

# ***“EL BOSQUE PEQUEÑO”***

## ***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA RURAL BIOEFICIENTE***

**Ing. Fernando Carlos Raffo**

## INDICE

1- Conceptos Generales_____	Pag. 4
1.1- Ubicación y Contexto_____	Pag .4
1.2- Generalidades_____	Pag. 7
1.3- Servicios_____	Pag .7
2- Materiales_____	Pag. 8
2.1- Criterios de Selección_____	Pag .8
2.1.1- Distancia a la obra_____	Pag. 8
2.1.2- Reuso _____	Pag .8
2.1.3- Reciclado_____	Pag. 9
2.2- Listado de Materiales _____	Pag .9
2.2.1- Suelo calcáreo_____	Pag. 9
2.2.2- Suelo calcáreo consolidado_____	Pag .9
2.2.3- Arena de relleno_____	Pag. 9
2.2.4- Arena limpia _____	Pag .10
2.2.5- Canto rodado_____	Pag. 10
2.2.6- Rollizos de eucaliptos _____	Pag .10
2.2.7- Tablas de eucaliptos_____	Pag. 10
2.2.8- Tablas machimbradas _____	Pag .11
2.2.9- Ladrillos de campo_____	Pag. 11
2.2.10- Adobes _____	Pag .11
2.2.11- Chapas de fibras vegetales_____	Pag. 11
2.2.12- Botellas plásticas PET _____	Pag .11
2.2.13- Membranas plásticas_____	Pag. 12
2.2.14- Cajas de cartón _____	Pag .12
2.2.15- Aberturas_____	Pag. 12
2.2.16- Otros materiales _____	Pag .12
3- Aspectos del Diseño_____	Pag. 13
3.1.- Consideraciones Generales _____	Pag .13
3.2- Factores Condicionantes_____	Pag. 14
3.2.1- Orientación general _____	Pag .14
3.2.2- Ubicación en el predio _____	Pag .14
3.2.3- Galerías _____	Pag .14
3.3- Ventilaciones_____	Pag. 15

3.4- Distribución y Superficie _____	Pag .15
3.5- Consumo de Energía _____	Pag .16
3.5.1- Electricidad _____	Pag. 16
3.5.2- Gas _____	Pag .16
3.5.3- Agua _____	Pag. 16
4- Ecotécnicas _____	Pag. 16
4.1- Aislamiento Térmico _____	Pag .16
4.2- Enfriamiento de Aire _____	Pag. 17
4.3- Iluminación _____	Pag .18
4.4- Agua Caliente _____	Pag. 18
4.5- Calefacción _____	Pag. 19
4.6- Captación de Agua de Lluvia _____	Pag .20
4.7- Tratamiento de efluentes _____	Pag. 20
5- Construcción _____	Pag. 21
5.1- Primera Etapa _____	Pag .21
5.2- Segunda Etapa _____	Pag. 25
5.3- Tercera Etapa _____	Pag .28
6- Herramientas _____	Pag. 29
6.1- Generalidades _____	Pag .29
6.2- Herramientas de Mano _____	Pag. 29
6.3- Herramientas Eléctricas _____	Pag .30
7- Mano de Obra _____	Pag. 30
7.1- Generalidades _____	Pag .30
8- Aspectos Sociales _____	Pag. 30
9- Planos _____	Pag .32
9.1- Planta general _____	Pag .32
9.2- Dimensiones _____	Pag. 33
9.3- Corte _____	Pag .34
9.4- Detalle techo _____	Pag. 35
9.5- Detalle paredes _____	Pag .36
Fernando Carlos Raffo, currículum _____	Pag. 37

## 1. CONCEPTOS GENERALES

El concepto integrador elegido como guía en este proyecto fue el de la “**Bioeficiencia**”, que abarco criterios y conceptos tales como la arquitectura bioclimática, la utilización de ecotécnicas, la racionalización del uso de energía, el reuso de materiales, la revalorización de los recursos regionales, la autosuficiencia, la sustentabilidad, el cuidado del medio ambiente y el desarrollo local entre otros.

### 1.1 Ubicación y Contexto

El Proyecto se halla ubicado en la localidad rural de Colonia Hugues en el sur del Departamento Colon, a 15 Km. de la Ciudad de Colon (25.000 habitantes) y a 30 Km de la Ciudad de Concepción del Uruguay (90.000 habitantes). Jurisdiccionalmente depende del ejido Colón, actualmente sé esta gestionando la creación de una Junta de Gobierno. El núcleo poblacional se halla ubicado a 1 Km. al este de la Ruta Nacional 14 y cuenta con una población de 200 habitantes, en el que hay una escuela primaria, una subcomisaria, una iglesia católica, casilla telefónica, un club de fútbol que participa en el torneo rural (Hugues futbol club), una radio de frecuencia modulada, servicios varios como almacenes y carnicerías. La principal atracción turística es una venta de antigüedades.

La actividad económica con más peso es la avicultura, por lo que existen varios galpones de pollos en las cercanías, además de otras actividades de tipo agrícola como cría de animales vacunos y forestación.

La Colonia se funda a instancias de Luis Hugues quien dono las tierras en 1871 para que se conforme una colonia rural con una planta urbana definida que tiene 50 manzanas distribuidas en forma rectangular (5x10). Hoy en día se mantiene el trazado de dicha planta urbana cuyas calles tienen nombres, según catastro provincial, pero muchas de las cuales nunca fueron abiertas dado que se produjo en el siglo pasado un proceso de emigración de la población rural a las zonas urbanas, básicamente a la ciudad de Colon.



*Vista Satelital de Colonia Hughes*

El proyecto se está ejecutando sobre un predio de 2 hectáreas, linderas a la traza del pueblo. La vegetación de este sector corresponde al bosque semixerófilo (árboles con espinas) y arbustos característicos de la región del espinal entrerriano. Los árboles que se encuentran con mas abundancia son espinillos, ñandubay, talas, molles, cina cina y coronillos acompañados de arbustos como las chilcas y carquejas.



*Vista General*



*Tutiá*



*Tacuarita azul*

La avifuna registra más de 100 especies entre las que se pueden observar a cardenales, calandrias, jilgueros, carpinteros y tacuaritas azules entre otros, que anidan en el predio. La variedad de insectos es muy grande, encontrándose la mayoría de las mariposas más comunes de la zona. Dentro de los mamíferos, que son los más difíciles de ver,



*Chicharra*



*Cardenal*

se encuentran zorrinos, zorros, comadrejas, liebres y gatos monteses. Los reptiles más frecuentes son los lagartos overos y las culebras.

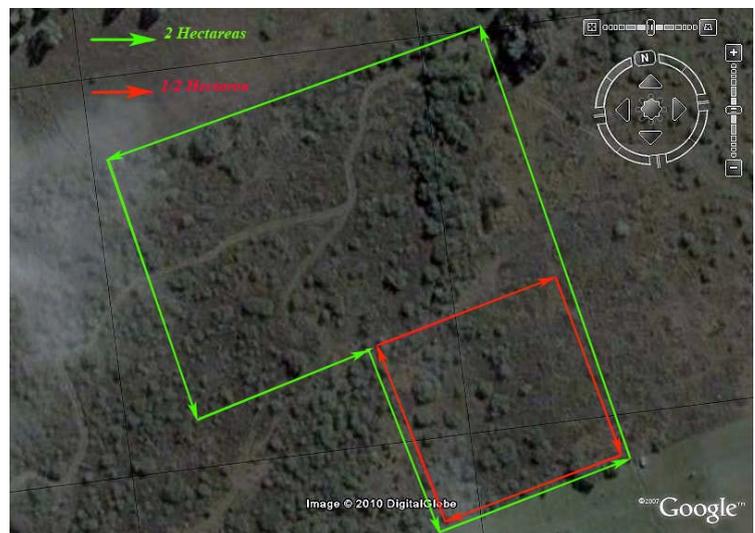
## 1.2 Generalidades

La ubicación de la vivienda familiar se basa en el desarrollo de un proyecto por etapas, que contempla en una primera fase el desarrollo de una superficie de  $\frac{1}{2}$  hectárea en la que se construirán una vivienda familiar, un galpón multipropósito, un estanque para baño y una huerta familiar orgánica.

Se eligió para el diseño de las estructuras la integración al ambiente circundante, teniendo en cuenta la vegetación existente para minimizar la cantidad de ejemplares a remover, las pendientes naturales y escorrentías superficiales del terreno para reducir los movimientos de suelos y la estética en general para que las edificaciones no contrasten con la vegetación.



*Vista del predio, previo a la construcción de la vivienda*



## 1.3 Servicios

La energía eléctrica es suministrada por una cooperativa de la región y el pedido de conexión es un trámite sencillo. La comunidad no cuenta con servicio de agua potable ni cloacas. El agua se suministra a través de una perforación en el predio de 23 metros (segunda napa), que tiene un caudal adecuado para las necesidades de uso familiar y una excelente calidad en cuanto a ausencia de contaminación microbiológica.



*Distribución de estructuras de la primera etapa*

## 2. MATERIALES

### 2.1 Criterios de Selección

La elección de los materiales tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

**2.1.1 Distancia a la obra:** se eligieron materiales que se encuentren o se fabriquen en empresas locales a no más de 30 km. de distancia, favoreciendo de esta manera la producción local, reduciendo por otra parte el transporte innecesario desde grandes distancias y por ende el consumo de energía.

**2.1.2 Reuso:** Se priorizaron materiales que hallan cumplido su vida útil o sean el desecho de alguna actividad, cuyo destino de no ser reutilizados sea la disposición en un basurero o vertedero a cielo abierto \* con todos los problemas y costos que esto trae aparejado o que generan un pasivo ambiental.

\* Esta es la disposición más habitual en la Provincia

**2.1.3 Reciclado:** se buscaron materiales que hallan incorporado en sus procesos productivos elementos recuperados o residuos de otras actividades.

Sobre la base de estos aspectos los materiales elegidos fueron:

## 2.2 Listado de Materiales

### 2.2.1 Suelo calcáreo o broza

Material muy utilizado en la región en la consolidación de caminos vecinales y como parte del paquete estructural de rutas de importancia. Se lo consigue con facilidad en canteras de la región.

**Distancia a la obra: 23 Km.**



### 2.2.2 Suelo calcáreo consolidado

Igual al anterior pero en forma de bochas o piedra, su utilización en la construcción es menos frecuente ya que comercialmente no es tan requerida.

**Distancia a la obra: 23 Km.**



### 2.2.3 Arena de relleno

Material sobrante del lavado de canto rodados en el río Uruguay, cuya utilización se limita al relleno de terrenos bajos.

**Distancia a la obra: 20 Km.**

**Pasivo Ambiental**



### 2.2.4 Arena limpia

Similar a la anterior pero sin contenido de arcilla, lo que requiere un proceso adicional de lavado en tamices, se la consigue en distintas granulometrías según su aplicación en la construcción.

**Distancia a la obra: 20 Km.**



### 2.2.5 Canto rodado

Provenientes de canteras ubicadas a la vera del río Uruguay, muy utilizado en la construcción tradicional, se la consigue en distintas granulometrías.

**Distancia a la obra: 15 Km.**



### 2.2.6 Rollizos de eucaliptos

Provenientes de forestaciones de la región, se los consigue en aserraderos en distintas medidas, o bien directamente en las plantaciones.

**Distancia a la obra: 18 Km.**



### 2.2.7 Tablas de eucaliptos

Provenientes de aserraderos locales que las cortan en distintas secciones comerciales.

**Distancia a la obra: 15 Km.**



### 2.2.8 Tablas machimbradas

Provenientes de aserraderos locales, utilizadas para revestimientos, en este caso para pisos y terminaciones.

**Distancia a la obra: 15 Km.**



### 2.2.9 Ladrillos de campo

Material tradicional de construcción obtenido a partir del horneado de una mezcla de suelos preparados en moldes, se consiguen en ladrilleras locales.

**Distancia a la obra: 11 Km.**



### 2.2.10 Adobes

Igual al anterior, pero sin el proceso de horneado, se lo prepara en obra con suelo sobrante de las fundaciones y arena de relleno. Su elaboración es de baja complejidad.

**Distancia a la obra: 0 Km.**



### 2.2.11 Chapas de fibras vegetales

Fabricadas a partir de un proceso que utiliza como materia prima al cartón usado y una mezcla bituminosa. En la región hay varias plantas que compran la materia prima a acopiadores locales.

**Distancia a la obra: 25 Km.**

**Reciclado**



### 2.2.12 Botellas plásticas PET

Provenientes de los residuos urbanos, en la región existen acopiadores locales que las venden a plantas de triturado para obtener chips que vuelven al ciclo productivo.

**Distancia a la obra: 15 Km.**

**Reuso**



### 2.2.13 Membranas plásticas o silo bolsas

Material proveniente del ensilado de granos de la actividad agrícola, una vez utilizados se pueden adquirir vía productores locales u acopiadores.

**Distancia a la obra: 25 Km.**

**Reuso**



### 2.2.14 Cajas de cartón tetra brick

Material proveniente de los residuos urbanos que puede conseguirse a través de una campaña entre familiares o amigos, como en este caso o bien en acopiadores locales.

**Distancia a la obra: 15 Km.**

**Reuso**



### 2.2.15 Aberturas

Material proveniente de demoliciones o refacciones de viejas viviendas que se consiguen a precios convenientes en desarmaderos locales.

**Distancia a la obra: 18 Km.**

**Reuso y Reciclado**



### 2.2.16 Otros materiales

Se utilizaron además insumos tradicionales que se adquirieron en ferreterías comerciales de la zona, tales como cemento, cal, clavos, alambre, tornillos, pinturas, electricidad, caños sanitarios, juego de baño, revestimientos, etc.

### 3. ASPECTOS DEL DISEÑO

#### 3.1 Consideraciones Generales

Para el diseño de esta vivienda se buscaron antecedentes en la tipología constructiva de la región previa a la imposición de materiales y tecnologías modernas como el ladrillo hueco y los aires acondicionados. Esto se basa en la observación de como los antiguos pobladores de la región habían encontrado soluciones adecuadas a los problemas que planteaba la construcción de sus viviendas tales como el diseño, resistencia, salubridad y confort, utilizando los materiales locales. Muchas de las viviendas rurales construidas en el siglo XIX hoy están en pie y en condiciones de seguir siendo habitadas. Es muy interesante ver como explotaron al máximo las propiedades de las piedras de la región para las cimentaciones y la especialización en la construcción de ladrillos y fibras vegetales, ya que para esa época no resultaba económico ni practico traer los materiales por barco que era la forma de vinculación con los grandes centros urbanos hasta bien entrado el siglo XX.



*Establecimiento Colonia Hughes. Dpto. Colon*



*Ruinas Viejo Molino Arroyo Urquiza Dpto. Colon*



*Cimentación de piedras*



*Cielorraso de juncos*

### **3.2 Factores Condicionantes Para el Diseño de la Vivienda Rural Bioeficiente**

Los factores condicionantes de diseño para lograr un buen balance en la arquitectura bioclimática, tomando en cuenta las características geográficas del sitio de construcción de la vivienda son: que pueda dar respuestas eficientes de aislamiento a las altas temperaturas reinantes en los meses de verano y que contemple la ocurrencia de precipitaciones abundantes, con más de 1200 mm anuales.

Para esto se implementaron las siguientes medidas:

#### **3.2.1 Orientación general**

Se partió de un eje de diseño Norte-Sur, orientación que permite captar los vientos predominantes, que en la región proviene del sector noreste para la adecuada ventilación y proteger de la radiación solar permanente al techo de dos aguas. Para reforzar esta idea el estanque para baño se construirá al norte de la vivienda al igual que una glorieta para que actúen como enfriadores de los vientos, previo al ingreso a la misma.

#### **3.2.2 Ubicación en el predio**

Se ubico a la vivienda en un claro entre los árboles, aprovechando la condición de contar con arbolado existente, buscando la protección de las inclemencias del tiempo, sobre todo la exposición a los rayos solares y a los vientos

#### **3.2.3 Galerías**

La casa posee galerías en todo su contorno, las más importantes en tamaño son las del norte y la del oeste, justamente buscando proteger a los muros en el verano de los rayos solares. También aportan una superficie importante cuando llueve, sobre todo como espacio extra de juego para los niños y son un símbolo en la arquitectura de las viviendas rurales.



### 3.3 Ventilaciones

La base de todo el sistema de ventilación son dos ventanas situadas en los extremos norte y sur sobre el eje de la viga principal y que actúan como inductores para que los vientos predominantes (noreste) ingresen a la vivienda y disipen el aire caliente proveniente de las habitaciones y del salón por convección natural. La entrada de aire fresco se logra a través de las ventanas que están ubicadas desde 30 cm del nivel del piso, pasando desde las habitaciones por una celosía ubicada en la viga longitudinal.

Los pisos elevados de madera cuentan con una cámara de aire por donde se establece una circulación natural desde el exterior pasando por las dos habitaciones y la biblioteca a los fines de mantener el aislamiento adecuada y secar el exceso de humedad.

En la cámara de aire del techo por entre los fardos de botellas se diseño una ventilación que toma aire fresco desde las galerías y a medida que se va calentando disipa al aire caliente por dos salidas conectadas a una tubería longitudinal en el norte y en el sur optimizadas con forzadores eólicos.



*Ventilación a través de la viga de fundación*



*Barrera contra insectos*

### 3.4 Distribución y Superficie

Las habitaciones se dispusieron al este, el salón y la cocina al oeste, el baño al sur y el lavadero al sur oeste a los fines de aprovechar al máximo la luz solar de acuerdo al uso de cada espacio a lo largo del día en la vivienda. También se aprovecho la posibilidad de cerrar la galería oeste para crear una entrada de servicios y el comedor o cocina campera, pensada como el lugar de reunión de la familia.

Las superficie de la vivienda es de 145 m<sup>2</sup>, de los cuales 90 m<sup>2</sup> corresponden a una superficie cubierta y 55 m<sup>2</sup> a una superficie semicubierta (galerías). Ver planos (punto 9).

### **3.5 Consumo de Energía**

**3.5.1 Electricidad:** la casa esta diseñada para no utilizar sistema eléctrico de refrigeración de aire, y aprovechar al máximo la luz solar, por lo que el consumo eléctrico más importante van a ser electrodomésticos tales como heladeras, freezer, ventiladores y computadora. Todas las luminarias son de alto rendimiento y las lámparas de bajo consumo. La instalación eléctrica esta prevista para adosar un sistema en paralelo de luminarias a 12 volt con leds generado por intermedio de un aerogenerador con baterías para una segunda etapa.

**3.5.2 Gas:** esta previsto la instalación de un pequeño anafe de 2 hornallas que va a funcionar a gas envasado de garrafa, ya que para el horno se va a suplir con una cocina económica y un horno de barro, ambos a leña que es un elemento abundante en el predio y para el agua caliente se va a utilizar un sistema mixto: solar y biomasa. La calefacción también va a funcionar a leña.

En una segunda etapa se contempla la construcción de un biodigestor para el suministro de Gas para satisfacer las necesidades básicas de la familia. El cual se producirá por la biodigestión anaeróbica de los desechos orgánicos de los animales de la granja propia (ovejas y gallinas) más los restos de residuos domiciliarios y podas.

**3.5.3 Agua:** se va a racionalizar el consumo de agua por medio de la reutilización del agua de lluvia que se captara en una cisterna para su uso en el inodoro y el lavadero, todos las canillas van a contar con ahorradores, por lo que se estima que la dotación diaria va a ser inferior a la establecida como parámetro de calculo para uso residencial en la bibliografía de 200 litros día por persona por día.

## **4. ECOTECNICAS UTILIZADAS**

### **4.1 Aislamiento Térmico**

Tanto los muros como el techo son de 40 cm de espesor, el aislamiento se optimiza mediante la incorporación en los muros de unas 1000 botellas plásticas y en los techos mas de 200 fardos de 70 a 80 botellas plásticas de distintas capacidades y envases de cartón que suman unas 20.000 unidades, lo que asegura un correcto aislamiento.



Techos



Muros

#### 4.2 Enfriamiento del Aire

Se excavó en forma conjunta a las cimentaciones una tubería de 20 metros de largo a 1 metro de profundidad con forma parabólica, de 0.2 x 0.7 m de sección rectangular formada por ladrillos huecos que tienen un efecto de radiador para enfriar el aire gracias a los huecos que conforman su estructura. La toma de aire se encuentra al sur de la vivienda y la salida se hace en el tabique divisorio de las habitaciones. El aire se fuerza con un extractor que es distribuido por medio de esclusas en la parte alta de las habitaciones. Este sistema reduce la temperatura del aire exterior con un costo energético reducido, ya que a 1 metro de profundidad la temperatura del suelo se mantiene constante todo el año alrededor de los 15°.



Excavación de la tubería



Ingreso desde el sur



Detalle de la sección del tubo

### 4.3 Iluminación

Se busca aprovechar al máximo la luz solar, por lo que se tuvo en cuenta la diferencia de la declinación del sol entre invierno y verano, para que en invierno los rayos solares penetren en los distintos ambientes y en el verano puedan ser interceptados por los aleros, En el ala oeste del techo se construyeron 4 claraboyas de 1 m<sup>2</sup> cada una montadas sobre una estructura de madera con una cubierta de vidrio para dejar pasar la luz al salón, cocina y baño. Por la viga central se alineo una abertura de vidrio para iluminar las habitaciones por la tarde.



*Vista desde la habitacion de la abertura en la viga central*

### 4.4 Agua Caliente

Se va a utilizar un sistema mixto, consistente en un precalentador solar de bajo costo, materializado por una serpentina de caño negro aislada con botellas plásticas que están ubicadas en el techo, conectadas a la bajada de agua caliente y luego a un deposito intermediario aislado en la galería sur que abastecerá un calefón a leña comercial. Para los meses de verano se espera utilizar solamente el precalentador solar. Para obtener un mayor rendimiento del precalentador, las chapas sobre el cual se colocara se dejaron de color negro.

#### 4.5 Calefacción

Se utilizara una estufa central a leña de alto rendimiento construida a partir del reciclado de un tambor de acero galvanizado que va a calentar el salón y una habitación por conducción, mientras que la otra habitación va a recibir aire caliente por debajo del piso gracias a una cañería conectada a un forzador. Este aire se calienta por contacto con la cámara de combustión, pero nunca se mezcla con los gases de la misma. Para la cocina y galería se va aprovechar el calor producido por la cocina a leña.

Para el baño se conectara un intercambiador desde el lavadero en donde se instala el calefón a leña. Todos estos elementos funcionan a biomasa disponible en el lugar (leña de alto poder calorífico) en cantidades suficientes a lo largo del año y que no exigen la tala de árboles, solo con el desgaje y limpieza de los ejemplares existentes en el predio se asegura el abastecimiento familiar ( 2 adultos y 2 menores).



*Construcción de la estufa central*

#### 4.6 Captación de agua de lluvia

Los techos están conectados a un sistema de conducciones que llevan al agua de lluvia a una cisterna con capacidad superior a los 10000 litros, previo paso por un filtro de grava para retener impurezas. Esta agua es bombeada a un tanque de 300 litros que abastece el agua utilizada en el inodoro, el lavadero y cuando halla exceso la huerta orgánica, reduciendo de esta forma el consumo de agua de la vivienda. Anualmente con la superficie cubierta de la vivienda (140 m<sup>2</sup>) se pueden llegar a acumular mas des 150.000 litros de precipitaciones al año. El consumo mensual solo en el inodoro tomando una dotación de 20 litros en él deposito y 10 usos por día son de 6000 litros.

#### 4.7 Tratamiento de Efluentes

Se construyo un sistema de biofiltro de régimen subsuperficial de flujo horizontal que se integra perfectamente al entorno por su terminación, consistente en una cámara séptica compartimentada (tratamiento primario), seguido del biofiltro materializado por una matriz de áridos, impermeabilizado con una



*Vista de la construcción del Biofiltro*

membrana plástica en el cual se cultivan plantas palustres (sistema secundario) y una disposición final en un campo de infiltración para un cultivo de bambú (sistema terciario) que recolecta todos los efluentes generados en la vivienda desde el sanitario, cocina y lavadero. En el tratamiento primario se realiza una descomposición anaeróbica, en el cual se retienen los sólidos. En el tratamiento secundario se produce una combinación de un tratamiento mecánico de filtrado por el pasaje del efluente a través de una matriz de áridos de distinta granulometría combinado de un proceso aeróbico que se realiza a través de las bacterias que respiran a través de las raíces de plantas palustres, que además retienen nutrientes como el fósforo y el nitrógeno. En el sistema terciario se produce la infiltración al suelo del agua ya tratada aprovechándose para regar un cultivo de bambú \* que es utilizado como materia prima para distintas construcciones en el proyecto.

\* Sé priorizará la utilización de una especie nativa

## 5. CONSTRUCCION

Generalidades: la construcción de la vivienda se planteo en tres etapas consecutivas a saber:

- Primera etapa: cimentaciones, estructura y techado provisorio
- Segunda etapa, muros exteriores y techado definitivo
- Tercer etapa, muros interiores, pisos, instalaciones y terminaciones.

### 5.1 Primera Etapa

Para la excavación de los cimientos se contrato una retroexcavadora que realizo las zanjas según el replanteo a 1 metro de profundidad del terreno natural. La nivelación del fondo se realizó con la arena de relleno compactada sobre la cual se materializo una zapata corrida consistente en una tercera parte de rocas calcáreas y dos terceras partes de un mortero, consistente en una mezcla de broza, arena y cemento. Las dimensiones de la zapata corrida fueron 0.60 x 0.60 metros. Las ventajas de este tipo de fundación son que distribuyen la tensión al suelo en forma uniforme teniendo en cuenta las propiedades del mismo que mayormente es arcilloso y el ahorro económico del material en comparación con otras técnicas constructivas.



*Excavación de cimientos y replanteo*



*Nivelación de fondo de zapata*

Sobre la zapata corrida se construyo una capa aisladora de 2 cm de espesor de un mortero de cemento, arena e hidrófugo, sobre el cual se dispuso una viga de hormigón armado tradicional sobre la cual se fijaron los insertos metálicos que sirvieron de sostén a la estructura de madera.



1. Construcción de la zapata corrida

La viga se construyó con un encofrado de ladrillos de campo que luego fue impermeabilizado por fuera y por dentro, obteniéndose de esta forma una doble capa aisladora contra la humedad. Seguidamente se construyeron los contrapisos de las galerías y las cimentaciones de las columnas exteriores con la misma técnica utilizada para la zapata corrida, a los fines de obtener la mayor superficie cubierta posible. Provisoriamente, sobre los contrapisos de las galerías y pisos interiores de la vivienda se realizó una carpeta de cemento y arena para asegurar la resistencia al desgaste y hacerla transitable.



2. Zapata corrida terminada



3. Capa aisladora



5. Viga de encadenado terminada y aislada



4. Comienzo de viga de encadenado



6. Construcción del contrapiso



7. Galería Norte



8. Vista General



9. Viga Central

La estructura se construyó con rollizos de eucalipto fijados a los insertos en la viga de encadenado a través de tornillos. Las uniones se hicieron con clavos y se reforzaron con riendas de alambres. Para el aserrado de los troncos se utilizó una motosierra. Salvo las columnas exteriores, a los cuales se les dio un preservante sobre la base de una solución de aceite de linaza y biodiesel, los interiores no tienen ningún tratamiento ya que no está en contacto con las inclemencias del tiempo. Sobre las vigas de techo se dispuso un entablonado para sostén del techo provisorio.



10. Galerías



11. Entablado



12. Superficie lista para colocar barrera de vapor

El techado provisorio se materializó a través de una membrana plástica de silo bolsa que cubrió no solo el techo si no también el sector sur y el norte para minimizar el ingreso de agua de lluvia, además de funcionar como barrera de vapor en el paquete estructural del techo.

Con esta etapa finalizada se logro disponer los materiales y protegerlos de la lluvia y la humedad (adobes, aberturas, herramientas de trabajo, además de posibilitar el comienzo de la segunda etapa sin necesidad de estar pendientes de las condiciones climáticas.

Cabe destacar que esta forma de trabajo consistente en comenzar por el techo (que era soportado por una estructura provisoria hasta que se construían los muros definitivos de piedra), fue muy utilizada por los jesuitas en los siglos 16 y 17 en la construcción de sus misiones a lo largo del litoral argentino brasileño.



13. Vista del techado parcial



14. Cobertura total de la estructura

## 5.2 Segunda Etapa:

Los muros exteriores se construyeron utilizando encofrados metálicos contruidos sobre la base del reciclado de cañerías de un molino arrocero. Los muros tienen 40 cm de espesor y en su parte central se dispusieron botellas plásticas fijadas a las columnas por medio de alambres y clavos. El mortero fue similar al utilizado para las cimentaciones. A los fines de evitar la natural retracción del material se dispusieron juntas verticales cada dos metros. Una vez terminada su formación se tomó desde el lado exterior con un mortero de cemento y arena y desde el lado interior con un tapajuntas de madera.

Aprovechando el espesor de los muros y el sistema constructivo se dispusieron muebles multipropósito para aprovechar al máximo los espacios interiores. Dichos muebles se construyeron con tablas cepilladas en obra y se protegieron con una membrana plástica del lado en contacto con el mortero de suelo broza.



1. Preparación de encofrados



2. Llenado a pala



3. Junta

En forma conjunta a la construcción de los muros exteriores se dispuso la instalación eléctrica consistente en caños y cajas plásticas que quedaron intramuros. También se realizaron muros interiores de adobe para darle continuidad a las uniones. El revoque fino fue realizado a la cal aprovechando la humedad del muro, para disminuir las retracciones.

Para fijar las aberturas se dispuso de un premarco de madera de eucalipto de distintas secciones según su uso, que quedó empotrado al muro.



4. Vista del mueble empotrado



5. Desmolde y armado



6. Revoque interior y premarcos

El techo definitivo comienza a construirse con una estructura de madera, formando un reticulado de 0.60 x 1.00 m los que se rellenan con los fardos previamente preparados que tienen aproximadamente unas 70 botellas llenas con aire con sus respectivas tapas.



7. Preparación de los fardos

Luego de esto se cubren las botellas con una membrana plástica sobre la cual se colocan las tablas clavadoras para las chapas. Antes de realizar la clavadura se sellan los espacios con un mortero preparado con suelo natural, arena y cemento, que sirve para nivelar y dar un apoyo parejo a las chapas, luego de lo cual se vuelve a cubrir el techo con otra membrana. Cuando el espacio para rellenar es muy grande se utilizan también botellas aplastadas que no pudieron ser recuperadas para armar los fardos. Las chapas de cartón se pintan con una pintura al agua para reducir el efecto del calor como acumulador, ya que viene de fabrica en color negro.



8. Armado estructura reticulada



9. Llenado con fardos y botellas aplastadas



11. Llenado con mortero de suelo



10. Primera membrana



13. Chapas pintadas



12. Segunda membrana

### 5.3 Tercer Etapa

Las terminaciones de una vivienda rural bioeficiente brindan múltiples posibilidades de diseño a nivel estético, habiéndose elegido para este caso un estilo rustico que muestre a los materiales elegidos como lo que son.

**Habitaciones:** los muros están pintados a la cal de color blanco, tanto los interiores de adobes, como los exteriores de suelo broza. Las estructuras de maderas se tiñeron con una mezcla de cera de abejas diluida con aguarrás y betún de Judea lo que le dio un color marrón. El cielorraso se materializo con una cortina de juncos y los cerramientos de la viga central con madera machimbrada, ambos se dejaron con su color natural. Las aberturas exteriores se pintaron de color verde guajira y las interiores quedaron con su color natural (cedro). Los contramarcos de madera de las



1. Cielorraso de junco



Abertura exterior

aberturas al igual que los zócalos y terminaciones de los muebles empotrados se tiñeron de marrón. El piso se plastificó con una pintura transparente.

**Baño:** se utilizaron revestimientos cerámicos para las paredes y el piso combinados con revoques finos pintados a la cal. Predominaron los colores azules y blancos. El cielorraso es de madera machimbrada



3. Revestimiento cocina

**Cocina:** se utilizó revestimientos cerámicos en colores verdes y blanco mate combinado. Los pisos se materializaron con cemento alisado color verde. El cielorraso es de junco similar al de la habitación. Los muebles de madera se dejaron de color natural. Actualmente se finalizó uno de los dormitorios y se está terminando el baño y la cocina.

## 6 HERRAMIENTAS

**6.1 Generalidades:** Las herramientas utilizadas para realizar la construcción de esta vivienda son muy sencillas, pudiéndose adquirir en cualquier ferretería o tienda de materiales. A los fines de facilitar el trabajo se adquirieron algunas herramientas eléctricas.

### 6.2 Herramientas de Mano:

Martillo, nivel de mano, hachuela, palas, baldes, cuchara de albañil, llana, pinzas y tenazas.



### 6.3 Herramientas Eléctricas

Hormigonera eléctrica de 130 litros, motosierra, amoladora, taladro y cepilladora.



## 7 MANO DE OBRA

**7.1 Generalidades:** para realizar este trabajo se necesita capacitar al personal y contar con un oficial albañil que conozca el oficio y tenga la versatilidad y la capacidad de adaptación para aprender nuevas técnicas.

El equipo adecuado para una vivienda de uno 100 metros cuadrados puede conformarse con un oficial y dos ayudantes.

## 8. ASPECTOS SOCIALES

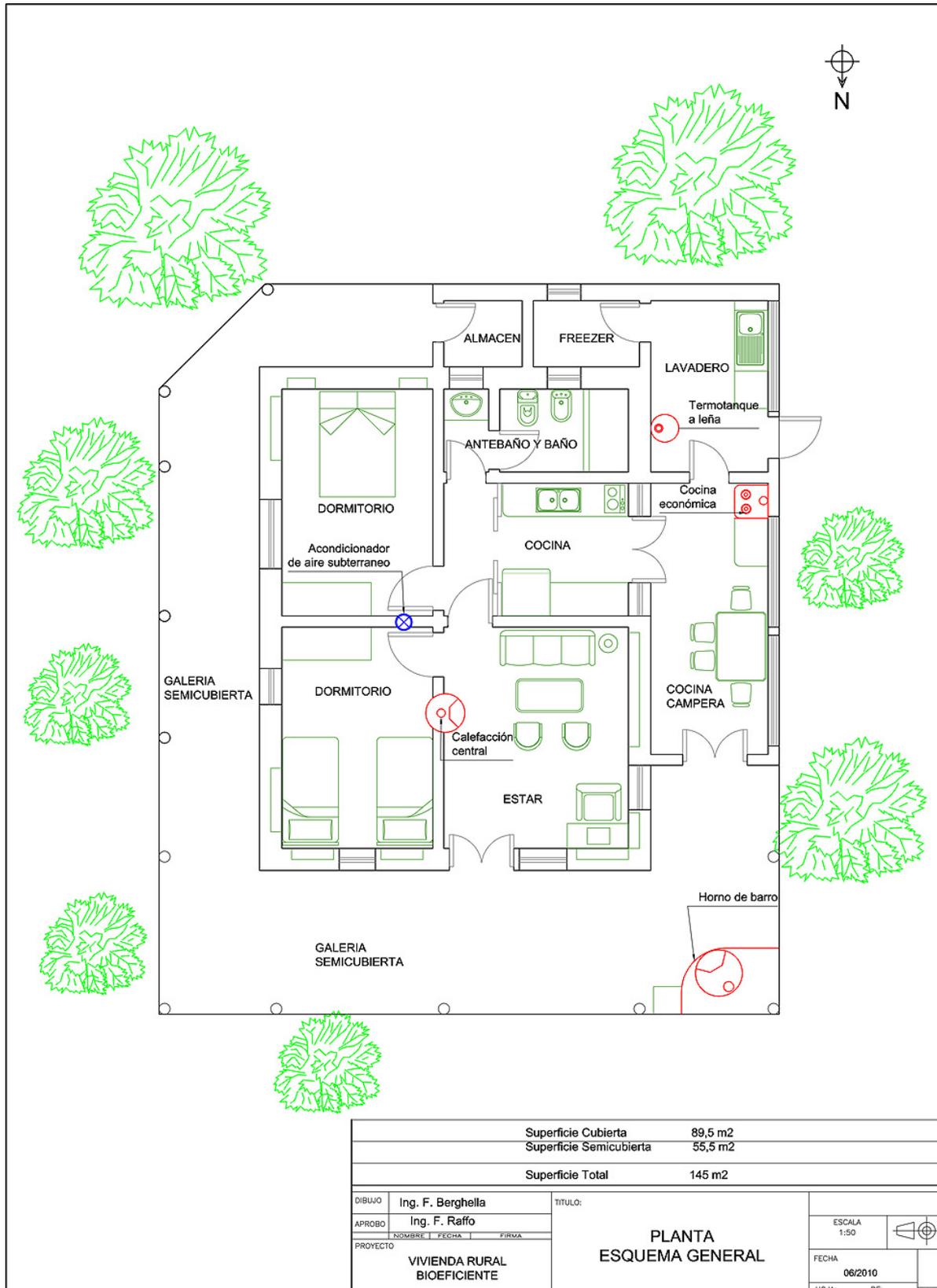
Con los datos relevados hasta el momento en el proceso de construcción de esta vivienda Bioeficiente, estamos en condiciones de saber que el costo de construcción por metro cuadrado comparado con el precio de mercado para viviendas tradicionales en la región, es sensiblemente menor a este, además en la composición del costo, la mano de obra representa el 60% para la vivienda Bioeficiente, mientras que en la construcción tradicional es de un 50%, por lo que puede ser una opción válida para mitigar los efectos de la desocupación o subocupación.

De más esta decir que evaluando parámetros de sustentabilidad para la construcción y operación de esta vivienda, también tiene ventajas significativas en cuanto a la construcción tradicional.

El desafío está ahora en adaptar y mejorar el método constructivo y las prestaciones de los materiales a los fines de lograr la estandarización en pos de la reducción de costos y la eficiencia del sistema.

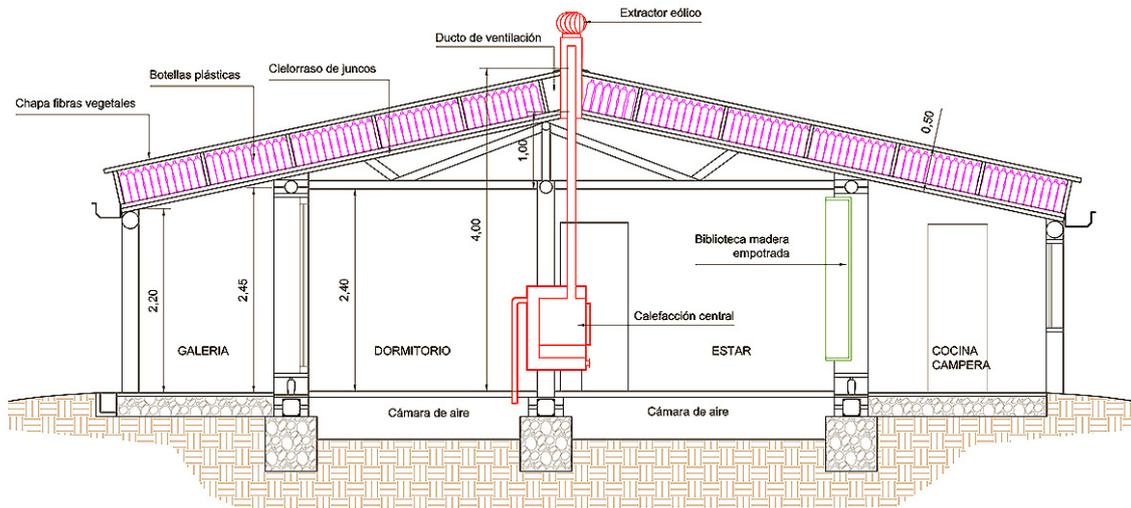
La construcción de este tipo de viviendas de interés social se adapta perfectamente a la conformación de cooperativas que pueden estar asociadas a escuelas de oficios y priorizar el desarrollo de pequeñas comunas rurales favoreciendo a la descentralización.

**9.PLANOS**  
**9.1 Planta General**



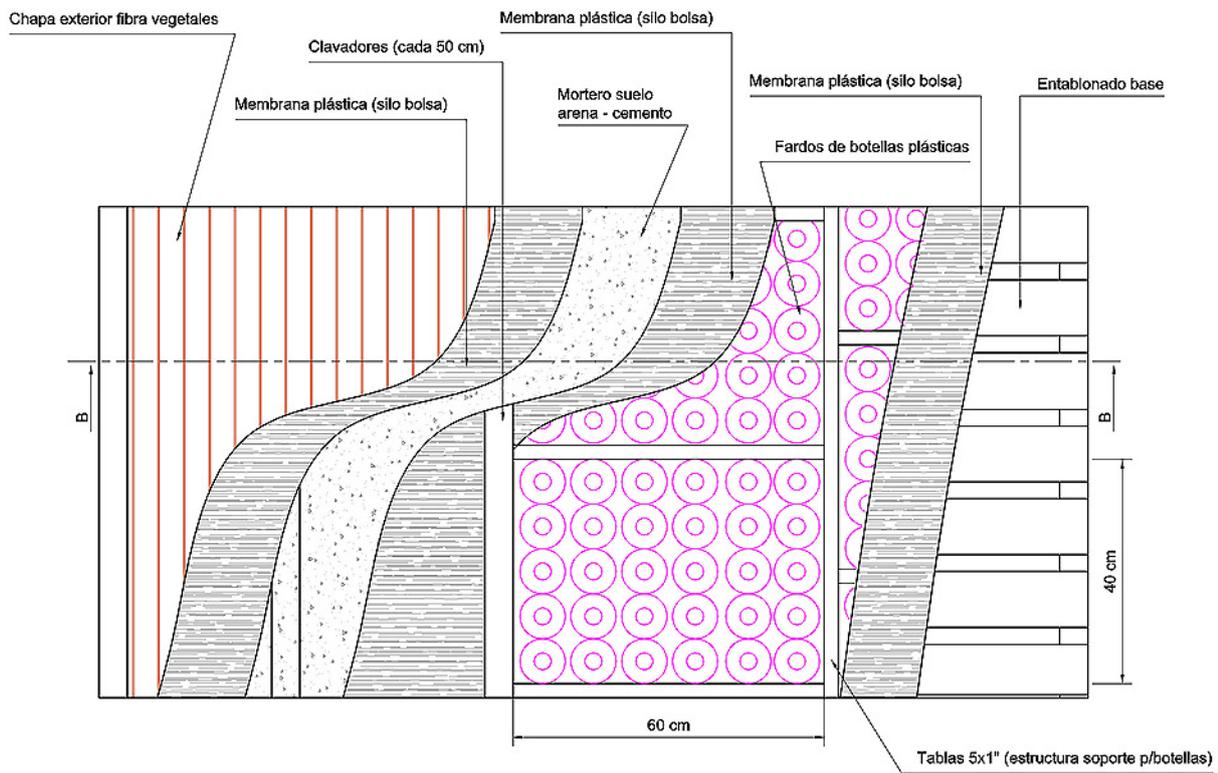


### 9.3 Corte

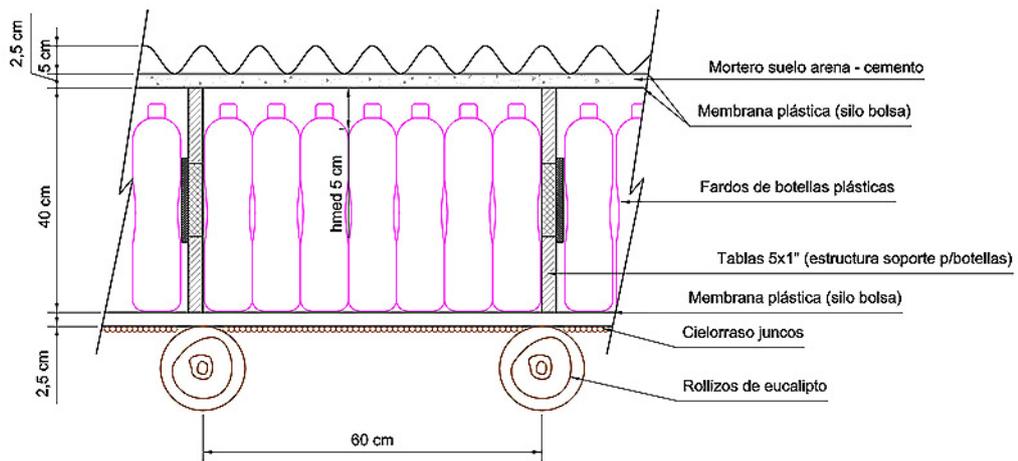


DIBUJO	Ing. F. Berghella	TITULO:	CORTE A-A	ESCALAS	
APROBADO	Ing. F. Raffo	PROYECTO		FECHA	06/2010
VIVIENDA RURAL BIOEFICIENTE		HOUAR		DEL	REDA

### 9.4 Detalle Techo



Detalle vista en planta armado de techo



Corte B-B

DIBUJO	Ing. F. Berghella	TITULO:	
APROBO	Ing. F. Raffo		
	NOMBRE   FECHA   FIRMA		
PROYECTO	VIVIENDA RURAL BIOEFICIENTE	DETALLE DE TECHO	ESCALA
			FECHA 06/2010
			HOJA: DE: REV:



## **FERNANDO CARLOS RAFFO**

**EDAD:** 38 Años

### **Formación**

- **Ingeniero en Construcciones**, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, 2001.
- **Ingeniero Civil**, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, 2001.
- **Especialista en Ingeniería Ambiental**, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, 2009.

### **PERFIL PROFESIONAL**

Gestor Ambiental

### **Actividades Profesionales Antecedentes**

1. **Educador Ambiental, desde el año 2002**, coordinando talleres de formación ambiental, publicación de material audiovisual y participación en los medios de difusión para la concientización.
  - Publicación de 05 laminas de las Aves del Río Uruguay con fines educativos para la CARU (Comisión Administradora del Río Uruguay). 2004.
  - Proyecto Camba, declarado de interés por la subsecretaria de cultura de la provincia. 2005.
  - Alas del Palmar, relevamiento de la avifauna de la cuenca del arroyo palmar por parte de sus pobladores, proyecto financiado por el programa Identidad Entrerriana del CFI. 2005-2006.
  - Coordinador de la Publicación del Libro las Aves del Río Uruguay con fines educativos para la CARU (Comisión Administradora del Río Uruguay). 2007-2008.
2. **Participación en organizaciones civiles**, para la protección del medio ambiente, desde 2003 a 2007.
3. **Consultor del Parque Nacional “El Palmar”** desde 2004 a 2006.
  - Coordinador del relevamiento exploratorio para la determinación del grado de avance de la invasión de leñosas exóticas invasoras.
  - Realización del proyecto de una planta elaboradora de Biodiesel a base de oleaginosas no tradicionales en conjunto con las comunidades vecinas.
  - Proyecto de obras civiles, reconstrucción del puente del Arroyo Palmar y deposito de combustibles.
4. **Gestor Ambiental de proyectos de energía alternativas, Proyecto Biocolón** “Planta acopiadora de aceites vegetales usados para la fabricación de Biodiesel”, en conjunto con la Escuela Especial ADCADIS, 2005 a 2007.
5. **Consultor Ambiental en obras viales.** Autovia Ruta Nacional 14, 2007.
6. **Investigador del Grupo de Estudio de Contaminación del Río Uruguay, GECRU**  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Concepción del Uruguay, 2007.
7. **Secretario de Ambiente Sustentable de la Provincia de Entre Ríos**, desde Diciembre de 2007.