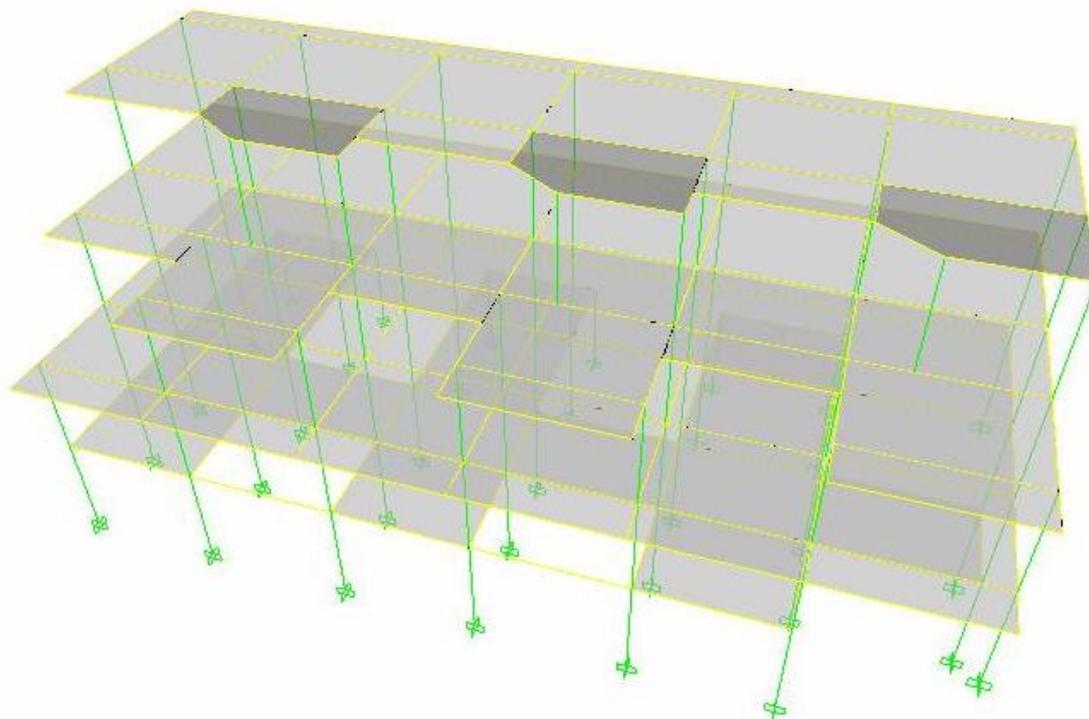
De esta manera, al correr el programa Etabs se comprobó que los porcentajes de acero de refuerzo están dentro de los rangos de un diseño económico, por lo tanto se asume que a nivel de prediseños las dimensiones iniciales son adecuadas, y que posiblemente se mantengan después de un diseño estructural definitivo, lo cual permite realizar un presupuesto referencial bastante aproximado al real respecto a la cuantificación de hormigón y acero para vigas y columnas.

FIGURA 3.11. MODELO DE LAS CASAS TIPO A – ETABS.



Elaboración: Alfredo D. Jácome

FIGURA 3.12. MODELO DE LAS CASAS TIPO B – ETABS.



Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.3.2. SANITARIO

Para el diseño sanitario de aguas servidas se parte de la premisa que las tuberías son de PVC y los diámetros mínimos para cada uno de los aparatos sanitarios son los siguientes:

TABLA 3.2. DIAMETRO PARA APARATOS SANITARIOS.

Aparato Sanitario	Diámetro de conexión
Inodoro	4"
Lavamanos	2"

Sumidero de piso	2"
Sumidero de cocina	2"
Sumidero de patio	4"
Lavaplatos	2"

Elaboración: Alfredo D. Jácome

Para la disposición en planta de las tuberías, no existe ninguna regla básica, pero siempre se debe buscar que la longitud del tramo de tubería hasta la bajante sea la menor posible y las conexiones siempre sean a 45 grados.

De esta forma, después de realizar el diseño se obtuvieron las siguientes cantidades para el desarrollo del presupuesto referencial:

TABLA 3.3. CANTIDADES.

INSTALACIONES SANITARIAS	UNIDAD	CANTIDAD
Desagues PVC 50mm	Pto	222,00
Desagues PVC 110mm	Pto	144,00
Canalización de PVC 110 mm	m	403,47
Canalización de PVC 160 mm	m	512,30
Drenaje de PVC 50mm	m	358,50
Canales de aguas lluvias	m	0,00
Bajantes aguas servidas PVC 100mm. Unión y codo	m	37,80
Bajantes aguas lluvias 110 mm. Unión y codo	m	75,60
Cajas de Revisión	ud	36,00

Elaboración: Alfredo D. Jácome

Con respecto al diseño en agua potable, la acometida al conjunto será de 2 pulgadas para garantizar un buen flujo de agua, y dentro de la casa el diámetro cambiará a ½ pulgada.

Así, las cantidades para el desarrollo del presupuesto referencial son:

TABLA 3.4. CANTIDADES.

INSTALACIONES AGUA POTABLE	UNIDAD	CANTIDAD
Equipo Hidroneumático 5 Hp	Global	1
Salida hidraulica 1/2" (agua fría)	Pto	257
Salida hidraulica 1/2" (agua caliente cu)	Pto	123
Salida hidraulica 3/4"	Pto	0
Salida hidraulica 1"	Pto	0
Salida hidraulica 1 1/2"	Pto	0
Tubería de 1/2" PVC roscable	m	207
Tubería de 3/4" PVC roscable	m	0
Tubería de 1" PVC roscable	m	0
Tubería de 1 1/2" PVC roscable	m	0
Tubería de cobre 1/2"	m	68
Llave de manguera	Ud	33
Llave de control 1/2"	Ud	85
Sistema de agua contra incendio HG 2"	m	30
Medidor	Pto	16

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.3.3. ELÉCTRICOS, TELEFÓNICOS

En el diseño eléctrico se debe tomar en cuenta todas las partes que componen el sistema eléctrico del conjunto, las cuales incluyen:

- Acometida de la red general de distribución, la cual es una acometida trifásica (tres fases y un neutro) 208 / 120 V.
- Caja general de protección de la red general de distribución.
- Línea repartidora, que es la conducción eléctrica que enlaza la caja general con la centralización de medidores del conjunto.
- Centralización de medidores de cada casa, la cual estará ubicada en a la entrada del conjunto.

- Derivaciones individuales hacia cada casa.
- Cuadros de mando y protección contra caídas de voltaje en cada casa.

Dentro del diseño eléctrico en cada casa, se tiene el diseño de los circuitos de luz y de tomacorrientes, para los cuales se conoce que:

Circuito de luz, la iluminación de las diferentes áreas es como se indica a continuación:

- Baños: 1 punto de luz en el techo y 1 sobre el espejo que se encuentra colocado sobre el lavamanos.
- Dormitorios: son iluminados por 1 punto de luz en el techo colocado sobre el punto de ubicación de las camas, o sobre el centro del techo. Para el dormitorio master se coloca 2 puntos de luz.
- Cocina: se tiene una lámpara central en el techo.
- Sala: posee un punto central de luz.
- Comedor: es iluminado por una lámpara de techo sobre la mesa del comedor.
- Sala de estar: tiene 1 punto de luz en la parte central del techo.
- Subsuelo: consta de 3 puntos de luz.
- Escaleras Internas: son iluminadas a través de un punto central de luz ubicado sobre el área de techo del descanso.
- Escalera externa: 1 punto de luz central en el techo.
- Pasillos: 1 punto de luz central en el techo.
- Patio: 2 puntos de luz para apliques.
- Maquinas: 1 punto de luz.

El accionamiento de esta iluminación se lleva a cabo por interruptores ubicados al lado de la entrada, ó puerta de entrada a cada área. Para las luces sobre los espejos en los baños, se tiene un interruptor mixto al lado de los espejos; y para las luces en escaleras, se tiene interruptores conmutados al inicio y final de las mismas.

Circuitos de tomacorrientes, están dispuestos en cada área de la siguiente forma:

- Baños: se tiene un tomacorriente para aparatos de uso personal, junto al interruptor que acciona las luces sobre los espejos.
- Dormitorios: se tiene 3 tomacorrientes dobles, de los cuales dos están ubicados a los dos lados de la cabecera de la cama y el otro donde se crea conveniente.
- Cocina: se dispone de un tomacorriente doble para la refrigeradora, un tomacorriente especial para la lavadora, y 3 tomacorrientes dobles para uso de electrodomésticos.
- Sala - comedor: 6 tomacorrientes dobles.
- Sala de estar: 3 tomacorrientes dobles.
- Subsuelo: 1 tomacorriente doble.
- Maquinas: 1 tomacorriente doble y 1 tomacorrientes especiales.

De esta manera, las cantidades de diseño del sistema eléctrico es el siguiente:

TABLA 3.5. CANTIDADES.

SISTEMA ELÉCTRICO Y TELEFÓNICO	UNIDAD	CANTIDAD
Punto de Luz	Pto	295
Punto de Iluminación Exterior	Pto	69
Punto de Fuerza Polarizado 110V	Pto	361

Punto de Fuerza Polarizado 220V	Pto	15
Mixto	Pto	54
Conmutados	Pto	45
Punto de Timbre	Pto	16
Punto Telefónico	Pto	76
Punto Coaxial	Pto	76
Caja Termica	Pto	16
Punto de Datos	Pto	30
Punto de Fuerza Extractor de Olores	Pto	21

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.4. SISTEMAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Actualmente, basta solamente con observar a diferentes ciudades en distintas partes del mundo para darse cuenta que empieza a existir una forma distinta de pensar y hacer las cosas. Un nuevo enfoque que apunta a cuidar el medio ambiente y sus recursos en cualquier actividad que realicemos, pues el contaminarlo y gastar sus recursos ha mostrado ya considerables impactos ambientales que finalmente afectan directamente a la humanidad.

A lo largo del último siglo, el planeta tierra ha sufrido una fuerte contaminación ambiental presentado efectos adversos como el cambio climático, problemas de salud en las personas, debilitamiento en la capa de ozono, alteración y daños a ecosistemas naturales, degradación de la calidad de vida, entre otros muchos; los cuales han llevado a ciertas personas, organizaciones, y autoridades a tomar medidas para buscar entre otras cosas la sustentabilidad.

Es así que, principalmente en países desarrollados, el tema del desarrollo sustentable ha empezado a tomar fuerza. Definiendo a este concepto como la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer a las necesidades futuras de la humanidad.

Con respecto al sector de la construcción, existen ya diferentes acciones para que los bienes inmobiliarios sean amigables con el medio ambiente, existiendo inclusive certificaciones ambientales que indican el nivel de sustentabilidad de un proyecto u otro. Así, estas medidas buscan que las construcciones generen el menor impacto ambiental posible y que utilicen la menor cantidad de recursos energéticos para su funcionamiento.

En Ecuador debido a muchos factores, estos estándares de sustentabilidad todavía están muy distantes de nuestra actual realidad del sector y de las reglamentaciones de construcción vigentes, sin embargo, es hora de que las autoridades competentes y las personas relacionadas con la construcción entiendan que es necesario empezar a tomar acciones que permitan ahorrar recursos en búsqueda de proyectos sustentables. De esta forma, y también pensando en la posibilidad de ahorrar dinero debido a la utilización de recursos, se ha planteado 2 sistemas de desarrollo sustentable que consisten en:

- Captación de agua pluvial como parte de la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades de este recurso en una edificación.
- Paneles solares para el calentamiento de agua.

Se ha escogido estos dos sistemas porque son los más propicios a instalar en la ciudad de Quito, tomando en cuenta que otros sistemas como los de energía solar fotovoltaica o eólica son muy caros todavía.

Por otro lado, aunque el precio del gas en Ecuador es considerablemente bajo en relación a otros países debido a la subvención del gobierno, y el precio del agua no significa un gasto elevado como en países desarrollados, entonces el factor económico en términos generales podría no significar, por ahora, una cantidad de ahorro de dinero determinante

para justificar la implementación de estos sistemas, pero hay que tomar en cuenta el factor ambiental el cual sería el que justificaría la implementación de estos sistemas. Por otro lado, las últimas declaraciones gubernamentales apuntan a una muy próxima focalización de los subsidios, entre ellos el gas, de tal manera que se prevee dentro de muy poco un precio del gas más sincerado.

De esta manera, mediante el diseño de estos dos sistemas se tomará en cuenta los aspectos técnicos y económicos para determinar la viabilidad de los mismos, sabiendo que es posible que estos dos sistemas presenten beneficios económicos a largo o inclusive a mediano plazo, y que también tienen un impacto positivo con el medio ambiente y con el desarrollo sustentable.

3.4.1. PREDISEÑO SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL

Un sistema de captación de agua de lluvia es un medio sencillo de obtener agua para ciertas necesidades en una casa. Así, el sistema consiste en captar el agua lluvia, canalizarla, filtrarla y almacenarla para su uso posterior.

- **CAPTACIÓN DE AGUA**

La captación de agua se la hace en una superficie impermeable apropiada para la recolección de agua (piedras, tejas de cerámica, concreto, etc.), que no contenga ningún químico que pueda aportar sustancias tóxicas a la misma; usándose así comúnmente las superficies de los techos las cuales debido a su ubicación tienen como beneficio la minimización de la contaminación de agua. Su área se debe considerar solamente como la proyección horizontal del techo y se debe asegurar el fácil escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección.

La captación de agua se podría también realizar en otras zonas de la casa como área de circulación de autos, patios, estacionamientos u otras, pero estas no garantizan que el agua recolectada no se haya contaminado por el contacto con alguna sustancia, aun cuando el uso de esta agua recolectada intente ser solamente para sanitarios, y riego de jardines.

- **CANALIZACIÓN**

Consiste en conductos de agua que dirijan el agua captada al depósito, ya sea por inclinación del tejado, ó una serie de conductos y/o tuberías. Se debe tomar en cuenta que en caso de utilizar conductos, estos se deben dimensionar correctamente para evitar que se desborden y que se desperdicie parte del agua captada.

- **FILTROS**

El objetivo de los filtros es eliminar el polvo y las impurezas que porte el agua, es decir, sólidos que estén suspendidos en el agua. Existen múltiples sistemas de filtrado que van desde la simple eliminación de las impurezas más gruesas hasta los sistemas que permiten la el pleno uso del agua. El filtro que se usará en este caso es un filtro localizado sobre el depósito de almacenaje de agua, el cual mediante rejillas metálicas de diferentes tamaños se intenta capturar impurezas como pequeñas hojas, basuras ó impurezas. Este filtro deberá ser limpiado periódicamente para mantener las condiciones adecuadas para que el agua no se contamine.

- **ALMACENAJE**

Debido a la estética del conjunto, el almacenaje de aguas lluvia deberá hacerse en una cisterna cubierta debajo de la tierra, con tuberías para recoger y para distribuir el agua. El tamaño de la cisterna será en función al volumen de agua que se pueda y se quiera almacenar, y esta debe permitir la correcta conservación del agua.

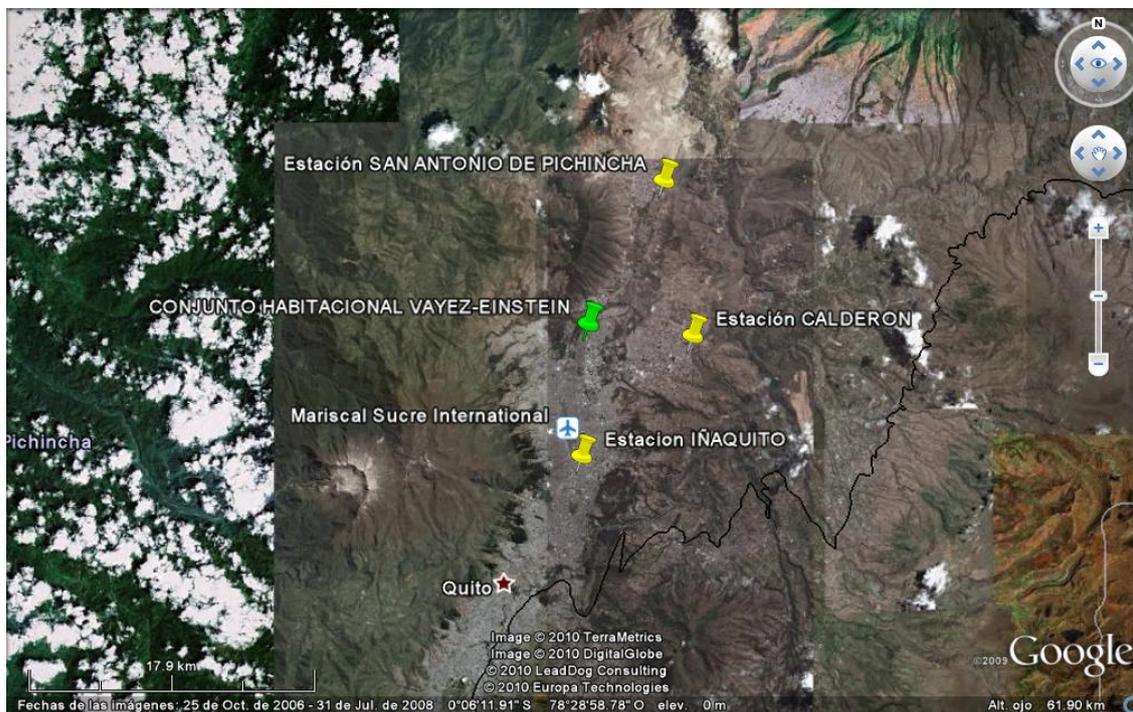
- **SISTEMAS DE CONTROL**

“Estos son sistemas opcionales que gestionan la alternancia de la utilización del agua de la reserva y de la red general. Es decir cuando no se tiene abastecimiento de agua lluvia se pasa automáticamente a suministrar agua de la red. En el momento que vuelve a llover y se recarga la cisterna pasa de nuevo a emplear el agua de la red”. (Sitio Solar, Párr. 14)

3.4.1.1. DATOS PLUVIOMETRICOS DE LA ZONA

Para conocer la cantidad en milímetros de precipitaciones en la zona, se analizaron los datos pluviométricos del Inamhi de tres estaciones hidrológicas cercanas que fueron: Iñaquito, San Antonio de Pichincha, y Calderón.

FIGURA 3.13. UBICACIÓN ESTACIONES HIDROLÓGICAS.



Fuente: Google Earth.

Elaboración: Alfredo D. Jácome

FIGURA 3.14. UBICACIÓN ESTACIONES HIDROLÓGICAS.

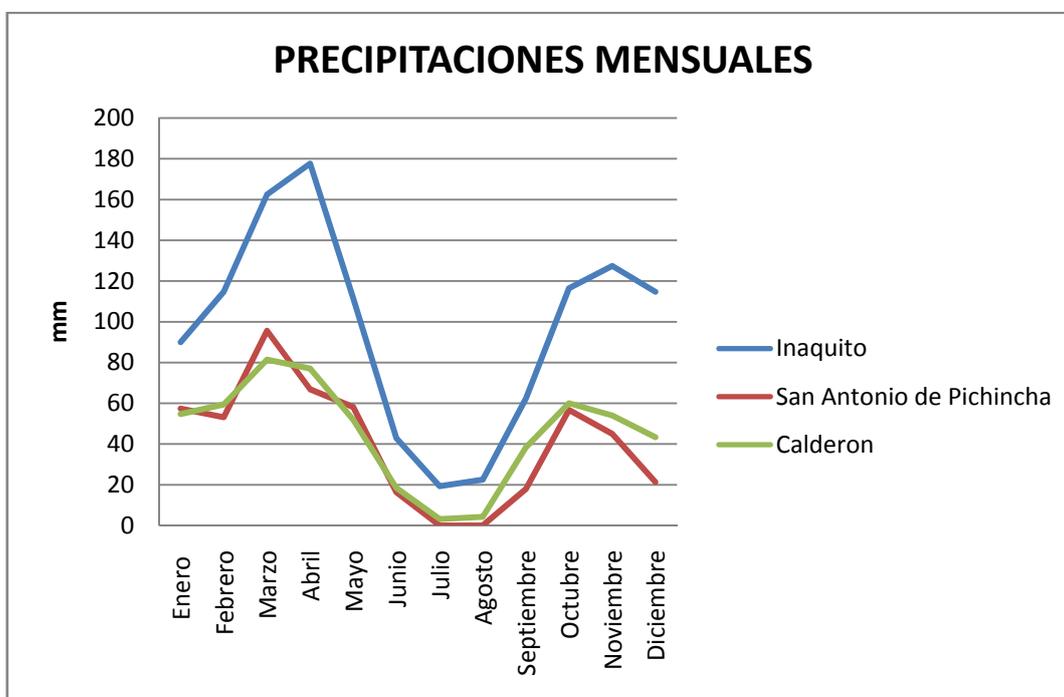


Fuente: Google Earth.

Elaboración: Alfredo D. Jácome

De estas estaciones, se analizaron datos de los últimos 17 años solamente en los casos que fueron posibles, debido a que hubo datos atípicos que por su inadecuada variabilidad no fueron tomados en cuenta por el Inamhi.

GRÁFICO 3.1. PRECIPITACIONES MENSUALES.



Fuente: INAMHI. Atención al usuario.

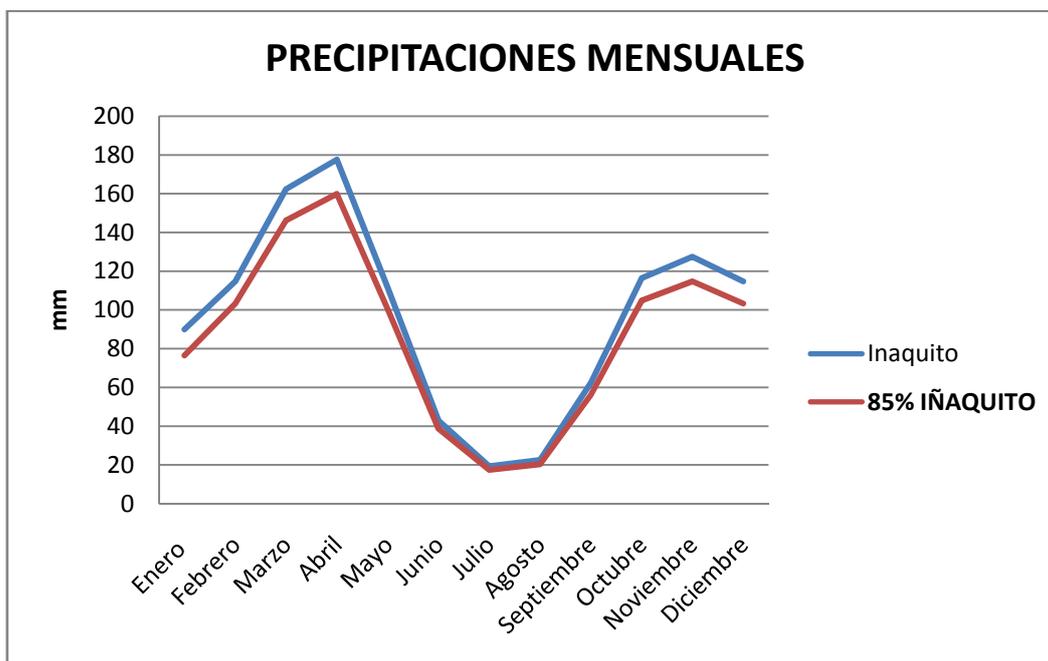
Elaboración: Alfredo D. Jácome

Debido a que a lo largo de la ciudad la variación en las precipitaciones es muy grande por diferentes factores, por ejemplo, se conoce que en el sur de la ciudad llueve aproximadamente el doble que en el sector norte, y debido a que no se tiene una estación hidrológica referente, muy próxima del sector "El Einstein" que pueda

proveer datos muy cercanos a los reales; entonces analizando los datos, el clima y ambiente de la ubicación de las estaciones hidrológicas, e información conocida por el Inamhi, se ha determinado que:

- Las estaciones de San Antonio de Pichincha y Calderón, ubicadas al Noreste y Este, del Conjunto Residencial Vayez (C.R. Vayez) respectivamente, representan a las precipitaciones mensuales en un clima muy seco y por lo tanto bastante diferente al del sector El Einstein, tal como se observa en la Figura 3.1, 3.2, y Gráfico 3.1 en donde claramente se observa a una región bastante árida sin vegetación.
- La estación Ññaquito, aun al estar ubicada más al norte que el C.R. Vayez, es una estación que por el factor climático se acerca más a los valores de precipitaciones mensuales que se espera tener. Se observa que el C.R. Vayez y la estación Ññaquito por su cercanía a la zona montañosa importante hacia el lado oeste (Guagua Pichincha), se parecen mucho en cuanto al factor climático, y por lo tanto se esperan precipitaciones similares, sabiendo que las grandes extensiones de áreas verdes que se aprecian al oeste inciden directamente en los valores de precipitaciones mensuales.
- Para estar por el lado conservador/seguridad, los valores de precipitaciones que se utilizaran para el estudio en el C.R. Vayez se tomarán igual al 85% de los valores de precipitaciones mensuales obtenidos en la estación Ññaquito.

GRÁFICO 3.2. PRECIPITACIONES MENSUALES.



Fuente: INAMHI. Atención al usuario.

Elaboración: Alfredo D. Jácome

TABLA 3.6. PRECIPITACIONES MENSUALES PROMEDIO. AÑOS 1993 – 2009.

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)		
Mes	Estación	
	Iñaquito	85% Iñaquito
Enero	89,9	76,5
Febrero	114,7	103,2
Marzo	162,4	146,2
Abril	177,6	159,9
Mayo	111,5	100,4
Junio	42,9	38,6
Julio	19,3	17,4
Agosto	22,5	20,3
Septiembre	62,3	56,1
Octubre	116,4	104,8
Noviembre	127,4	114,7
Diciembre	114,7	103,3
Promedio	96,8	86,8

Fuente: INAMHI. Atención al usuario.

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.4.1.2. ÁREA DE CAPTACIÓN

Como ya se mencionó, el área de captación que se tomara para el diseño de este sistema, es igual al área de los techos y terrazas de cada casa. De esta manera se tiene:

TABLA 3.7. ÁREA DE CAPTACIÓN.

Área de Captación (m2)					
	Techo	Terraza	Total c/casa	# Casas	TOTAL
Casa Tipo A	17,29	40,46	57,75	6	346,5
Casa Tipo B	35,37	20,57	55,94	9	503,46
Total área captación para todo el conjunto					849,96

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.4.1.3. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para el abastecimiento de agua, o cantidad de agua capaz de recolectarse, se utiliza la siguiente formula:

ECUACIÓN 3.3. ABASTECIMIENTO.

$$\text{Abastecimiento} = Pp * Ce * Ac / 1000$$

Fuente: Guía de diseño para captación de agua de lluvia.

Donde:

Pp: Precipitación

Ce: Coeficiente Escorrentía, es el valor esperado de captación de agua, el cual es igual a 1 si las condiciones son totalmente aptas para captar toda el agua.

Ac: Área Captación

TABLA 3.8. ABASTECIMIENTO DE AGUA. CASA TIPO A.

Ce : Coeficiente de Escorrentía	0,9		
Ac : Área de Captación	57,75	m2	
Mes	Pp, Promedio Mensual de Precipitaciones [mm]	Abastecimiento $A = Pp * Ce * Ac / 1000$	
		Parcial	Acumulado
Enero	76,45	3,97	3,97
Febrero	103,25	5,37	9,34
Marzo	146,17	7,60	16,94
Abril	159,86	8,31	25,25
Mayo	100,37	5,22	30,46
Junio	38,60	2,01	32,47
Julio	17,38	0,90	33,37
Agosto	20,29	1,05	34,43
Septiembre	56,09	2,92	37,34
Octubre	104,78	5,45	42,79
Noviembre	114,69	5,96	48,75
Diciembre	103,25	5,37	54,12

Cantidad de Agua lluvias recolectada por año	54,12	m3
Cantidad de Agua lluvias recolectada por persona	37,07	litros / hab / día
Cantidad de Agua lluvias recolectada por casa	148,26	litros / casa / día

Elaboración: Alfredo D. Jácome

TABLA 3.9. ABASTECIMIENTO DE AGUA. CASA TIPO B.

Ce : Coeficiente de Escorrentía	0,9	
Ac : Área de Captación	55,94	m2
Mes	Pp, Promedio Mensual de	Abastecimiento $A = Pp * Ce * Ac / 1000$

	Precipitaciones [mm]	Parcial	Acumulado
Enero	76,45	3,85	3,85
Febrero	103,25	5,20	9,05
Marzo	146,17	7,36	16,41
Abril	159,86	8,05	24,45
Mayo	100,37	5,05	29,51
Junio	38,60	1,94	31,45
Julio	17,38	0,87	32,33
Agosto	20,29	1,02	33,35
Septiembre	56,09	2,82	36,17
Octubre	104,78	5,28	41,45
Noviembre	114,69	5,77	47,22
Diciembre	103,25	5,20	52,42

Cantidad de Agua lluvias recolectada por año	52,42	m ³
Cantidad de Agua lluvias recolectada por persona	35,90	litros / hab / día
Cantidad de Agua lluvias recolectada por casa	143,61	litros / casa / día

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.4.1.4. DEMANDA DE AGUA

La demanda de agua varía en cada región, en donde se tienen diferentes valores de cantidad de agua por necesidad. De esta forma para una ciudad como Quito la dotación de agua diaria se toma como:

TABLA 3.10. DOTACIÓN DE AGUA POR NECESIDAD.

Dotación Diaria por Necesidad / persona		
Ducha	27,60	l / hab / día
Sanitario	35,67	l / hab / día
Lavado de Manos	6,02	l / hab / día
Lavado de Platos	27,88	l / hab / día
Aseo y Vivienda	0,29	l / m ² / día
<i>Area Promedio = 140 m²</i>	40,60	l / hab / día
Consumo Propio	6,00	l / hab / día
Lavado de Ropa	45,89	l / hab / día

Total	189,66 l / hab / día
--------------	----------------------

Fuente: Aguirre A., Determinación de la dotación de agua.

Elaboración: Alfredo D. Jácome

Sabiendo que el agua recolectada no puede ser utilizada para actividades en que se necesite agua potable, entonces la cantidad de recolección óptima de agua debería abastecer la necesidad de agua para su uso en sanitarios, riego de jardines, lavado de ropa, y lavado de autos. Así, la cantidad optima de agua recolectada debería ser de 70 l / hab / día, equivalente al aproximadamente el 40% del consumo de agua diario por persona.

Tomando en cuenta que el valor de abastecimiento de agua, para los dos tipos de casa, de aproximadamente 36 litros / hab / día es bajo y no esta cerca del valor optimo deseado, entonces este valor restringe a la demanda a satisfacer, la cual será igual al máximo valor de abastecimiento de agua o 36 litros / hab / día.

Con esta cantidad de agua recolectada, se logrará satisfacer apenas la dotación diaria para el uso en sanitarios, la cual es 35,67 litros / hab / día o aproximadamente el 19% del consumo diario de agua por persona.

Con esta cantidad de litros por habitante por día que puede ser satisfecha por este sistema, se calcula la cantidad de agua en m³ por cada mes para una familia de 4 personas tomando en cuenta que las casas del Conjunto Residencial Vayez tienen 3 dormitorios.

TABLA 3.11. DEMANDA TOTAL MENSUAL POR CASA.

Demanda Total Mensual para una Familia de Cuatro Personas		
Mes	litros	m3
Enero	4423	4,42
Febrero	3995	4,00
Marzo	4423	4,42
Abril	4280	4,28
Mayo	4423	4,42
Junio	4280	4,28
Julio	4423	4,42
Agosto	4423	4,42
Septiembre	4280	4,28
Octubre	4423	4,42
Noviembre	4280	4,28
Diciembre	4423	4,42

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.4.1.5. ALMACENAMIENTO DE AGUA

Para calcular el volumen del depósito de almacenaje, se debe comparar la oferta disponible de agua a recolectar, con la demanda a satisfacer, y elegir el volumen del depósito adecuado sin sobredimensionarlo ni subdimensionarlo, buscando así reducir el riesgo de que se desperdicie agua por falta de capacidad de almacenamiento, y buscando optimizar recursos económicos. De esta manera se restó el abastecimiento acumulado y la demanda acumulada de agua comenzando en el mes de enero y se anotaron las peores condiciones para este caso, es decir, cuando esta resta es máxima y mínima; obteniéndose así el máximo volumen de depósito necesario y el máximo valor de subdimensionamiento del depósito.

TABLA 3.12. CÁLCULO ENTRE ABASTECIMIENTO Y DEMANDA DE AGUA.

Mes	Abastecimiento $A = Pp * Ce * Ac / 1000$		Demanda		Diferencia
	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Enero	3,97	3,97	4,42	4,42	-0,45
Febrero	5,37	9,34	4,00	8,42	0,92
Marzo	7,60	16,94	4,42	12,84	4,10
Abril	8,31	25,25	4,28	17,12	8,12
Mayo	5,22	30,46	4,42	21,54	8,92
Junio	2,01	32,47	4,28	25,83	6,64
Julio	0,90	33,37	4,42	30,25	3,12
Agosto	1,05	34,43	4,42	34,67	-0,25
Septiembre	2,92	37,34	4,28	38,95	-1,61
Octubre	5,45	42,79	4,42	43,37	-0,59
Noviembre	5,96	48,75	4,28	47,66	1,09
Diciembre	5,37	54,12	4,42	52,08	2,04

Elaboración: Alfredo D. Jácome

Este proceso se repitió comenzando en cada vez con en un diferente mes, y se lo realizo con las Casas Tipo A, debido a que son las que tienen mayor área y por lo tanto son las que mostraran un sobredimensionamiento o subdimensionamiento mayor.

TABLA 3.13. CÁLCULO DEL VOLUMEN A ALMACENARSE POR CASA.

Mes	m3	
	Max	Min
Enero	8,92	-1,61
Febrero	9,37	-1,16
Marzo	8	-2,53
Abril	4,82	-5,71
Mayo	2,04	-9,73
Junio	2,04	-10,53
Julio	4,31	-8,25
Agosto	7,83	-4,73
Septiembre	11,2	-1,36
Octubre	12,52	1,02

Noviembre	11,54	1,01
Diciembre	9,86	-0,67
Promedio	7,70	-3,69
Promedio Total	2,01	

Elaboración: Alfredo D. Jácome

Una vez obtenido los valores máximos y mínimos, se obtuvo el promedio de todos los valores y este valor es el que será utilizado como volumen necesario de depósito para cada casa. Así, con un valor de 2 m³ necesario de depósito por cada casa, 30 m³ para todo el conjunto, y 3 m³ de reserva en caso de exceso de lluvias, se obtuvo un volumen total de almacenamiento necesario de 33 m³. Debido a que esta cisterna estará a lado de la cisterna de agua potable, y la cisterna de agua potable tiene 8,0 * 3,0 * 2,0 metros de dimensiones, entonces aprovechando una cara de la cisterna de agua potable, las dimensiones de la cisterna para el almacenamiento de aguas lluvias es de 5,5 * 3,0 * 2,0 metros.

3.4.1.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

Finalmente, el sistema de captación consiste en la recolección de agua de lluvia en las losas planas de los techos y terrazas de cada casa, su transporte se lo realizara a través de las tuberías de desagüe existentes de terrazas y techo, y luego a través de tuberías hasta la cisterna de almacenamiento.

Antes de que esta agua ingrese a la cisterna, se colocará un filtro a través del cual se eliminará del agua pequeñas basuras, pues objetos mas grandes como ramas u otras basuras ya han sido retenidos en los sumideros de los desagües en techos y terrazas.

La distribución del agua desde la cisterna a los sanitarios, se realizara a través de una bomba, manejada por un sistema de control, el cual de manera automática distribuye el agua almacenada y en caso de que esta se agotara, automáticamente distribuiría agua de la red general.

3.4.1.7. PRESUPUESTO

En el presupuesto de este sistema no se incluyo la tubería sanitaria desde cada terraza hasta la planta baja debido a que esta tubería deberá incluirse de todas formas, se decida colocar este sistema o no; de igual manera con los desagües y tubería sanitaria desde el techo a planta baja. De esta manera el presupuesto es el siguiente:

TABLA 3.14. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS.

PRESUPUESTO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO DIRECTO
<u>INSTALACIONES SANITARIAS</u>				
Canalización de PVC 110 mm	m	114	\$ 7,85	\$ 894,90
<u>INSTALACIONES AGUA POTABLE</u>				
Tubería de 1/2" PVC roscable	m	423	\$ 3,10	\$ 1.311,30
Equipo Hidroneumatico	Global	1	\$ 1.050,00	\$ 1.050,00
<u>OTROS</u>				
Cisterna	Global	1	\$ 4.372,00	\$ 4.372,00
Filtro	Global	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Cuarto de Máquinas	Global	1	\$ 408,00	\$ 408,00
Sistema de Control	Global	1	\$ 200,00	\$ 200,00
			Total	\$ 8.436,20
Valor del sistema por casa		\$ 562,41		

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.4.1.8. PLAN DE MANTENIMIENTO FUTURO

El plan de mantenimiento consiste básicamente en la limpieza periódica de las áreas de captación, que son techos y terrazas, de los sumideros que se encuentren en estas áreas y del filtro de entrada a la cisterna de almacenamiento. De esta manera, se asegura que el agua captada estará relativamente limpia, considerando que el agua de lluvia es esencialmente agua destilada, y aunque podría ser utilizada para el consumo humano, no se recomienda utilizar el agua directamente captada de la lluvia para los usos en que se requiera agua potable, pues en la atmosfera existen contaminantes suspendidos, al igual que en las áreas de captación, en donde pueden haber también orines y excrementos de aves.

3.4.1.9. FACTIBILIDAD

Como ya se mencionó, para determinar la factibilidad de este sistema hay que tomar en cuenta sus factores técnicos, económicos, y tratar de complementarlos con el factor ambiental y de desarrollo sustentable que no pueden ser cuantificados.

Como ya se explicó en el análisis de la demanda de agua diaria para este sistema, la cantidad de agua recolectada por persona es media con respecto al valor óptimo que se esperaba satisfacer. De esta forma, la recolección de 36 l / hab / día, o 4,32 m³ por casa al mes representa apenas un ahorro económico del 19% en el valor de la planilla mensual en comparación con el valor óptimo de 40%. En términos generales, esto quiere decir que para una familia promedio de 4 personas, que se espera tenga un gasto de \$13,51 en la planilla mensual de agua, ahora ahorrara \$2.43 por mes. Comparando este valor con la inversión inicial, entonces este sistema se calcula estará

amortizado en aproximadamente 19 años. Pensando que el periodo de retorno para una vivienda es de 50 años, entonces técnicamente se puede afirmar que al cumplir el periodo de retorno este sistema de captación de agua de lluvia habría ahorrado aproximadamente \$900 a los dueños de la casa, sin haber tomado en cuenta alzas en el precio por m³ de agua o posibles problemas con el suministro de agua que aumentarían el ahorro.

Si bien este ahorro mensual parecería ser insignificante, hay que mencionar que este sistema aporta además al desarrollo sustentable y a una forma de construcción amigable con el medio ambiente, ofreciendo también ventajas comerciales para el constructor.

De manera complementaria, y cambiando las condiciones actuales de este proyecto, es decir pensando que el valor de precipitaciones mensuales es aproximadamente el doble del valor de este sector (por ejemplo en el sur de Quito), o pensando que el área de captación es dos veces al área de captación actual (120 m²), entonces se podría alcanzar el máximo potencial para este sistema, el cual de manera hipotética ofrecería un ahorro en el consumo de agua de aproximadamente el 40%, equivalente a \$5.29 mensuales. Así, este sistema podría ser amortizado en alrededor de 9 años, y se tendría un ahorro al cumplir el tiempo de retorno de \$2613.

Con respecto al factor técnico, no hay ninguna limitación que impida su implementación para el Conjunto Residencia Vayez-Einstein.

Finalmente, si este sistema empieza a ser usado en un porcentaje de nuevas construcciones, este sistema podría presentar también otras ventajas:

- Puede ayudar a aliviar el exceso en la demanda de las redes de suministro público, contribuyendo a la mejor conservación de las reservas publicas para casos de escasez.
- Puede suponer un alivio para la red de drenaje público al no verter a ella el agua que cae en los techos y terrazas.
- Puede ayudar a permitir la recuperación de los acuíferos subterráneos en las zonas urbanas en las que la obtención principal del agua provenga de ellos. Al emplearse el agua de la lluvia se deja de extraerla del subsuelo y con ello se permite su recuperación.
- Ayuda a sensibilizar y a establecer una relación directa con el entorno que nos rodea

Se propondrá a la empresa constructora su adopción como un estímulo al comprador, al transmitirle la idea de aporte al desarrollo sustentable.

3.4.2. PREDISEÑO SISTEMA DE CALENTADORES SOLARES

Un sistema de calentadores solares es una manera práctica y económica de obtener agua caliente para el hogar. La sencillez de su diseño, su durabilidad y la eficacia de su funcionamiento hacen que este sistema sea adecuado para regiones de características climáticas cálidas. Así, tomando en cuenta el clima de la ciudad de Quito, en donde se tiene aproximadamente 5 horas diarias de sol a lo largo de todo el año y un muy reducido o nulo riesgo de heladas, se puede afirmar que este sistema es adecuado para su amplia implementación en la ciudad.

Hay varios motivos que hacen que los calentadores solares por termosifón sean una alternativa atractiva y cada vez más demandada y popular. Si tomamos su aspecto económico, inicialmente resulta más caro comprar un calentador solar que uno convencional de gas. Sin embargo el calentador solar utiliza la energía gratuita del sol mientras que el calentador convencional utiliza gas de origen fósil no gratuito. Por lo tanto el gasto acumulado que implica la compra mes a mes de gas llega a igualar al gasto realizado en la instalación de un calentador solar, estimándose que el periodo promedio de recuperación del dinero invertido en este sistema para países como México o Perú, en donde el precio del gas es significativamente mayor al del Ecuador, es de un poco mayor a 3 años dependiendo de su uso; y se verá mas adelante que el tiempo de recuperación de la inversión para el Ecuador, si bien no es relativamente corto como para estos países, es de mediano plazo lo cual es atractivo para el mercado. De todas formas, esta ampliamente probado que el porcentaje de sustitución de gas por energía solar para calentar el agua se estima en torno al 80% cuando esta correctamente dimensionado, siendo a efectos prácticos con frecuencia sensiblemente superior a esta cifra.

Otro motivo es la independencia energética, pues el contar con un sistema de paneles solares para calentar el agua implica disponer de una mayor independencia energética con respecto al suministro de gas o de electricidad para calentar el agua, con sus subidas de precios o los posibles problemas de suministro.

Y no menos importante, están los aspectos ecológicos que se presentan al adquirir un calentador solar, ya que al no utilizar la combustión para el calentamiento del agua, dejamos de liberar una gran cantidad de anhídrido carbónico a la atmósfera, de contribuir

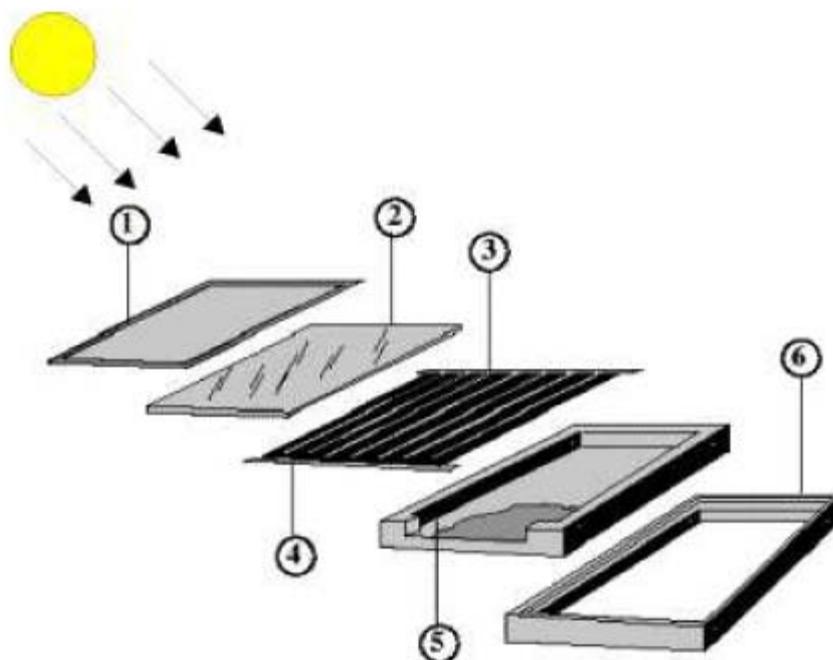
al calentamiento global, a la contaminación atmosférica, y además se aporta al desarrollo sustentable. Se calcula que con un sistema solar para calentar el agua, se puede evitar unas 11 toneladas de emisiones de dióxido de carbono en un periodo de 20 años lo que equivale a plantar 48 arboles ya que esta es la cantidad de arboles necesarios para compensar las emisiones de CO₂.

Respecto al funcionamiento de un sistema de calentador solar de agua, este es un sistema que consta de un elemento captador de los rayos del sol para calentar el agua y un depósito para almacenar el agua caliente, los cuales están unidos entre si por medio de tuberías.

Los componentes de un colector solar o panel solar son:

1. Marco aluminio o metálico.
2. La cubierta transparente, que es de vidrio y se encarga de provocar el efecto invernadero dentro de la caja para aumentar la temperatura y el aprovechamiento del calor por el recolector.
3. Un colector, o elemento encargado de transformar la radiación solar en calor. Consiste en una tubería de cobre a través de la cual se calienta el agua fría que entra al sistema, y es pintada de color negro para ayudar al almacenamiento de calor.
4. Lugares de alimentación y descarga de agua.
5. Aislante térmico de fibra de vidrio (también puede ser poliéster o lana mineral).
6. Caja del colector, que es galvanizada y que contiene a los demás elementos.

FIGURA 3.15. COMPONENTES DE UN CALENTADOR SOLAR DE AGUA



Fuente: Greenpeace México, pág. 5

El depósito o termotanque por su parte, es el lugar donde se almacena el agua caliente para su consumo. Este termotanque se encuentra termo sellado con materiales aislantes apropiados que evitan que el agua pierda su calor durante la noche.

Este sistema calentador solar de agua, se conoce como sistema termosifónico, el cual funciona básicamente a través de la circulación de agua entre el elemento captador y el depósito o termotanque, siendo este sistema el más comúnmente usado en el sector residencial.

Proceso de calentamiento del agua:

“Ese proceso inicia cuando los rayos solares inciden sobre la superficie del colector y elevan la temperatura del agua que circula por los conductos que tiene en su interior. El agua al calentarse pierde densidad y tiende a ascender pasando a través de las tuberías al depósito que está situado encima. El espacio que deja libre el agua que ha ascendido es reemplazado por agua que aún no ha sido calentada. Esta agua se calienta a su vez por el mismo procedimiento y vuelve a ascender repitiéndose el proceso mientras los rayos solares incidan en el colector. Así se establece un circuito natural en el cual toda la energía solar captada en el colector pasa al tanque.” (Cómo funciona un calentador solar, Párr.7)

“Al final del día tenemos agua caliente, entre 45 y 75 grados centígrados, almacenada en el tanque termo sellado. Se estima que la pérdida media de temperatura durante la noche en el interior del tanque es de entre 3 y 7 grados centígrados, por lo tanto se puede disfrutar de agua caliente almacenada durante la madrugada o por la mañana antes de que vuelva a salir el sol.” (Carrillo, Pág. 2)

Es importante mencionar la importancia de que no existan heladas para la implementación de este sistema, pues al congelarse y dilatarse el agua la instalación puede ser dañada, y aunque se puede añadir equipos industriales dotados con pequeñas resistencias eléctricas que calientan el agua, este sistema sólo es aconsejable cuando las heladas son pocas y débiles, ya que de lo contrario el gasto en energía eléctrica sería excesivo.

Finalmente, se debe mencionar que un sistema solar calentador de agua debe funcionar de manera paralela con un calentador de gas común de uso doméstico, debido a que si se

instala solo este sistema, no se puede asegurar contar con agua caliente cuando se usa mas de la requerida en días normales.

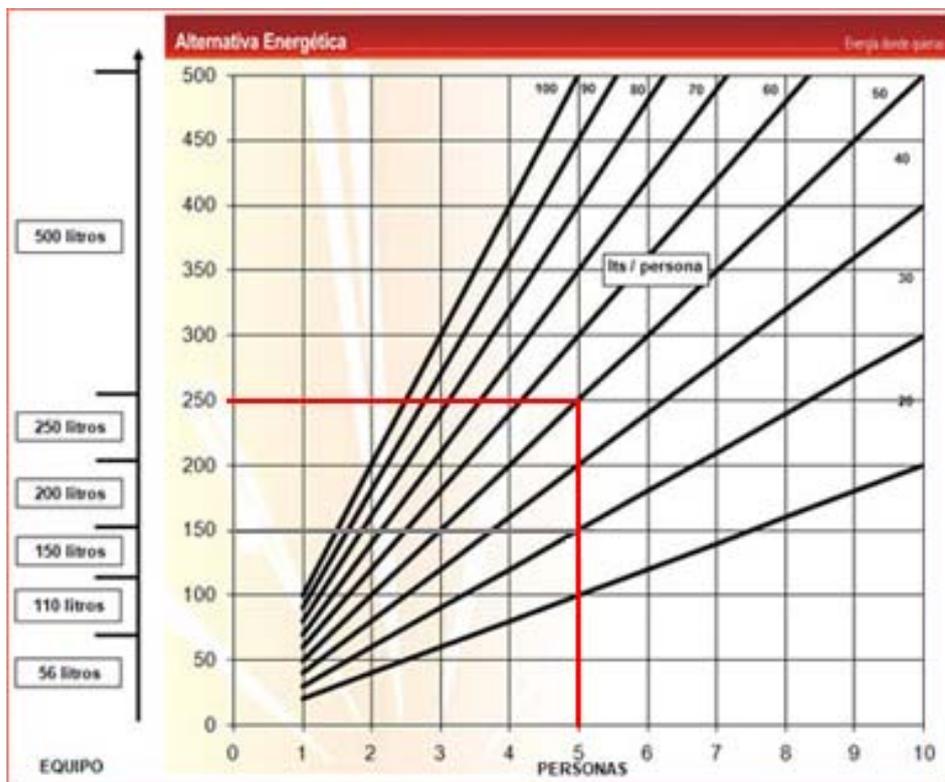
3.4.2.1. CANTIDAD DIARIA DE LITROS A CALENTAR

La cantidad diaria de litros a calentar es un factor importante en el dimensionamiento del calentador solar de agua. Se debe definir cuanta agua caliente se requiere en base al número de personas que habitarán la vivienda, y en base al equipamiento, como lavadora de ropa, lavadora de platos u otra.

Con respecto al número de habitantes se debe considerar sus hábitos y decidir un valor promedio adecuado para que los usuarios puedan satisfacer sus necesidades de agua caliente. De esta manera, según fabricantes se tiene establecido que se necesita 30 litros de agua caliente por persona por día para baños, y si se ocupa agua caliente para la lavadora y cocina, entonces se recomienda un promedio de 50 litros por persona por día.

De esta manera tomando en cuenta la Figura 3.3, se observa que para una casa promedio de 5 personas, se recomienda un calentador solar capaz de calentar 250 litros por casa por día.

FIGURA 3.16. CANTIDAD DIARIA DE LITROS A CALENTAR PARA UNA CASA.



Fuente: Alternativa Energética

3.4.2.2. PROMEDIO DIARIO DE HORAS DE SOL EN EL SECTOR

El promedio diario de horas de sol, o Heliofanía, se obtuvo mediante datos de mediciones realizados por el Inamhi en la estación Iñaquito. Los datos disponibles del Inamhi vienen de mediciones realizadas desde el año 1973, lo cual permite tener valores más exactos de horas de sol mensuales.

Se debe entender que la radiación solar es la energía proveniente del sol que incide en una superficie plana en formas de ondas electromagnéticas, las cuales antes de alcanzar la superficie terrestre deben atravesar la atmósfera y sus distintas capas de

gases en donde se dan sucesivas absorciones y reflexiones. Así, estas ondas electromagnéticas al llegar a la superficie, pueden llegar como rayos de energía provenientes directamente del sol denominándose radiación directa, y también como producto de sucesivas reflexiones con los gases de la atmosfera o radiación difusa; la cual para tener una idea podría suponer aproximadamente un 15% de la radiación en los días soleados, porcentaje que va creciendo en los días nublados.

Los valores de Heliofanía analizados si bien no son del lugar exacto donde esta localizado el terreno, pueden ser ampliamente utilizados pues según técnicos del Inamhi, se supone existe una radiación solar constante a lo largo de la ciudad. Además, si se toma en cuenta que el sector de Lñaquito es un sector con mayor número de precipitaciones, y por lo tanto mayor nubosidad; entonces debido a este factor en el sector El Einstein existe por lo menos una cantidad similar o un poco mayor de horas diarias de sol.

TABLA 3.15. HELIOFANÍA PROMEDIO. AÑOS 1973 – 2008.

HORAS DE SOL PROMEDIO DIARIO		
MIN	PROMEDIO	MAX
3,70	5,63	7,55

Elaboración: Alfredo D. Jácome

Una vez se tiene el valor máximo y el promedio de horas de sol diarias, se las transforma a valores de radiación sabiendo que 1 hora de sol equivalente es igual 1 kwh / m². De esta forma se tiene:

TABLA 3.16. RADIACIÓN PROMEDIO. AÑOS 1973 – 2008.

RADIACIÓN PROMEDIO [Kwh / m2]		
MIN	PROMEDIO	MAX
3,70	5,63	7,55

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.4.2.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CALENTADORES SOLARES

Una vez que se tiene la cantidad de agua caliente requerida y la radiación solar, se procede a calcular el tamaño del colector, para lo cual se tomo como referencia el proceso de dimensionamiento de la Asociación Nacional de Energía Solar de México la cual forma parte de la Asociación Internacional de Energía Solar.

Cantidad de energía requerida en el agua caliente por día:

ECUACIÓN 3.4. CANTIDAD DE ENERGÍA REQUERIDA EN EL AGUA CALIENTE.

$$L = (M) (C_p) (T_c - T_f)$$

Fuente: La Revista Solar. Número 57, Marzo 2006.

Donde:

L = Cantidad de energía requerida en el agua caliente (kJ / día)

M= Cantidad de agua caliente requerida (225 lt / día)

Cp = Calor específico del agua (4.2 kJ / kg / °C)

Tc = Temperatura del agua caliente requerida en el colector (50 °C)

Tf = Temperatura del agua de la red pública (15 °C) –en el sitio–

$$L = 250 \text{ (lts / día)} * 4,2 \text{ (kj / kg / °C)} * (50 - 15) \text{ (°C)} * [1 \text{ (kg / lts)}]$$

$$L = 36750 \text{ (kJ / día)}$$

Área del colector:

ECUACIÓN 3.5. ÁREA REQUERIDA.

$$A = \frac{L}{(\eta_{\text{solar}}) (I_{\text{max}})}$$

Fuente: La Revista Solar. Número 57, Marzo 2006.

Donde:

A = Área del colector solar requerida (m²)

L = Cantidad de energía requerida en el agua caliente (kJ/día)

η_{solar} = Eficiencia del colector solar (52%)

I_{max} = Radiación solar máxima en el sitio (7,55kwh / m² / día)

$$A = 36750 \text{ (kJ / día)} / 0,52 \text{ (%) } / (7,55) \text{ (kwh / m}^2 \text{ / día)} / [3600 \text{ (kJ / kwh)}]$$

$$A = 2,6 \text{ (m}^2\text{)}$$

Para suplir esta área del colector requerida de 2,6 m², y sabiendo que en el mercado nacional los paneles o colectores solares comúnmente tienen una dimensión de 1 m * 1 m, entonces se deberá utilizar 3 paneles solares por casa.

Con respecto a su ubicación, los paneles solares deben ser orientados en lugares donde no haya sombras a lo largo del día ni en ninguna época del año, hacia el sur en el hemisferio norte, y hacia el norte en el hemisferio sur; en caso de haber inconvenientes de sombras, se admite desviaciones de hasta 30° hacia el oriente o poniente. Para nuestro caso, debido a que los techos en donde se colocarán los paneles solares son losas planas, no habrá inconvenientes que se reduzcan en desviaciones de su orientación, y debido a que Quito esta sobre “la línea ecuatorial”, entonces la orientación de los paneles es prácticamente horizontal, pues los rayos solares caen prácticamente verticales.

Para los materiales empleados en el sistema e instalación, se debe tomar en cuenta lo siguiente, pues de esto dependerá el correcto funcionamiento:

- Los factores que dañan a los materiales de las instalaciones son la oxidación-corrosión y los rayos ultravioletas.
- La oxidación y la corrosión afectan a los metales que en contacto con la humedad y con el salitre marino que porta el aire en zonas costeras, los debilitan estructuralmente. Para evitar esto, se debe utilizar materiales inoxidables en los componentes del calentador, como el aluminio u otros materiales galvanizados que se garantice sean inoxidables.
- Los rayos ultravioletas degradan rápidamente las sustancias plásticas, por lo que si se utiliza materiales plásticos, por ejemplo, para las tuberías, se debe asegurar que sean resistentes a los rayos ultravioletas o que no estén expuestos directamente al sol.

- La cubierta del calentador solar no debe ser de plástico, pues se degradara y perderá su transparencia. En su defecto, se debe siempre usar vidrio.
- Las tuberías deberán ser de cobre, acero galvanizado o de pvc resistente a altas temperaturas y radiación ultravioleta. Deben tener el menor recorrido posible, en especial las de agua caliente, y de ser posible se recomienda que sean aisladas térmicamente para que la pérdida de la energía calorífica (calor) se minimice.

3.4.2.4. PRESUPUESTO

El costo de implementación de este sistema para cada casa consiste en el valor de los paneles solares, y costo de materiales para su instalación. De esta manera, el presupuesto de este sistema para cada casa es:

TABLA 3.17. PRESUPUESTO DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA POR CASA.

PRESUPUESTO - POR CASA	
DESCRIPCIÓN	COSTO DIRECTO
<u>Equipo de calentamiento</u> 3 paneles solares + 1 termotanque de 80 galones	\$ 1.635,00
<u>Otros</u> Mano de obra de instalación	\$ 220,00
Costo Aproximado de materiales	\$ 200,00
Subtotal	\$ 2.055,00
IVA	\$ 246,60
Total	\$ 2.301,60

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.4.2.5. PLAN DE MANTENIMIENTO FUTURO

La experiencia de diferentes fabricantes sugiere que un calentador solar tiene una vida útil en algunos casos de más de 25 años, tiempo durante el cual el mantenimiento es casi nulo, y debido a no contar con partes electrónicas o mecánicas, consiste básicamente a la limpieza de la cubierta del panel en épocas secas, pues el polvo que se acumule sobre esta superficie restará eficiencia al colector. Igualmente, si el agua potable del sector es dura debido a la concentración de ciertos minerales que causan incrustaciones de cal en los conductos, se deberá realizar una limpieza total cada cierto número de años.

Hay que considerar también, que en periodos mayores a cuatro días en los que no se utiliza la instalación, se debe vaciar los conductos y mantenerla tapada debido a que si el agua no se utiliza, esta aumentará constantemente su temperatura llegando a puntos de ebullición que aumentarán la presión, lo que puede dañar la instalación.

De todas formas según fabricantes, después de que los calentadores solares cumplan su tiempo de retorno de 25 años, a estos se les puede dar un mantenimiento especial que consiste en volver a pintar las superficies negras para que acumulen calor, y si es necesario: cambiar el vidrio o cubierta para que asegure la eficiencia del efecto invernadero creado por éste, cambiar partes dañadas de la tubería de cobre (duración 50 años) para que no haya pérdidas de agua, o de temperatura, cambiar el aislante térmico y hacer reparaciones en la caja del colector; lo cual podría alargar la vida de este sistema en otros 20 años.

3.4.2.6. FACTIBILIDAD

De manera similar que para el sistema de recolección de agua de lluvia, hay que analizar la parte económica y técnica. Para el factor económico, se analizará el ahorro anual de energía y dinero, y el tiempo que se necesita para recuperar la inversión; mientras que para el factor técnico, no hay ninguna restricción para su implementación.

Ahorro anual de energía:

ECUACIÓN 3.6. AHORRO ANUAL DE ENERGÍA.

$$A_e = \frac{(A) (I_{prom}) (\eta_{solar})}{\eta_{boiler}}$$

Fuente: La Revista Solar. Número 57, Marzo 2006.

Donde:

A_e = Ahorro anual de energía (kJ / año)

A = Área del colector solar requerida (m²)

I_{prom} = Radiación solar promedio en el sitio (5,63 kwh / m² / día)

η_{solar} = Eficiencia del colector solar (52%)

η_{boiler} = Eficiencia del calentador de agua a gas (80%)

$$A_e = 3,0 (m^2) * (5,63) (kwh / m^2 / día) * 0,52 (\%) / 0,8 (\%) * [3600 (kJ / kwh) * 365 (días / año) / 1000000]$$

Ae = 14,43 millones (kJ / año)

Ahorro anual de litros de gas: Tomando en cuenta que el poder calorífico del gas de uso domestico es 26727 kJ / lt de gas, entonces el ahorro anual de energía se puede transformar a ahorro anual en litros de gas:

Ahorro anual en litros de gas = 14,43 millones (kJ / año) / 26727 (kJ / lts de gas)

Ahorro anual en litros de gas = 539,7 (lts de gas / año)

Consumo total de gas con un sistema calentador común a gas: Para calcular el consumo total de gas necesario para calentar 250 litros de agua al día se tiene la siguiente formula:

ECUACIÓN 3.7. CANTIDAD DE CALOR QUE SE CONSUME EN FORMA DE COMBUSTIBLE AL AÑO.

$$Q_s = \frac{L}{\eta_{\text{boiler}}}$$

Fuente: La Revista Solar. Número 57, Marzo 2006.

Donde:

Qs = Cantidad de calor que se consume en forma de combustible (litros de gas / año)

L = Cantidad de energía para calentar el agua (kJ / día)

η_{boiler} = Eficiencia del calentador de agua a gas (80%)

$$Q_s = 36750 \text{ (kJ / día) / 0,8 (\%)} * [365 \text{ (días / año)}]$$

$$Q_s = 627,4 \text{ (lts de gas / año)}$$

Litros de gas a consumirse por el sistema calentador común a gas = 627.4 – 539,7 = 87,6 lts de GLP

Tiempo de Retorno de la inversión:

ECUACIÓN 3.8. TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN.

$$t = \frac{C}{(A_e)}$$

Fuente: La Revista Solar. Número 57, Marzo 2006.

Donde:

t = Tiempo de retorno de la inversión (en años)

C = Costo del sistema (\$ 2301 USD)

Ae= Ahorro de energía

$$t = 18,17 \text{ (años)}$$

El tiempo de retorno de aproximadamente 18 años, es un periodo largo y se debe a que en Ecuador existe una alta subvención por parte del gobierno, la cual según el Banco Central del Ecuador es de aproximadamente 85% del costo del gas, pero podría disminuir en los próximos años. De todas formas, se alcanzaría un ahorro al terminar el periodo de vida útil de \$ 865, y después de realizado el mantenimiento de los 25 años

de más \$ 2.500 dólares por casa, alcanzando un ahorro de todo el conjunto de aproximadamente \$37,000 dólares.

Tomando esto en cuenta, se puede añadir que si no hubiera subvención por parte del estado, el tiempo de amortización sería de alrededor de 7 años. De esta manera, el ahorro de dinero se lo puede realizar también en función a lo que el estado ahorra al no dar la subvención, lo que significa que al terminar el tiempo de retorno del sistema este ahorro alcanzaría un valor de aproximadamente \$2.600 dólares/casa, y si se hace un mantenimiento especial después de este periodo, los colectores podrían durar sin problemas 20 años más alcanzando un ahorro de \$ 6.500 dólares/casa, lo que significa \$100.000 dólares ahorrados por el gobierno en todo el conjunto en un periodo de 45 años.

Tomando esto en cuenta, se propondrá a la empresa constructora su adopción como un estímulo al comprador, al transmitirle la idea de aporte al desarrollo sustentable.

3.5. PRESUPUESTO REFERENCIAL

Un presupuesto referencial de obra indica el costo directo referencial del proyecto, el cual al formar parte de la etapa de prediseños y prefactibilidad del proyecto, se enfoca solamente en la determinación de las cantidades de obra de todos los rubros necesarios para la construcción del Conjunto Residencial Vayez-Einstein, más no en un análisis más completo y más exacto como un análisis de precios unitarios. De esta manera, el objetivo es permitir al constructor definir en un primer análisis la viabilidad del proyecto.

Para elaborar el presupuesto referencial, se tomó en cuenta todos los rubros necesarios para la construcción del Conjunto Residencial Vayez-Einstein, incluyéndose en cada uno el

costo de mano de obra, materiales, maquinaria y equipos necesarios. La determinación de las cantidades de obra de cada rubro se obtiene de los prediseños (arquitectónico, estructural, sanitario, eléctrico, telefónico); midiendo así estas cantidades en su unidad correspondiente.

El precio unitario de cada rubro es obtenido de la experiencia de la constructora, verificándolos con los precios referenciales de la Cámara de Construcción de Quito. El valor de cada precio unitario, es de mucha importancia para que el presupuesto sea lo mas exacto posible al valor de costos directos de construcción finales.

Finalmente, un presupuesto referencial aun en esta etapa, representa en definitiva el “documento básico” que establece el marco financiero del proyecto y en resumidas cuentas el margen de ganancia o inclusive de perdida (en caso de un presupuesto mal echo); por lo cual se insiste en la importancia de su determinación acertada.

De esta manera, el presupuesto referencial es el siguiente:

TABLA 3.18. PRESUPUESTO REFERENCIAL.

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCION
OBRA : CONJUNTO RESIDENCIAL VAYEZ-EINSTEIN

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO DIRECTO
	OBRA BASICA				
	TRABAJOS PRELIMINARES				
	INSTALACIONES PROVISIONALES				
11010	Limpieza y desalojo	m ²	2.520,00	\$ 0,60	\$ 1.512,00
11020	Replanteo General y Nivelación	m ²	2.520,00	\$ 0,60	\$ 1.512,00
11030	Desalojo de escombros (aprox.)	m ³	700,00	\$ 4,70	\$ 3.290,00
	INSTALACIONES PROVISIONALES				
12020	Guachimanía-bodega-oficina	Global	1,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
13010	Excavación y desalojo a máquina	m ³	1.838,00	\$ 2,60	\$ 4.778,80
13020	Excavación a mano de plataformas (desbanque)	m ³	67,00	\$ 3,62	\$ 242,54
13030	Excavación a mano de zanjas	m ³	40,00	\$ 3,62	\$ 144,80
13040	Excavación a mano de plintos	m ³	267,00	\$ 3,62	\$ 966,54
13050	Relleno compactado	m ³	187,00	\$ 15,93	\$ 2.978,91
13060	Desalojo de tierra	m ³	2.573,00	\$ 4,70	\$ 12.093,10
13070	Excavación a mano y peinado de talud	m ³	23,30	\$ 5,45	\$ 126,99
	ESTRUCTURA				
	HORMIGON				
21010	Replentillos en cimentaciones	m ³	13,33	\$ 82,17	\$ 1.095,33
21020	Plintos	m ³	106,62	\$ 99,33	\$ 10.590,56
21030	Cadenas	m ³	26,14	\$ 173,73	\$ 4.541,30

21040	Muros	m ³	68,47	\$ 156,20	\$ 10.694,23
21050	Escaleras	m ³	46,20	\$ 262,00	\$ 12.104,40
21060	Columnas	m ³	74,20	\$ 247,50	\$ 18.364,50
21070	Vigas	m ³	141,48	\$ 206,25	\$ 29.180,25
21080	Losa	m ³	375,92	\$ 265,00	\$ 99.618,80
	HIERRO ESTRUCTURAL				
22010	Acero de refuerzo	Kg	104.851,91	\$ 1,10	\$ 115.337,10
	ALBAÑILERÍA				
	PAREDES				
31010	Contrapisos de hormigón	m ²	653,00	\$ 12,52	\$ 8.175,56
31020	Mampostería bloque 10cm	m ²	1.007,00	\$ 7,50	\$ 7.552,50
31030	Mampostería bloque 15cm	m ²	1.287,00	\$ 8,15	\$ 10.489,05
31040	Mampostería bloque 20cm	m ²	1.830,00	\$ 9,50	\$ 17.385,00
31050	Dinteles de hormigón	Ud	219,00	\$ 5,50	\$ 1.204,50
31060	Cajas de revisión	Ud	41,00	\$ 67,00	\$ 2.747,00
31070	Vereda perimetral	m ²	162,00	\$ 12,31	\$ 1.994,22
31080	Lavandería	Ud	15,00	\$ 120,00	\$ 1.800,00
31090	Sardinel	m	49,00	\$ 17,50	\$ 857,50
31100	Jardinera	m	35,00	\$ 25,00	\$ 875,00
31110	Borde de humedad	m	417,00	\$ 16,00	\$ 6.672,00
	ENLUCIDOS				
32010	Enlucido Vertical interior	m ²	5.023,00	\$ 5,29	\$ 26.571,67
32020	Enlucido Vertical exterior	m ²	2.705,00	\$ 5,56	\$ 15.039,80
32030	Enlucidos horizontales	m ²	1.670,00	\$ 5,29	\$ 8.834,30
32040	Masillado con impermeabilizante	m ²	863,00	\$ 5,14	\$ 4.435,82
32050	Masillado de pisos	m ²	2.049,00	\$ 4,70	\$ 9.630,30
32060	Medias cañas	m	630,00	\$ 3,10	\$ 1.953,00
32070	Alfeizer	m	368,00	\$ 15,62	\$ 5.748,16
32080	Filos	m	630,00	\$ 8,54	\$ 5.380,20

32090	Colocación de cajetines	Ud	1.074,00	\$ 1,10	\$ 1.181,40
32100	Goteros	m	523,00	\$ 9,02	\$ 4.717,46
	REVESTIMIENTOS				
33010	Cerámica en paredes	m ²	521,00	\$ 15,50	\$ 8.075,50
33020	Biselados	m	370,00	\$ 1,90	\$ 703,00
33030	Cerámica en pisos	m ²	245,00	\$ 15,50	\$ 3.797,50
33040	Parquet	m ²	1.362,00	\$ 21,00	\$ 28.602,00
33050	Granito	m	30,00	\$ 160,00	\$ 4.800,00
33060	Grano lavado	m ²	221,04	\$ 10,00	\$ 2.210,40
33070	Barrederas y ángulos de Grano Lavado	m	135,00	\$ 5,00	\$ 675,00
33080	Impermeabilización de cubiertas	m ²	955,00	\$ 5,80	\$ 5.539,00
33090	Impermeabilización de jardineras	m ²	35,00	\$ 5,80	\$ 203,00
	INSTALACIONES SANITARIAS				
41010	Desagües PVC 50mm	Pto	222,00	\$ 12,00	\$ 2.664,00
41020	Desagües PVC 110mm	Pto	144,00	\$ 18,00	\$ 2.592,00
41030	Canalización de PVC 110 mm	m	403,00	\$ 7,85	\$ 3.163,55
41040	Canalización de PVC 160 mm	m	512,00	\$ 10,55	\$ 5.401,60
41050	Drenaje de PVC 50mm	m	359,00	\$ 12,00	\$ 4.308,00
41060	Bajantes aguas servidas PVC 100mm. Unión y codo	m	38,00	\$ 6,70	\$ 254,60
41070	Bajantes aguas lluvias 110 mm. Unión y codo	m	76,00	\$ 6,70	\$ 509,20
41080	Cajas de revisión	ud	36,00	\$ 50,00	\$ 1.800,00
	SISTEMA DE AGUA POTABLE				
51010	Equipo Hidroneumático 5 Hp	Global	1,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00
51020	Salida hidráulica 1/2" (agua fría)	Pto	257,00	\$ 20,00	\$ 5.140,00
51030	Salida hidráulica 1/2" (agua caliente cu)	Pto	123,00	\$ 60,00	\$ 7.380,00
51040	Salida hidráulica 3/4"	Pto	0,00	\$ 25,00	\$ 0,00
51050	Salida hidráulica 1"	Pto	0,00	\$ 40,00	\$ 0,00
51060	Salida hidráulica 1 1/2"	Pto	0,00	\$ 42,00	\$ 0,00
51070	Tubería de 1/2" PVC roscable	m	207,00	\$ 3,10	\$ 641,70

51080	Tubería de 3/4" PVC roscable	m	0,00	\$ 3,80	\$ 0,00
51090	Tubería de 1" PVC roscable	m	0,00	\$ 5,80	\$ 0,00
51100	Tubería de 1 1/2" PVC roscable	m	0,00	\$ 10,00	\$ 0,00
51110	Tubería de cobre 1/2"	m	68,00	\$ 4,00	\$ 272,00
51120	Llave de manguera	Ud	33,00	\$ 20,00	\$ 660,00
51130	Llave de control 1/2"	Ud	85,00	\$ 17,50	\$ 1.487,50
51140	Sistema de agua contra incendio HG 2"	m	30,00	\$ 30,00	\$ 900,00
51150	Medidor	Pto	16,00	\$ 43,80	\$ 700,80
	APARATOS SANITARIOS				
61010	Instalación de inodoros	Ud	54,00	\$ 303,38	\$ 16.382,52
61020	Instalación de inodoros (baño de servicio)	Ud	0,00	\$ 69,52	\$ 0,00
61030	Instalación de lavamanos (baño master y social)	Ud	30,00	\$ 350,84	\$ 10.525,20
61040	Instalación de lavamanos (baño compartido y privados)	Ud	24,00	\$ 242,55	\$ 5.821,20
61050	Instalación de lavamanos (baño de servicio)	Ud	0,00	\$ 35,34	\$ 0,00
61060	Instalación de tinas (baño master)	Ud	0,00	\$ 459,28	\$ 0,00
61070	Instalación de tinas (baño compartido y privados)	Ud	0,00	\$ 344,34	\$ 0,00
61080	Instalación de lavaplatos	Ud	15,00	\$ 305,97	\$ 4.589,55
61090	Instalación de hidromasaje	Ud	0,00	\$ 1.300,00	\$ 0,00
61100	Instalación de calefón	Ud	15,00	\$ 158,68	\$ 2.380,20
61110	Instalación de ducha	Ud	39,00	\$ 112,20	\$ 4.375,80
61120	Instalación de rejillas de piso	Ud	69,00	\$ 6,80	\$ 469,20
61130	Instalación de accesorios de baño	Jgo	45,00	\$ 33,00	\$ 1.485,00
61140	Instalación de accesorios de baño (1/2 juego)	Jgo	9,00	\$ 23,00	\$ 207,00
61150	Instalación de accesorios de baño de servicio	Jgo	0,00	\$ 13,00	\$ 0,00
61160	Instalación de medidor de agua	Ud	16,00	\$ 40,00	\$ 640,00
61170	Lavacopas	Ud	0,00	\$ 90,00	\$ 0,00
61180	Ducha eléctrica	Ud	0,00	\$ 29,61	\$ 0,00
	SISTEMA ELECTRICO Y TELEFONICO				
71010	Acometida TV. (interna)	m	140,00	\$ 2,50	\$ 350,00

71020	Acometida TV. (externa)	m	10,00	\$ 5,00	\$ 50,00
71030	Acometida portero eléctrico	m	290,00	\$ 3,00	\$ 870,00
71040	Acometida eléctrica (externa)	m	10,00	\$ 8,00	\$ 80,00
71050	Acometida eléctrica (interna)	m	140,00	\$ 11,00	\$ 1.540,00
71060	Alimentador eléctrico SSGG	m	10,00	\$ 11,00	\$ 110,00
71070	Alimentador luces de ornamentación	m	140,00	\$ 6,50	\$ 910,00
71080	Alimentador Bombas	m	40,00	\$ 11,00	\$ 440,00
71090	Acometida telefónica	m	140,00	\$ 3,50	\$ 490,00
71100	Alimentador telefónico	m	10,00	\$ 6,50	\$ 65,00
71110	Acometida Andinatel (externa)	m	10,00	\$ 8,00	\$ 2.880,00
71120	Tablero general de medidores	Ud	1,00	\$ 1.150,00	\$ 1.150,00
71130	Tablero portero eléctrico	Ud	1,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
71140	Subtableros de distribución	Pto	17,00	\$ 22,00	\$ 374,00
71150	Caja de conexión 20x20	Ud	30,00	\$ 18,00	\$ 540,00
71160	Caja de conexión 30x30	Ud	15,00	\$ 75,00	\$ 1.125,00
71170	Caja telefónica 60x40	Ud	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
71180	Caja de conexión de 40x40	Ud	15,00	\$ 50,00	\$ 750,00
71190	Conexión en cajas de 60 x 60	Ud	15,00	\$ 15,00	\$ 225,00
71200	Puntos de fuerza polarizados 110V	Pto	376,00	\$ 22,00	\$ 8.272,00
71210	Punto de fuerza manual de garaje	Pto	15,00	\$ 10,00	\$ 150,00
71220	Punto de fuerza extractor de olores	Pto	21,00	\$ 20,00	\$ 420,00
71230	Puntos especiales de puerta de garaje	m	75,00	\$ 3,50	\$ 262,50
71240	Punto coaxial	Pto	76,00	\$ 14,00	\$ 1.064,00
71250	Puntos de luz	Pto	295,00	\$ 22,00	\$ 6.490,00
71260	Puntos de iluminación exterior	Pto	69,00	\$ 22,00	\$ 1.518,00
71270	Puntos de datos	Pto	30,00	\$ 22,00	\$ 660,00
71280	Punto telefónico	Pto	76,00	\$ 22,00	\$ 1.672,00
71290	Punto de timbre	Pto	16,00	\$ 22,00	\$ 352,00
71300	Punto de portero eléctrico	Pto	15,00	\$ 22,00	\$ 330,00

71310	Transformador y conexión de alta tensión	Global	1,00	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
71320	Malla de tierra	Global	1,00	\$ 340,00	\$ 340,00
71330	Línea a tierra	m	15,00	\$ 7,00	\$ 105,00
	ACABADOS				
	PINTURA				
81010	Pintura Interior	m ²	5.023,00	\$ 1,80	\$ 9.041,40
81020	Pintura exterior	m ²	2.705,00	\$ 3,00	\$ 8.115,00
81030	Esmalte en puertas	m ²	70,00	\$ 5,00	\$ 350,00
81040	Esmalte en protecciones	m	50,00	\$ 4,00	\$ 200,00
81050	Pintura sobre grafiado	m ²	2.705,00	\$ 2,20	\$ 5.951,00
81060	Estucado de paredes	m ²	5.023,00	\$ 1,60	\$ 8.036,80
	CARPINTERIA				
82010	Puerta principal	Ud	15,00	\$ 250,00	\$ 3.750,00
82020	Puertas interiores	Ud	159,00	\$ 190,00	\$ 30.210,00
82030	Muebles de cocina	Ud	15,00	\$ 2.800,00	\$ 42.000,00
82040	Muebles de baño	Ud	54,00	\$ 300,00	\$ 16.200,00
82050	Closets	m	110,00	\$ 330,00	\$ 36.300,00
82060	Barrederas de madera	m	1.035,00	\$ 3,60	\$ 3.726,00
82070	Ángulos de gradas	m	832,00	\$ 3,80	\$ 3.161,60
	CERRAJERIA				
83010	Cerradura principal	Ud	15,00	\$ 78,00	\$ 1.170,00
83020	Cerradura dormitorio	Ud	90,00	\$ 21,86	\$ 1.967,40
83030	Cerradura baño	Ud	54,00	\$ 21,11	\$ 1.139,94
83040	Bisagra de Vayven	Ud	15,00	\$ 14,80	\$ 222,00
83050	Pasamanos metálicos (interiores)	m	0,00	\$ 45,00	\$ 0,00
83060	Pasamanos metálicos (exteriores)	m	0,00	\$ 125,00	\$ 0,00
83070	Puertas de hierro	m ²	15,00	\$ 60,00	\$ 900,00
83080	Rejillas de hierro sumideros	m	0,00	\$ 75,00	\$ 0,00
	VENTANERIA				

84010	Ventanas corrediza / vidrio 4mm.	m ²	69,17	\$ 42,00	\$ 2.905,14
84020	Ventanas fijas / vidrio 4mm	m ²	323,00	\$ 39,00	\$ 12.597,00
84030	Ventanas fijas / vidrio 6mm.	m ²	47,00	\$ 46,00	\$ 2.162,00
84040	Puertas batientes	Ud	15,00	\$ 190,00	\$ 2.850,00
84050	Puertas corredizas / vidrio 6mm.	Ud	3,00	\$ 280,00	\$ 840,00
	OBRAS EXTERIORES				
85010	Acera	m ²	60,00	\$ 10,50	\$ 630,00
85020	Cerramientos	m	50,00	\$ 45,00	\$ 2.250,00
85030	Guardianía y conserjería	Global	1,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
85040	Encespado	m ²	100,00	\$ 1,70	\$ 170,00
85050	Plantas (oasis)	Ud	2,00	\$ 120,00	\$ 240,00
85060	Juegos Ecológicos	Ud	1,00	\$ 1.600,00	\$ 1.600,00
	LIMPIEZA DE LA OBRA				
91010	Limpieza de pisos	Global	1,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
91020	Limpieza de vidrios	Global	1,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
91030	Mantenimiento de jardines	Global	1,00	\$ 500,00	\$ 500,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS

\$ 864.142,39

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.5.1. PRESUPUESTO REFERENCIAL CON LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL Y DE CALENTADORES SOLARES

De manera adicional al presupuesto referencial del proyecto se agrego los dos sistemas de desarrollo sustentable desarrollados. De esta manera, el presupuesto referencial del Conjunto Residencial Vayez-Einstein es el siguiente:

TABLA 3.19. PRESUPUESTO REFERENCIAL CON LOS SISTEMAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

Descripción	Precio Total
Costos Directos sin los sistemas (Tabla 3.14)	\$ 864.142,39
Sistema de recolección de agua lluvia (Tabla 3.10)	\$ 8.436,20
Sistema de calentadores solares de agua (Tabla 3.13)	\$ 34.524,00
Total Costos Directos	\$ 907.102,59

Elaboración: Alfredo D. Jácome

3.6. CONCLUSIONES

- Con respecto al sistema de recolección de agua de lluvia y al sistema de calentamiento solar de agua, se debe tener en cuenta que el enfoque futuro a mediano plazo a adoptar por parte de las constructoras y de todas las obras inmobiliarias debe ser el de tener casas edificadas que se “alimenten”, en cierta parte, con fuentes de energía renovables, aumentando así la sustentabilidad de las edificaciones.

Para lograr este objetivo, buscando ser respetuosos con el entorno y sus habitantes, se debe considerar lo siguiente:

- Diseñar un proceso de construcción cuidadoso y planificado que permita ahorrar una considerable cantidad de desperdicios al término de la obra.
- Realizar un diseño arquitectónico sustentable, el cual al cambiar la planificación y disposición arquitectónica permita lograr proyectos bioclimáticos. Así, se debe aprovechar

“las energías pasivas en la casa, como la orientación, la ventilación, el aislamiento térmico, aislamiento acústico, sombreado adecuado, y eficiencia energética. Planificar las ventanas de acuerdo a la orientación y el ingreso de la luz del sol, deberán ser pequeñas de preferencia y con aperturas que podamos controlar el ingreso de la ventilación, deberán estar una frente a otra para permitir controlar el paso del viento y refrescar los ambientes de una manera natural, evitando equipos artificiales, así también se debe tener tragaluces para tener una iluminación directa sin que estos sean muy amplios, pues harían el efecto invernadero, además de penetrar demasiada luz que dañan el mobiliario” (Núñez, Pág.11)

Además evitar colores oscuros en el exterior que no permitan la acumulación de calor, usar focos de bajo consumo, e instalar sensores de movimiento en las zonas de tránsito.

- Considerar el manejo/tratamiento de basura producida mediante reciclaje y de ser posible incorporar “sistemas de tratamiento de aguas grises, aguas negras, mediante filtros y estabilización..., como irrigación o entregar nuevamente a los ríos pero ya no en forma de contaminantes. Producción de compost a

partir de la basura orgánica, para fertilizantes naturales en nuestro jardín o nuestras hortalizas.” (Núñez, Pág.12)

- Se debe recordar que el presupuesto referencial, tendrá errores y será distinto de los costos directos finales del proyecto, ya sea por errores en la medición de las cantidades de obra, determinación de los precios unitarios de los rubros, o por otros inconvenientes como problemas técnicos durante la construcción.