

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P ENFOCADA EN LA
SUPERVISIÓN DEL PROGRAMA DE REASENTAMIENTO Y SUSTITUCIÓN DE
INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO**

ELIANA JANETH QUINTERO VERGEL

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2013

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P ENFOCADA EN LA
SUPERVISIÓN DEL PROGRAMA DE REASENTAMIENTO Y SUSTITUCIÓN DE
INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO**

ELIANA JANETH QUINTERO VERGEL

**Trabajo de Grado en la modalidad de práctica empresarial para optar al título
de Ingeniera Civil**

DIRECTOR

ÁLVARO VIVIESCAS JAIMES

Ingeniero civil, Ph. D. – Profesor UIS

TUTOR

JAVIER CARDONA SALAZAR

Ingeniero Civil-Especialista Ejecución de Proyectos en ISAGEN.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2013

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

En primer lugar agradezco a Dios por guiarme en el camino correcto para cumplir uno de mis mayores sueños.

A mis padres Jesús Heli y Elsa por su esfuerzo, su apoyo incondicional a lo largo de la carrera, sus enseñanzas pero sobre todo gracias por darme el amor más sincero que hizo grandes mis motivos.

A mis hermanos Yhozep y Alvin por apoyarme en el proceso de formación y por convertirse en mis dos grandes ejemplos a seguir.

A ISAGEN S.A por darme la oportunidad de tener mi primera experiencia laboral como practicante de ingeniería civil en el proyecto hidroeléctrico Sogamoso y permitirme trabajar al lado de personas de gran calidad humana y profesional.

Al ingeniero Javier Cardona quien fue mi tutor durante estos seis meses y compartió sus conocimientos y experiencias conmigo, me brindó confianza y me permitió crecer profesionalmente; al ingeniero Jaime Rodríguez por su ejemplo de respeto y su confianza, por permitirme vivir experiencias que servirán para mi vida profesional. A Javier y a Jaime, muchas gracias por convertirse en unos padres para mí.

A mis compañeros de práctica Gisela, Didier, Laura, Orlando, Erika y Daniela por compartir sin duda alguna una de las mejores experiencias en la vida durante estos seis meses en el campamento El Cedral.

A mis amigos y compañeros de la universidad de quienes aprendí solo cosas buenas y con los que viví muchas anécdotas que siempre recordaré.

A la Universidad Industrial de Santander por brindarme la formación integral que requiero para ser una profesional completa.

Al profesor Álvaro Viviescas por su colaboración y apoyo en el desarrollo de la práctica.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	18
2.1 GENERALIDADES	18
2.2 MISIÓN DE LA EMPRESA	18
2.3 VISION DE LA EMPRESA	18
2.4 VALORES DE LA EMPRESA	19
2.5 CENTRALES	19
2.5.1 Central Hidroeléctrica San Carlos	21
2.5.2 Central Hidroeléctrica Miel I	21
2.5.3 Central Hidroeléctrica Jaguas	22
2.5.4 Central Hidroeléctrica Calderas	23
2.5.5 Central Térmica Termocentro	23
2.5.6 Central Hidroeléctrica Amoyá	24
2.6 PROYECTOS	24
2.6.1 Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso	24
3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	26
3.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO	26
3.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO	27
3.2.1 Predio La Fe	27

3.2.2 Predio La Cabaña	27
3.2.3 Predio Santa Cruz-Totumos	27
3.2.4 Predio Panorama	28
3.3 CLASIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS	29
3.3.1 Según diseño arquitectónico	29
3.3.2 Según el tipo de suelo	30
3.3.2.1 Suelo arcilloso expansivo	30
3.3.2.1.1 Factores que afectan la expansividad del suelo	31
3.3.2.1.1.1 Composición Mineralógica	31
3.3.2.1.1.2 Espesor del estrato	31
3.3.2.1.1.3 Permeabilidad	31
3.3.2.1.1.4 Humedad Inicial	31
3.3.2.1.1.5 Profundidad de la zona activa	31
3.3.2.1.1.6 Clima	31
3.3.2.1.1.7 Actividades Humanas	32
3.3.2.1.2 Identificación de los suelos expansivos	32
3.3.2.1.3 Manejo de los suelos expansivos	34
3.3.2.1.3.1 Medidas Preventivas	34
3.3.2.1.3.2 Alteración del suelo	34
3.3.2.2 Suelo arcilloso arenoso	35
3.4 SISTEMA ESTRUCTURAL	35
3.5 PROCESO CONSTRUCTIVO	36
3.5.1 Casas con suelo arcilloso expansivo	36
3.6 AVANCE DEL PROGRAMA	47
4. RESULTADOS	52
5. CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFIA	56
ANEXOS	57

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución de casas por predios para el tipo de reasentamiento grupal	28
Tabla 2. Distribución de los tipos de casas en los predios y sus áreas	30
Tabla 3. Grado de expansión según los límites de Attemberg	33
Tabla 4. Grado de expansión según el contenido de coloides	33
Tabla 5: Grupos de casas del programa director de obra	48
Tabla 6: Porcentaje de actividades de acuerdo al presupuesto del consorcio	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Centrales de Generación de energía en los departamentos de Colombia.	20
Figura 2: Central Hidroeléctrica San Carlos.	21
Figura 3: Central Hidroeléctrica Miel	22
Figura 4: Central Hidroeléctrica Jaguas	22
Figura 5: Central Hidroeléctrica Calderas	23
Figura 6: Central Térmica Termocentro.	24
Figura 7: Central Hidroeléctrica Amoyá.	24
Figura 8. Localización de los predios	28
Figura 9. Casa tipo 1	29
Figura 10. Casa tipo 4	30
Figura 11. Foto de geo-textil tejido casa 4. Predio La Cabaña.	34
Figura 12: Foto de viga de cimentación casa 15. Predio La Cabaña.	35
Figura 13. Mampostería reforzada parcialmente inyectada.	36
Figura 14 concreto ciclópeo casa 5 La Cabaña	37
Figura 15. Detalle de cimentación	38
Figura 16 formaleta y armado de acero de ábacos. Casa 7 Totumos	39
Figura 17 Relación carga-deformación en una zapata	39
Figura 18: Detalle esquina de muros	41
Figura 19: Detalle refuerzo de muros	41
Figura 20: Acero de columnas de corredor	42
Figura 21: Armado de formaleta de la viga corona	43
Figura 22: Pega de ladrillos para conformar los muros de las cuchillas	43
Figura 23: Formaleta de la viga cinta	44
Figura 24: Sección de las correas	44

Figura 25: Perlínes instalados	45
Figura 26: Tejas instaladas	45
Figura 27: Avance de la casa 11 del predio panorama	50
Figura 28. Comparación del porcentaje programado Vs ejecutado casa 11 Panorama	51

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A: Estudio de suelos de la casa 18, Proyecto hidroeléctrico Sogamoso	57
Anexo B Porcentaje de actividades de acuerdo al presupuesto del consorcio en el 2013	58
Anexo C: Registro fotográfico del avance de la casa 11 del Predio Panorama en el período de práctica	59
Anexo D: Porcentajes de Avance de las casas	61
Anexo E: Tiempo de ejecución de las casas entregadas en todos los predios	64

RESUMEN

TITULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A E.S.P ENFOCADA EN LA SUPERVISION DEL PROGRAMA DE REASENTAMIENTO Y SUSTITUCION DE INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO HIDROELECTRICO SOGAMOSO*

AUTOR: ELIANA JANETH QUINTERO VERGEL**

PALABRAS CLAVES: Suelos expansivos, proceso constructivo, mampostería estructural, reasentamiento.

DESCRIPCION:

La Construcción y puesta en servicio del proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, por parte de ISAGEN, ubicado en el departamento de Santander, requiere de la ocupación de 7000 hectáreas para el embalse del río Sogamoso, dentro de las cuales existen áreas ocupadas por 283 familias, población que deberá reasentarse en 4 predios y en soluciones individuales, en un área no menor a 5 hectáreas por familia, donde se construirá una vivienda que tenga como mínimo las mismas condiciones previas al traslado, con servicios domiciliarios básicos y la oportunidad de tener acueductos, vías de acceso y escuelas que garanticen una mejor calidad de vida de las familias reubicadas. Para este desarrollo, ISAGEN diseñó el proyecto de restitución de las condiciones de vida y sustitución de infraestructura, con el compromiso ante la comunidad de entregar las viviendas antes de que inicie el llenado del embalse, para lo cual es necesario supervisar, controlar y hacer seguimiento a algunos aspectos como avances de obra, presupuesto, rendimientos y especificaciones técnicas, temas en los cuales se desarrolló la práctica y que se describen en el presente documento. Adicionalmente se investigó acerca de los factores que influyen en el potencial expansivo de los suelos, la forma y los estudios mediante los cuales se identifican, y el manejo y control que se realizó en la construcción de las viviendas que estaban ubicadas sobre este tipo de suelo.

* Proyecto de grado

** Facultad Físico- Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Álvaro Viviescas Jaimes. Tutor Javier Cardona Salazar

SUMMARY

TITLE: INTERNSHIP AT ISAGEN S.A E.S.P FOCUSED ON THE SUPERVISION OF THE RESETTLEMENT PROGRAM AND INFRASTRUCTURE REPLACEMENT AT THE SOGAMOSO HYDROELECTRIC PROJECT

AUTHOR: ELIANA JANETH QUINTERO VERGEL**

KEYWORDS: Expansive soils, construction process, structural masonry, resettlement

DESCRIPTION:

The construction and commissioning of Sogamoso Hydroelectric Project, by ISAGEN, in the department of Santander, requires the occupation of 7000 hectares for the reservoir of the Sogamoso River, in which there are areas occupied by 283 families, a population that must be resettled in 4 plots and individual solutions in an area not less than 5 hectares per family, where it will build a home that has at least the same conditions prior to the removal, with basic household services and the opportunity to have aqueducts, access roads and schools to ensure a better quality of the relocated families. For this process, ISAGEN designed the project return of the living conditions and infrastructure replacement, with a commitment with the community to deliver the houses before it starts filling the reservoir, which it is necessary to monitor, control and track some aspects such as work progress, budget, performance and technical specifications, areas in which the practicum was developed and are described in this document. Additionally it was investigated about the factors that influence the expansive potential of the soil, the form and the studies by means of which they identify, and the management and control that was made in the construction of the houses that were located on this type of soil.

* Project of grade

** Physico-Mechanical Faculty. School of Civil Engineering. Á Director Álvaro Viviescas Jaimes.
Tutor Javier Cardona Salazar

INTRODUCCIÓN

En desarrollo de la estrategia que adelanta ISAGEN hacia la optimización y expansión de su infraestructura productiva, se encuentra en ejecución desde el 2009 el Proyecto hidroeléctrico Sogamoso ubicado en el departamento de Santander, que embalsa el río Sogamoso para aprovechar su caudal mediante la captación del agua que es conducida hacia 3 unidades de generación, aumentando la capacidad instalada en 820 MW, de acuerdo con esto, se adelanta la ejecución del programa de restitución de infraestructura de la población ubicada en las 7000 hectáreas que serán ocupadas por el embalse, que consiste en la construcción de viviendas en mampostería distribuidas en diferentes sitios de las zonas de influencia del proyecto, algunas en reasentamientos grupales ubicados en 4 predios en los municipios de Girón, Betulia, San Vicente y Lebrija y otras en reasentamientos individuales.

El programa tiene como fin convertir el reasentamiento en una oportunidad de mejoramiento de las condiciones de vida de las familias, por lo que el proyecto también contempla la construcción de 3 acueductos, 4 escuelas y vías de acceso a los predios de reasentamiento grupal.

Con la realización de la práctica empresarial como tipo de modalidad de proyecto de grado se pretendía utilizar los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad para aplicarlos en el mundo profesional y de igual identificar las áreas de futuro desarrollo en el campo de la construcción

En el desarrollo de la práctica se llevaron a cabo actividades de controles de avance de las obras, visitas a los predios, análisis de tiempos de ejecución, entre otros temas que serán desarrollados en el siguiente artículo.

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una práctica empresarial como modalidad de proyecto de grado en ISAGEN S.A E.S.P, supervisando los avances de las obras en la construcción del proyecto hidroeléctrico Sogamoso en el programa de restitución de condiciones de vida de la población a trasladar.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar seguimiento a los informes diarios de obra enviados por la interventoría en la ejecución de las viviendas, acueductos, escuelas, del programa de reasentamiento.
- Efectuar visitas de obra donde se tomará información para elaborar un informe del recorrido realizado a los predios La Fe, Totumos, La Cabaña y Panorama, y comparar la información obtenida con los avances suministrados por interventoría.
- Rendir informes mensualmente, en los cuales se reporta el porcentaje de avance de la construcción de las obras de reasentamiento, donde se analicen e identifiquen las causas del incumplimiento de fechas de entrega.
- Revisar y hacer seguimiento a la correspondencia emitida por el contratista y la interventoría para identificar irregularidades.

- Organizar el informe mensual que comprende obras sustitutivas y principales del proyecto hidroeléctrico Sogamoso presentado a las diferentes áreas de ISAGEN.
- Investigar sobre el comportamiento de edificaciones en los suelos de fundación de las estructuras, validar el control y manejo que se sigue durante el proceso constructivo de las viviendas del proyecto, que presentan diferentes tipos de suelo.
- Realizar un artículo que será publicado en la revista UIS Ingenierías y un poster y/o video que refleje los resultados de la práctica

2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

2.1 GENERALIDADES

ISAGEN S.A. E.S.P es una empresa colombiana de servicios públicos mixta, constituida en forma de Sociedad Anónima, de carácter comercial, de orden nacional y vinculada al Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

Desde hace varios años y actualmente está dedicada a la generación de energía, la construcción de proyectos y la comercialización de soluciones energéticas, con el propósito de satisfacer las necesidades de los clientes.

2.2 MISIÓN DE LA EMPRESA

ISAGEN desarrolla la capacidad de generación, produce y comercializa energía con el propósito de satisfacer las necesidades de sus clientes y crear valor empresarial. La gestión se desarrolla con ética, enfoque al cliente, sentido económico y responsabilidad social y ambiental.

2.3 VISION DE LA EMPRESA

ISAGEN es líder en generación y transacciones de energía en Colombia, es el aliado de la productividad de los clientes y es reconocido por sus negocios de energía en mercados internacionales. El desarrollo integral de los trabajadores y la responsabilidad empresarial son la base de la creación conjunta de valor para los accionistas y la sociedad.

2.4 VALORES DE LA EMPRESA

Ética: valor fundamental.

Para ISAGEN la ética es hacer las cosas correctamente y de buena fe; ser coherente entre lo que se piensa, se dice y se hace; y privilegiar el bien común sobre el particular, contribuyendo a la sostenibilidad de la sociedad y del medio en que ésta se desarrolla.

Los valores con los que ISAGEN se relaciona con el entorno son:

- Responsabilidad social y ambiental
- Enfoque al cliente
- Sentido económico

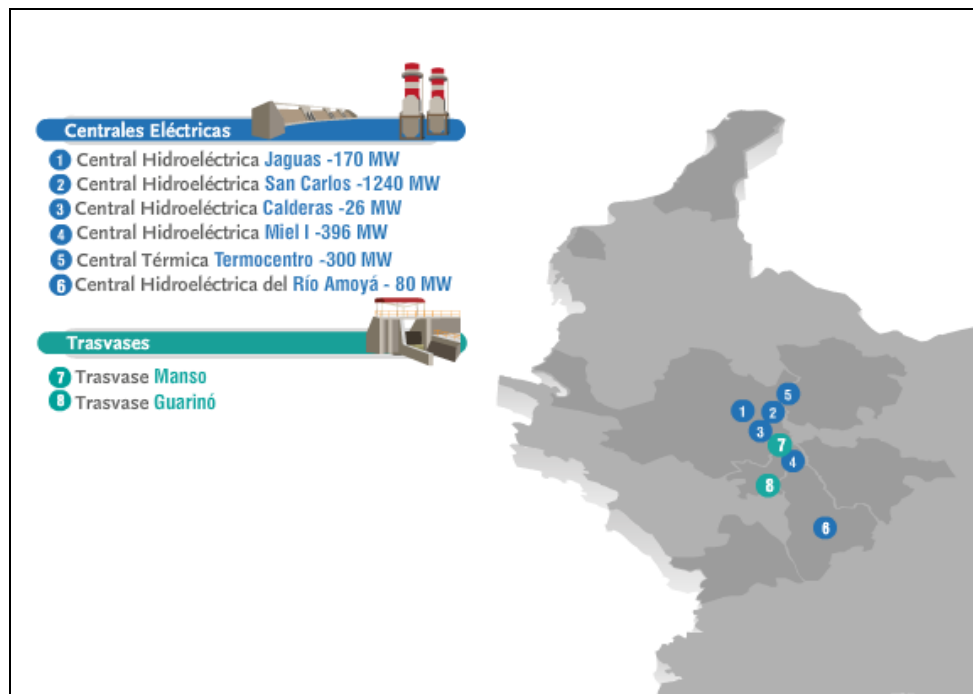
Los valores que se proyectan en la relación con las demás personas y para el crecimiento individual son:

- Respeto a las personas
- Trabajo en equipo
- Autocontrol
- Disposición al cambio
- Humildad

2.5 CENTRALES

Las centrales Jaguas, San Carlos, Calderas, Miel I, Termocentro y Amoyà son las seis centrales de generación de energía que posee y opera ISAGEN, cinco de ellas de origen hidráulico y una térmica, ubicadas en los departamentos de Antioquia, Santander y Caldas.

Figura 1: Centrales de Generación de energía en los departamentos de Colombia.



Fuente: ISAGEN S.A E.S.P

En la anterior figura se pueden observar las seis centrales, ubicadas en tres de los departamentos de Colombia.

Tienen una capacidad instalada total de 2.212 MW, equivalente al 16.45% de la capacidad total del Sistema Interconectado Nacional, distribuida en 1.912 MW hidráulicos y 300 MW térmicos, ubicándola como la tercera generadora más grande de Colombia, lo cual la consolida como agente fundamental en el desarrollo de la industria de energía del país

Desarrolla proyectos de generación con el objetivo de atender las futuras demandas energéticas en Colombia y lograr el crecimiento de la Compañía.

2.5.1 Central Hidroeléctrica San Carlos Localizada en el departamento de Antioquia. Con más de 20 años de operación comercial, continúa siendo la de mayor capacidad instalada del país, con 1.240 MW, distribuidos en ocho unidades de 155 MW cada una, y con la infraestructura necesaria para la instalación de dos unidades adicionales. Su primera etapa entró en funcionamiento en 1984 y la segunda, en 1987.

La presa Punchiná forma un embalse de 3,4 Km², con una capacidad de almacenamiento de 72 Mm³, de los cuales aproximadamente 53,23 Mm³ son de embalse útil. La presa tiene una altura de 70 m sobre el nivel medio del río, 800 m de longitud, 6 Mm³ de lleno de suelos residuales compactados, con cresta en la cota 781 m.s.n.m.

Figura 2: Central Hidroeléctrica San Carlos.



Fuente: ISAGEN S.A E.S.P

2.5.2 Central Hidroeléctrica Miel I La central Miel I, está localizada en el municipio de Norcasia. La Central tiene una capacidad instalada de 396 MW en tres unidades, la cual, en operación aislada, puede generar una energía firme de 1.135 GWh/año y promedio de 1.638 GWh/año, al adicionar el Trasvase de Guarinó a los caudales naturales del río.

La presa tiene un volumen de 1,73 millones de m³ y con 188 m de altura, es una de las presas más altas del mundo, construida en Concreto Compactado con

Rodillo (CCR). Forma el embalse Amaní de 1.220 hectáreas y con una capacidad de almacenamiento de 571Mm³. La corona de la presa tiene 340 m de longitud, corresponde a la cota 454 m.s.n.m. y el nivel máximo normal del embalse está a la cota 445,5 m.s.n.m.

Figura 3: Central Hidroeléctrica Miel



Fuente: ISAGEN S.A E.S.P

2.5.3 Central Hidroeléctrica Jaguas La central hidroeléctrica Jaguas, con una capacidad instalada de 170 MW, está localizada en el departamento de Antioquia.

La presa está localizada sobre el río Nare, tiene una longitud de cresta de 580 m, una altura máxima de 63 m y un volumen de 3,2 M m³. Construida en limo y roca, forma un embalse de 10,6 km² de extensión, con una capacidad total de 185,5 M m³, de los cuales 162,65 Mm³ corresponden al volumen útil.

Figura 4: Central Hidroeléctrica Jaguas



Fuente: ISAGEN S.A E.S.P

2.5.4 Central Hidroeléctrica Calderas La central hidroeléctrica Calderas está ubicada en el departamento de Antioquia. Aprovecha las aguas de los ríos Calderas y Tafetanes, produciendo anualmente 87 GWh. Las aguas turbinadas en la Central descargan finalmente en el río San Carlos que alimenta el embalse Punchiná, incrementando la producción de la central hidroeléctrica San Carlos en 269 GWh-año.

La Central consta de una presa de concreto, tipo gravedad de 25 m de altura por 152 m de longitud y un volumen de 25.000 m³. La presa cuenta con un vertedero central de 60 m de ancho y 24 m de longitud.

Figura 5: Central Hidroeléctrica Calderas



Fuente: ISAGEN S.A E.S.P

2.5.5 Central Térmica Termocentro La central Termocentro está ubicada en el valle medio del río Magdalena, en el corregimiento de Puerto Olaya, municipio de Cimitarra (Santander). Posee una capacidad instalada de 300 MW, conformada por dos unidades turbogeneradoras a gas de 100 MW cada una, y una unidad a vapor de 100 MW.

Figura 6: Central Térmica Termocentro.



Fuente: ISAGEN S.A E.S.P

2.5.6 Central Hidroeléctrica Amoyá La Central Hidroeléctrica del Río Amoyá está localizada en el sur del departamento del Tolima, en jurisdicción del municipio de Chaparral, a unos 150 km de Ibagué. Tiene una capacidad instalada de 80 MW en dos unidades de generación, puede generar una energía firme de 215 GWh/año y promedio de 510 GWh/año.

Figura 7: Central Hidroeléctrica Amoyá.



Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P

2.6 PROYECTOS

2.6.1 Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso ISAGEN S.A E.S.P se encuentra desarrollando uno de los proyectos hidroeléctricos más grandes de Colombia, con el fin de abastecer en un 10% de la energía que el país consume en un año.

Este proyecto consiste en el aprovechamiento del río Sogamoso mediante la construcción de una presa y un embalse, en el departamento de Santander, en el cañón donde el río Sogamoso cruza la Serranía de La Paz, 75 km aguas arriba de su desembocadura en el río Magdalena; debido a la magnitud del proyecto, hay obras existentes que interferirán en el proceso constructivo del mismo, para esto, la empresa también tiene a cargo la construcción de obras secundarias que repondrán infraestructuras existentes, tales como líneas de transmisión de energía, puentes y tramos de vías.

Debido a que el llenado del embalse ocasionará que toda la infraestructura aguas arriba de la presa que se encuentre bajo la cota de inundación 320M.S.N.M, deberá ser restituida por ISAGEN. Por esta razón se adelanta la restitución de la vía nacional Bucaramanga – Barrancabermeja, Sector Linderos – Capitancitos; sustitución Puente Gómez Ortiz localizado en la vía Bucaramanga – Zapatoca, la construcción de un nuevo trazado de vía Bucaramanga – San Vicente comprendido por los sectores: Sector Lisboa – La Canana, Conexión Peñamorada y Conexión Montebello; y la Sustitución del puente Geo Von Lengerke localizado en la vía Girón – Betulia. De igual forma ISAGEN en cumplimiento de la licencia ambiental adelanta el programa de reasentamiento de las familias que están ubicadas en las zonas que serán ocupadas por el embalse.

3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

3.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El estudio de impacto ambiental del proyecto contempla el programa de restablecimiento de las condiciones de vida de la población a trasladar, que vive en la zonas que serán ocupadas por el embalse y/o son afectadas por las obras requeridas para llevar a cabo este proyecto; el desplazamiento involuntario de población afecta a 283 familias conformadas por 1199 personas, que residían en 278 viviendas distribuidas en los siguientes municipios: en Betulia 162 viviendas, en Girón 72 viviendas, en Lebrija 7, en los santos 1, en San Vicente 6. Este impacto provocado por la construcción del proyecto hidroeléctrico Sogamoso se considera irreversible pero mitigable y compensable a través de las medidas de manejo del programa de reasentamiento. La construcción de las viviendas de las personas reasentadas se determinó de acuerdo a unos criterios establecidos en el Estudio del Impacto Ambiental EIA:

- Mediante la concertación de la población afectada y el proyecto se logró hacer construcciones colectivas que garantizaban mejores opciones de reasentamiento.
- El aérea mínima a restituir es de 5 Hectáreas, incluyendo en esa extensión vivienda y área productiva
- Las viviendas a restituir deben estar en las mismas o mejores condiciones a las actuales.

Existen dos modalidades de reasentamiento dentro del programa de vivienda, restitución de tierras y proyectos productivos, la modalidad 1 reasentamiento individual y la modalidad 2 reasentamiento grupal, para estas modalidades uno de

los alcances es construir o mejorar una vivienda campesina con derecho a servicios públicos como mínimo con los que contaba previo a su traslado, y cumplir con las normas mínimas de habitabilidad (iluminación, ventilación, aislamiento acústico, térmico), de durabilidad, de estabilidad y de acabados

Las viviendas son construidas por el consorcio MENSULA-URBANAS y la interventoría está a cargo de la firma CONSORCIO SUPERVISIÓN PH SOGAMOSO.

3.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO

En los municipios de Girón, Lebrija, Betulia y San Vicente en el departamento de Santander, ISAGEN adquirió de acuerdo con las concertaciones realizadas con las comunidades, predios donde se construyen actualmente las viviendas.

En el tipo de reasentamiento grupal existen 4 predios:

3.2.1 Predio La Fe localizado en el municipio de Betulia en el centro occidente del departamento de Santander, en la provincia de mares; en este predio se construyeron 6 casas del mismo tipo y un acueducto.

3.2.2 Predio La Cabaña En este predio se construyen 25 casas, de las cuales 3 están localizadas en el municipio de Girón y 22 en el municipio de Lebrija, ubicados al nororiente del departamento de Santander.

3.2.3 Predio Santa Cruz-Totumos ubicado en el municipio de San Vicente de Chucurí al centro occidente del departamento de Santander con un total de 44 casas

3.2.4 Predio Panorama Localizado en el municipio de Girón en el nororiente del departamento, consta de 15 casas y un acueducto que abastece al predio La Cabaña y Panorama

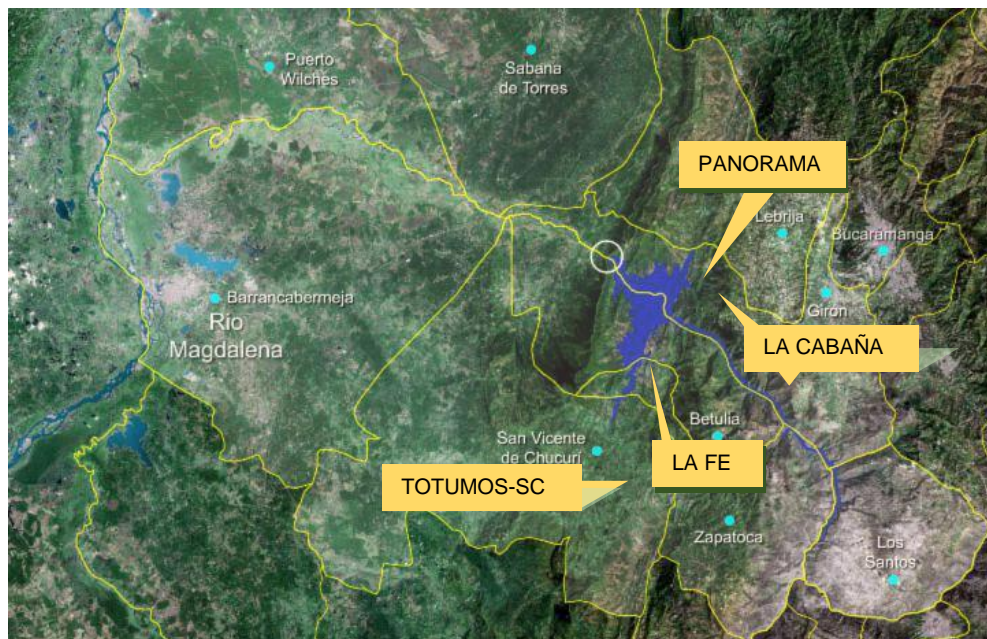
En total, se tienen 90 viviendas de reasentamientos colectivos

Tabla 1. Distribución de casas por predios para el tipo de reasentamiento grupal

PREDIO	MUNICIPIO	CASAS
Panorama	Girón	15
La Cabaña	Lebrija/Giron	25
La Fe	Betulia	6
Santa Cruz-Totumos	San Vicente	44

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental UIS

Figura 8. Localización de los predios



Fuente: Estudio de impacto ambiental ISAGEN

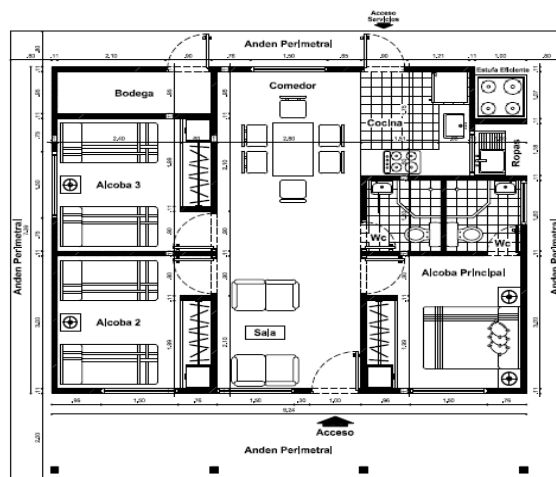
3.3 CLASIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS

Con el fin de que la comunidad tenga varias opciones para escoger, Se diseñaron 4 tipos de casas; y según el tipo de suelo donde se construyeron existen dos tipos de cimentación para las casas.

3.3.1 Según diseño arquitectónico Existen 4 tipos de viviendas de tipo unidad familiar campesina con capacidad para albergar sin hacinamiento a un promedio de cinco personas como se describe en el estudio del impacto ambiental del proyecto. Todos los tipos de casas tienen un área privada para dormitorios (3 alcobas), un área de servicios que comprende 2 baños, cocina y lavadero, un área social (sala comedor), corredores de circulación y bodega (Ver figuras 9 y 10).

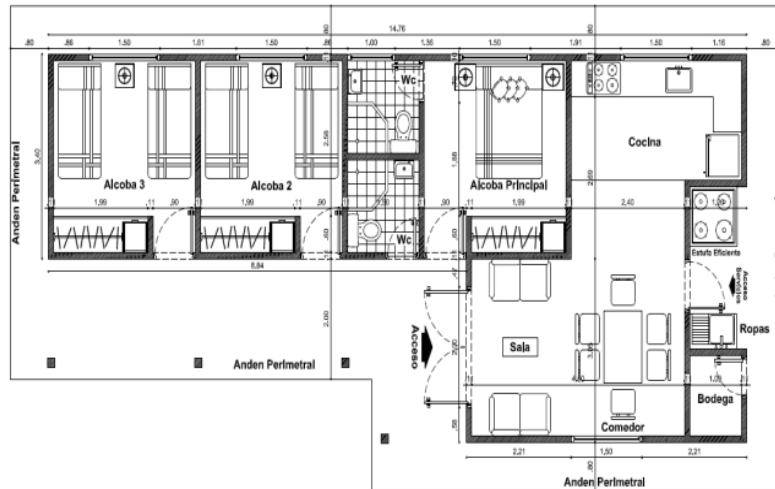
De acuerdo a lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental, las casas tienen un área mayor a 50m² y un área cubierta mayor a 100m²; Cada beneficiario optó por una de las opciones de los tipos de casas (Ver tabla 2). Hasta la fecha faltan 8 casas por definir tipología a la espera de aprobación por parte de los beneficiarios.

Figura 9. Casa tipo 1



Fuente: Consorcio Ménsula Urbanas

Figura 10. Casa tipo 4



Fuente: Consorcio Ménsula Urbanas

Tabla 2. Distribución de los tipos de casas en los predios y sus áreas

Según el diseño arquitectónico	Cantidad	Área m ²	
			Cubierta
Casa tipo 1	68	68,28	110,46
Casa tipo 2	1	68,16	110,02
Casa tipo 3	7	68,43	112,84
Casa tipo 4	6	68,24	117,5

Fuente: ISAGEN. Estudio de Impacto Ambiental

3.3.2 Según el tipo de suelo

3.3.2.1 Suelo arcilloso expansivo Las arcillas son materiales que tienen la propiedad de contraerse y expandirse según el cambio de humedad al que son sometidas y absorben las moléculas de agua dentro las láminas de su estructura.

3.3.2.1.1 Factores que afectan la expansividad del suelo

3.3.2.1.1.1 Composición Mineralógica El tipo y la cantidad de material arcilloso presente en el suelo es un factor que determina la alta expansividad en el suelo, la montmorillonita, la vermiculita y haloisita son minerales que tienen un porcentaje alto de expansión, la montmorillonita es el material en el que se presentan más expansiones, hay de dos tipos, la cálcica y la sódica, esta última con un porcentaje mayor de expansión que la cálcica

3.3.2.1.1.2 Espesor del estrato Los daños en las estructuras son relativamente pequeños si se encuentran cimentadas en estratos con espesores menores de 60 cm y en estratos que estén cerca del nivel freático.

3.3.2.1.1.3 Permeabilidad La permeabilidad es una propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire, las arcillas expansivas tienen una permeabilidad muy baja y puede que para que alcance su expansión total requieran un pocas más de tiempo que aquellas arcillas que tengan un grado de permeabilidad mayor.

3.3.2.1.1.4 Humedad Inicial Un suelo inicialmente húmedo posee un menor potencial de expansión que uno inicialmente seco ya que al aumentar los niveles de humedad las expansiones en el suelo ya se han manifestado y las que se presenten posteriormente son menores.

3.3.2.1.1.5 Profundidad de la zona activa Es la profundidad máxima donde ocurren cambios en la humedad del suelo. A profundidades mayores a esta se espera que no ocurran expansiones.

3.3.2.1.1.6 Clima En terrenos de intensa dinámica fluvial, el clima produce variaciones del nivel freático que dan lugar a cambios de humedad y succión en el

suelo y por ende cambios volumétricos que ocasionan expansiones desiguales en el suelo.

3.3.2.1.1.7 Actividades Humanas El retiro de la capa vegetal afecta el equilibrio del suelo, pues esta capa disminuye la infiltración de aguas lluvias en invierno y la evaporación en tiempos de verano, dejando al terreno en condiciones más críticas.

3.3.2.1.2 Identificación de los suelos expansivos Existen varias formas de identificar un suelo expansivo como la identificación mineralógica, observando edificaciones vecinas en cuanto a señales de asentamientos diferenciales y fisuras, mediante los mapas geológicos y geomorfológicos del área y las exploraciones en campo, que sirven para determinar algunas propiedades básicas del suelo como el límite líquido y el límite plástico que son indicadores primarios del potencial expansivo del suelo, estableciendo cualitativamente los grados de expansión del suelo, en el anexo 1 se observa el estudio de suelos para la casa 18 de Panorama donde el índice de plasticidad es 26 clasificando dentro de la tabla 3 como un suelo con potencial de expansión alto, cabe aclarar que todos los suelos expansivos tienen plasticidad alta pero no todos aquellos que tienen plasticidad alta son necesariamente expansivos, de acuerdo con esto es necesario tener en cuenta otras propiedades como el contenido de coloides del suelo pues la magnitud de la expansión también está vinculada con la cantidad de partículas tipo arcilla presentes en el suelo (ver tabla 4), considerando arcillas aquellos materiales que tienen un tamaño inferior a una micra.

Tabla 3. Grado de expansión según los límites de Attemberg

Potencial de expansión	Límite Líquido LL (%)	Índice de plasticidad IP %
Muy Alto	>63	>32
Alto	50-63	23-45
Medio Bajo	39-50	12-34
Bajo	<39	<20

Fuente: Norma NSR 10. Título H

Tabla 4. Grado de expansión según el contenido de coloides

Potencial de expansión	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)
Muy Alto	>37
Alto	18-37
Medio Bajo	12-27
Bajo	<17

Fuente: Norma NSR 10. Título H

En el estudio de suelos hecho en la casa 18 de Panorama, predio ubicado en el municipio de Lebrija en la vereda Lisboa (ver anexo A), se puede observar que el índice de plasticidad es 26 lo cual clasifica al suelo de acuerdo con este criterio como una arcilla con un potencial de expansión alto según la tabla 3. De acuerdo con la composición mineralógica de este predio la diferencia de colores de los suelos indican presencia de caolinita y montmorillonita, esta última nos indica que las arcillas pueden ser expansivas. Por lo tanto, teniendo en cuenta estos dos factores se puede percibir que la arcilla presente en el sector donde se ubica la casa es expansiva, y así mismo se deben tomar medidas especiales en el momento de la construcción tanto de las cimentaciones como de la estructura en general

3.3.2.1.3 Manejo de los suelos expansivos

3.3.2.1.3.1 Medidas Preventivas Dentro de las medidas preventivas que se aplicaron a las casas con este tipo de suelos se tienen: Cubrir el terreno con membranas impermeables como es el caso del geo-textil tejido que se coloca antes de fundir la placa, que impide la filtración de agua hacia las estructuras de cimentación y el suelo expansivo (Ver figura 11); Hacer canales para el drenaje de las aguas de escorrentía como la canaleta perimetral en concreto que recoge las aguas lluvias de la cubierta y las dirige a una caja de recolección.

Figura 11. Foto de geo-textil tejido casa 4. Predio La Cabaña.



Fuente: El autor

3.3.2.1.3.2 Alteración del suelo Una de las soluciones es excavar y reemplazar el material expansivo del suelo, pero en ocasiones el espesor de la capa hace que no sea viable económicamente esta solución. Otra solución es el tratamiento con cal que consiste en disminuir la plasticidad del suelo y por ende el potencial de hinchamiento. Esta solución fue planteada por el geotecnista y consistía en hacer unas perforaciones en el fondo de la zapata de 3” de diámetro y 2m de profundidad donde se rellenaban con una lechada de cal con agua y

posteriormente se hacía un concreto ciclópeo en la base de la zapata; este mejoramiento se volvió inviable por tratarse de un procedimiento largo y complejo.

3.3.2.2 Suelo arcilloso arenoso Este tipo de suelo tiene una permeabilidad más alta que los expansivos y el tamaño de sus partículas es medio. Hasta el momento se han definido 4 casas en el proyecto con este tipo de suelo para el reasentamiento grupal 7,13,14,15, ubicadas en el predio La Cabaña del municipio de Girón. La fundación de estas casas es una viga de cimentación de 30x35cm y La placa de piso es de 10cm de altura la cual está apoyada sobre un colchón de arena de 10cm.

Figura 12: Foto de viga de cimentación casa 15. Predio La Cabaña.



Fuente: El autor

3.4 SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural utilizado en las casas es mampostería estructural reforzada que hace parte del sistema de muros de carga, utilizado por las ventajas técnicas

y económicas que ofrece con respecto a otros sistemas. La mampostería está compuesta por unidades que en este caso son ladrillos con perforaciones verticales que permiten colocar las barras de refuerzo fijadas al muro con grouting. Según la forma de reforzar los muros el tipo de mampostería utilizada en las casas es parcialmente inyectada ya que solo las celdas donde lleva refuerzo van inyectadas. (Ver figura 13). Según el título D de la NSR-10, se colocó una barra de refuerzo vertical por celda pues ésta tiene una dimensión menor a 14cm

Figura 13. Mampostería reforzada parcialmente inyectada.



Fuente: El autor

3.5 PROCESO CONSTRUCTIVO

3.5.1 Casas con suelo arcilloso expansivo

Descapote: Una vez definida la ubicación de la casa se despeja el terreno de árboles, arbustos para preparar el terreno y adecuarlo a la zona demarcada en los planos, con la ayuda de Buldozer se define el acceso a la casa.

Nivelación: En esta actividad, se procede a ubicar los ejes principales con ayuda de 4 estacas, cal y escuadras y luego se verifican los niveles con mangueras transparentes llenas de agua que van de estaca a estaca y con un metro se mide la altura alcanzada en cada estaca por el agua, la diferencia de estas alturas es el desnivel de suelo que debe levantarse manual o mecánicamente hasta llegar a la cota cero desde donde se inicia la excavación de la cimentación.

Replanteo: después de verificados los ejes se instalan en el perímetro de la casa caballetes que sirven junto con la cal e hilos para marcar las proyecciones sobre el suelo de las dimensiones de las zapatas o vigas de cimentación y los muros.

Excavación de Cimentación: para el tipo de casas con zapatas aisladas, se excava con ayuda de una retro-excavadora o a mano, hasta la profundidad de cimentación que varía entre 1m y 2,5m, más la altura del concreto ciclópeo que inicia desde el suelo firme, posteriormente se perfila con excavación manual para llegar a las dimensiones especificadas en los planos de los tipos de zapatas.

Reemplazo de material con recebo: el recebo es una mezcla de material arenoso-arcilloso de buena calidad que sirve como mejoramiento para el terreno. En la base de la zapata previo al concreto ciclópeo se echan capas sucesivas de recebo compactado.

Concreto ciclópeo: está compuesto por un 50 % en concreto de 2500psi y 50% de piedra rajón, con una resistencia de $f'c= 17.5\text{Mpa}$, se aplica hasta el nivel inferior de la zapata una capa de concreto y piedras que luego se vibra con una varilla de hierro para evitar espacios entre el concreto y las piedras.

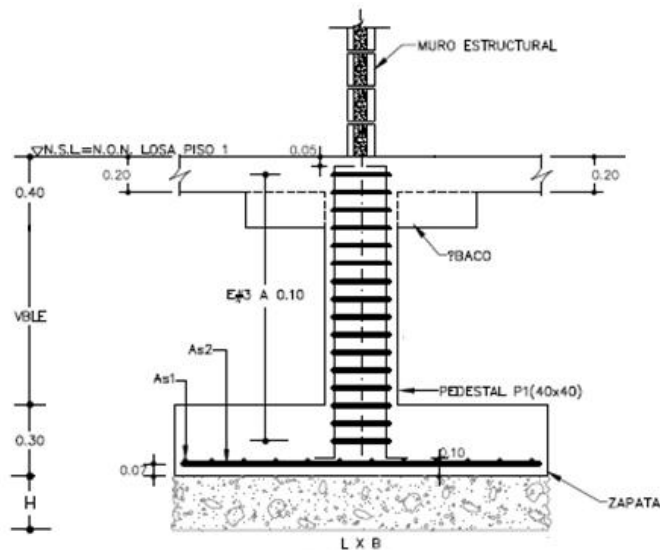
Figura 14 concreto ciclópeo casa 5 La Cabaña



Fuente: El autor

Armado de hierro y fundida de zapatas: las casas construidas en suelo arcillosos-expansivo están cimentadas en 6 zapatas cuadradas aisladas con dimensiones de 1.9x0.3m (z1) y de 2x0.3m (z2). Las barras utilizadas son N°4 en ambos sentidos con un recubrimiento de 7 cm del concreto ciclópeo y 7.5 cm de la pared del suelo (Ver figura 15). El sistema está conformado por pedestales que van desde el nivel inferior de la zapata hasta el nivel superior de la losa, con una dimensión de 40cmx40cm reforzados con estribos N°3 cada 10 cm y barras N°4 longitudinales; se funde en conjunto como un sistema monolítico la zapata y la base del pedestal, luego se funde el pedestal hasta el nivel inferior del ábaco.

Figura 15. Detalle de cimentación



Fuente: El autor.

Relleno de zapatas: Una vez fundidas las zapatas y los pedestales se rellena con material de préstamo compactado hasta la parte inferior del ábaco.

Losa de piso: El sistema estructural utilizado es el de losa plana maciza con ábaco, este último es una ampliación de la losa y es de forma rectangular de 1m x 1.5m y 0.20m de altura (Ver figura 16), se encuentra en la parte donde la losa se conecta con el pedestal, su función es aumentar el peralte en la sección crítica

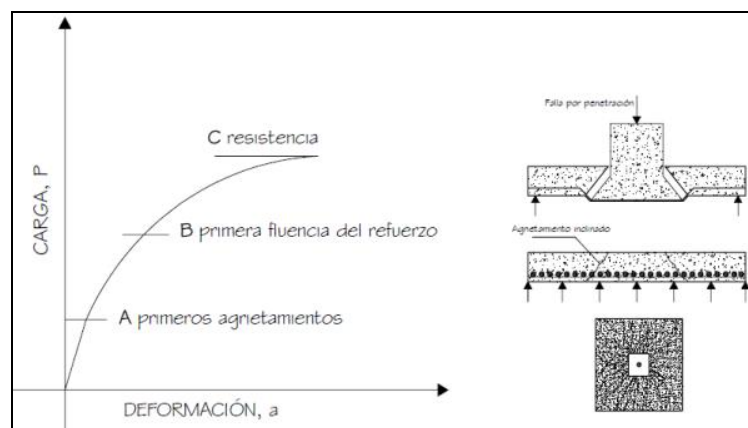
dónde se presenta el cortante por penetración y el momento de flexión (ver figura 17). La placa de concreto reforzado de 20cm de espesor está apoyada sobre un geo-textil tejido que no permite el contacto directo entre el suelo y la placa y una capa de 20cm de espesor de arena que sirve como colchón para reducir los esfuerzos transmitidos al suelo.

Figura 16 formaleta y armado de acero de ábacos. Casa 7 Totumos



Fuente: El autor

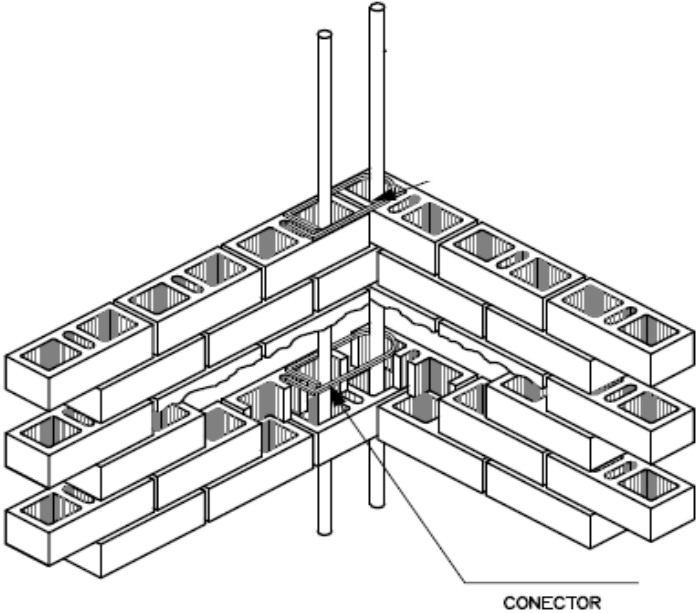
Figura 17 Relación carga-deformación en una zapata



Fuente: González Cuevas, Concreto Reforzado

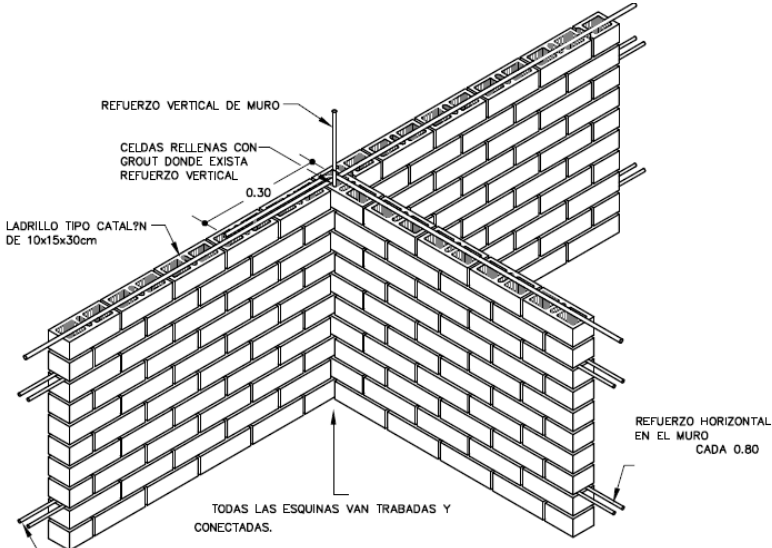
Mampostería a 2.20m: una vez construida la placa e instaladas las redes eléctricas y sanitarias, se procede con la primera hilada de mampostería; los ladrillos utilizados son a la vista y con perforación vertical para que cumplan el sistema estructural descrito anteriormente, de tipo catalán de dimensiones 10x15x30. El mortero de pega utilizado es tipo S que tiene una resistencia mínima de 12.5MPa, y un espesor entre 0.6 y 1.4cm según las especificaciones técnicas. Después de liberada la primera hilada de mampostería por parte de la interventoría, continúan con la pega de ladrillos hasta una altura de 2.20m, dejando las esquinas trabadas y conectadas por ganchos cada 3 hiladas que aumentan el comportamiento estructural dándole más rigidez al muro (ver figura 18), adicional al refuerzo vertical se colocan dos barras horizontales separadas cada 0.8m para controlar la fisuración por cambios de temperatura (Ver figura 19), posterior a esto se hacen unas ventanas de inspección en la base de los muros en cada celda que se va a inyectar, que sirven para verificar si el mortero de inyección llega hasta la base del muro. El mortero de inyección o grouting es vaciado después de alcanzar los 2.20m y solo en las celdas que tienen refuerzo (dovelas), se compacta haciendo vibrar la barra de refuerzo con el fin de que haya un espacio homogéneo entre los ladrillos y el grouting.

Figura 18: Detalle esquina de muros



Fuente: Consorcio Ménsula Urbanas

Figura 19: Detalle refuerzo de muros



Fuente: El autor

Columnas: Estas columnas están ubicadas en el corredor principal de la casa, según el tipo de casa el número de columnas varía de 4 a 5 y tienen una sección de 0.15m x 0.15m y una altura de 2.20m. El refuerzo de la columna se arma conjuntamente con el de la viga corona. Se utiliza formaleta de madera previamente engrasada para evitar el oscurecimiento de la superficie del concreto por reutilizar la formaleta en diferentes casas.

Figura 20: Acero de columnas de corredor



Fuente: El autor

Viga Corona: la viga corona está dispuesta como un anillo horizontal que amarra los muros en las dos direcciones principales, su sección transversal es de 0.15m x 0.20m en concreto reforzado. Después de vaciadas las columnas se instala la formaleta de la viga corona y se hace el vaciado.

Figura 21: Armado de formaleta de la viga corona



Fuente el autor

Mampostería Cuchillas: las unidades de mampostería están dispuestas encima de la viga corona, definiendo la cubierta a dos aguas con pendiente de 33% en la parte posterior, y una pendiente de 28% hacia la fachada principal.

Figura 22: Pega de ladrillos para conformar los muros de las cuchillas



Fuente: El autor

Viga Cinta: Es una viga de amarre de las cuchillas que garantiza que el sistema trabaje como un conjunto, además de recibir y distribuir a los muros las cargas ejercidas por la cubierta

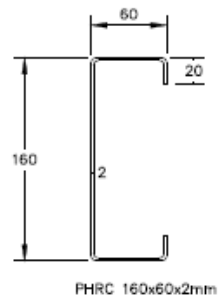
Figura 23: Formaleta de la viga cinta



Fuente: El autor

Perlines Metálicos: son 10 correas o perfiles angulares tipo c de 160*60*2mm (ver figura 24) ubicados equitativamente en las dos pendientes, las correas van perñadas a la viga cinta por medio de una platina, en el momento de colocarlas las pestañas del perfil deben estar en el sentido contrario a la pendiente.

Figura 24: Sección de las correas



Fuente: El autor

Figura 25: Perlínes instalados



Fuente: El autor

Cubierta: La cubierta está construida a dos aguas y está compuesta por tejas, claraboya y caballete; Las tejas están hechas en fibrocemento perfil 7 número 6 color rojo en la parte exterior y blancas hacia el interior, tienen un traslape longitudinal de 14cm y uno lateral de 4.7cm, la colocación de las tejas debe iniciarse de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha, o de derecha a izquierda pero siempre contrario a la dirección del viento.

Figura 26: Tejas instaladas



Fuente: El autor

Acabados: Para la construcción del piso interior y en el de la fachada principal, se aplica un mortero de nivelación de 5cm, y sobre este se pega la tableta en gres de 30x30cm, los pasillos laterales son en concreto mezclado con mineral rojo. Los baños tienen cerámica blanca de 31.5 x31.5cm en el piso y el enchape de las paredes en cerámica blanca de 25x35cm; la cocina se enchapa con dos hiladas sobre el mesón que está construido en granito, el cual incluye un lavaplatos en acero inoxidable. Los baños son combos Acuplus II color blanco en porcelana que incluyen sanitarios, lavamanos, y grifería de llave individual.

Por último se instala la carpintería metálica: puertas exteriores, ventanas, marcos de puertas interiores, y la carpintería en madera: puertas internas, muebles de cocina y guarda-escobas, los marcos metálicos de las puertas pintados en color Wengue en interiores y blanco en exteriores, las puertas interiores son en madera entaboradas con triplex y las exteriores metálicas en color blanco

Obras Adicionales:

- **Sistema Séptico:** este sistema tiene tres etapas, la primera es el pre-tratamiento que ocurre en la trampa de grasas, un tanque de 105 litros de polietileno donde las aguas residuales de la cocina y el lavadero son interceptadas antes de llegar a la caja de inspección para evitar que las grasas y el jabón interfieran en la descomposición biológica de los tratamientos; la caja de inspección está hecha en concreto y sirve para recibir las aguas residuales provenientes de duchas, sanitarios y lavamanos y juntarlas con las que provienen de la trampa de grasas, para así llevarlas al pozo séptico donde ocurre la segunda etapa del tratamiento, en él se diluyen los sólidos mediante conversión anaeróbica en lodos, natas y líquidos; la tercera etapa es el post-tratamiento ubicado a la salida del pozo séptico y ésta se realiza mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente que consiste en una zanja con un falso fondo, sobre el cual se deposita grava o triturado previamente lavada donde

llegan las aguas que provienen después de la descomposición anaeróbica y suben a través del triturado

- Cuneta perimetral: Está hecha en concreto reforzado y sirve para recoger las aguas lluvias provenientes de la cubierta y las aguas provenientes de aseo y limpieza en la casa.
- Tanque de Almacenamiento: En algunas casas se encuentra ubicado sobre una estructura en concreto y en otras casas en partes altas del lote, tiene una Capacidad para almacenar 1000 litros de agua proveniente del sistema del acueducto y está hecho en polietileno de alta resistencia.

3.6 AVANCE DEL PROGRAMA

Durante la práctica se llevaron a cabo actividades de seguimiento al avance de la construcción de las viviendas de acuerdo con un programa director presentado por el Consorcio a la Interventoría, donde se evidenciaban las fechas de inicio y fin de las actividades de las casas, las cuales se separaban por grupos y subgrupos para la ejecución de las actividades, el control de obra se verifica corroborando las actividades programadas inicialmente con lo ejecutado en obra por medio de visitas semanales y análisis de los informes diarios enviados por la interventoría a ISAGEN donde se consignan diariamente las actividades ejecutadas, el estado de los tramites y las licencias, seguridad industrial y salud ocupacional, estudios y diseños, contrataciones de personal, maquinaria y equipos.

Tabla 5: Grupos de casas del programa director de obra

Predio	Grupo	Subgrupo	Casas
La Fe	1		3,4,5
	2		1,2,6
Totumos Santa Cruz	1	1	7T,10T,11T
		2	2T,3T,4T
		3	8T,12T
	2		1T,24SC,25SC,26SC,27SC,28SC,29 SC
	3		14SC,15SC,16SC,17SC,18SC, 19SC,20SC,21SC,22SC,32SC
	4		5SC, 6SC, 7SC, 9SC, 10SC, 12SC, 13SC
	5		1SC, 3SC, 11SC, 31SC, 9T
	6		8SC, 23SC, 33SC, 34SC, 35SC
Panorama	1		1,2,4,6,18
	2		9, 10, 13, 16, 17
	3		8,11,12
	4		14,15
La Cabaña	1		13,14,16,18,19,20,21
	2		5,6,7,8,9
	3		2,4,15,17
	4		10,1L
	5		1,3,11,12,22,2L,3L

Fuente: Programa director de obra consorcio CMU

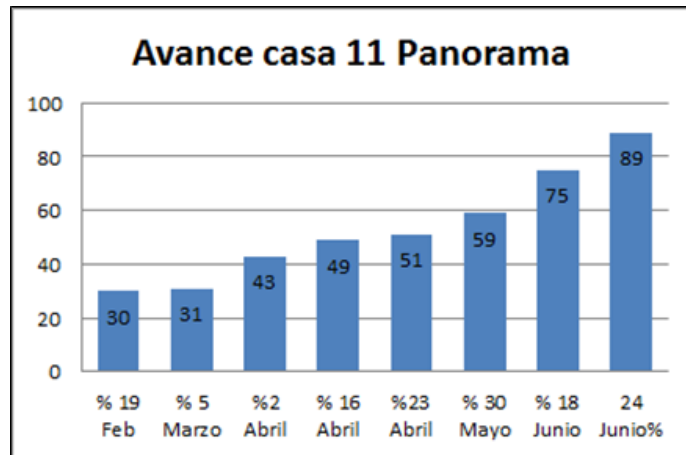
De acuerdo con los parámetros de pago planteados en el presupuesto se determinaron los porcentajes de cada una de las actividades para así establecer la forma de avance del proyecto (Ver tabla 6). En la figura 27 se puede observar el avance de la casa 11 de panorama en las visitas realizadas a los predios durante el tiempo de práctica.

Tabla 6: Porcentaje de actividades de acuerdo al presupuesto del consorcio

No	Actividades	Casa tipo 1	% Avance
1	Explanación lote	\$ 2.035.159	2
2	Excavación cimentación	\$5.781.938	5
3	Concreto ciclópeo	\$ 3.779.064	3
4	Armado y concreto de zapatas	\$ 4.040.213	4
5	Armado y concreto de pedestales	\$ 1.518.873	1
6	Colchón de arena	\$ 1.025.844	1
8	Instalaciones hidrosanitarias	\$4.377.412	4
9	Armado y Concreto de placa de piso	\$14.383.118	12
10	Mampostería (Cuchillas y muros a 2,20)	\$ 21.478.832	20
11	Instalaciones eléctricas	\$4.442.000	4
12	Dovelas	\$1.518.004	1
13	Armado y concreto de viga corona	\$ 6.584.314	6
14	Armado y concreto columnas corredor principal	\$ 774.635	1
16	Armado y concreto de viga cinta	\$ 2.627.894	2
18	Cubierta (tejas + Perlínes)	\$ 10.228.129	9
19	Instalación de pozo séptico	\$ 5.884.577	5
20	Instalación de carpintería metálica	\$ 3.449.734	3
21	Lavado y pintura de muros	\$ 3.119.275	2
23	Mortero de nivelación e Instalación de tableta en gres	\$4.494.748	4
24	Enchape de muros	\$502.139	1
25	Carpintería en madera	\$ 2.081.900	2
26	canaleta en concreto	\$ 1.397.762	1
27	Armado de mesón de cocina	\$296.649	1
28	cocina eficiente	\$703.500	1
29	Aseo general	\$225.000	1
30	Empradización	\$ 2.132.616	2
	Total	\$108.883.331	100

Fuente: Presupuesto del consorcio Ménsula Urbanas

Figura 27: Avance de la casa 11 del predio panorama

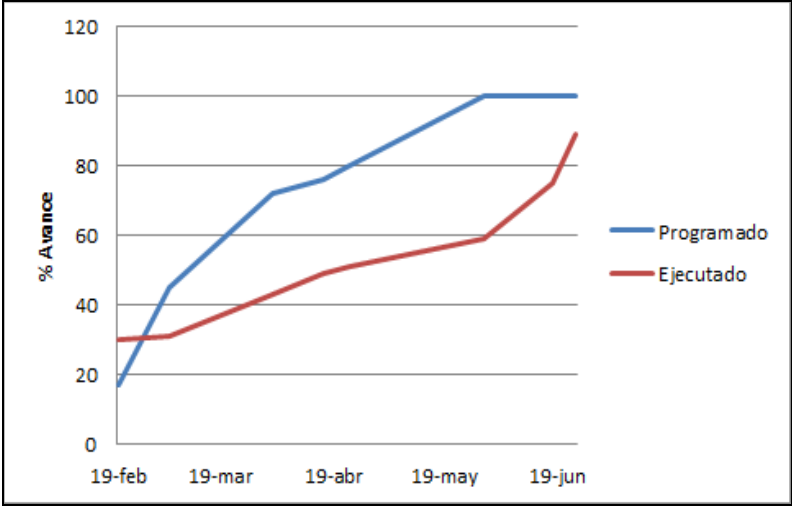


Fuente: El autor

Desde el 19 de Febrero la casa 11 del predio Panorama avanzó un 59 % .desde la actividad de placa de piso y a la fecha se encuentra ejecutando trabajos de acabados (Ver Anexo C).

En la figura 28 se puede observar que el porcentaje de avance ejecutado estuvo la mayor parte del tiempo por debajo del programado. Esta diferencia radica principalmente en la cantidad de tiempo inactivo entre una actividad y otra, y la falta de suministro de material debido a que los requerimientos de los pedidos no se hacían a tiempo.

Figura 28. Comparación del porcentaje programado Vs ejecutado casa 11 Panorama



Fuente: El autor

4. RESULTADOS

Durante el período de práctica se llevó un registro de tiempo de ejecución de las actividades del programa de reasentamiento grupal por medio del reporte de informes diarios, determinando así el tiempo real de ejecución, el tiempo activo e inactivo en el desarrollo de las obras que fueron entregadas en este lapso de tiempo. Se compararon los tiempos de ejecución según el Consorcio constructor y según el seguimiento hecho junto con la interventoría, para definir los tiempos muertos por casa. (Ver anexo E).

A la fecha se han entregado un total de 43 casas, 17 en el predio Santa Cruz, 10 en el predio Totumos, 6 en el predio La Fe, 6 en Panorama y 4 en La Cabaña para un avance del 44.4% en la construcción de viviendas en el tipo de reasentamiento grupal, y 2 viviendas en el tipo de reasentamiento individual.

En las visitas de obra se recopiló información para registrar el porcentaje de avance de cada casa de acuerdo al presupuesto planteado por el consorcio (Ver anexo D).

A partir del seguimiento a la correspondencia recibida por parte del consorcio y la interventoría se crearon documentos donde se recopilaba información como programación y presupuesto, aprobación de facturas, donde se identificaban las fechas de entrega, las cantidades y valores de los materiales requeridos para las casas.

Se investigó acerca de los suelos expansivos, su identificación, los factores que lo afectan y el manejo que se siguió en campo para controlar los efectos sobre las cimentaciones. Debido a que la solución de mejoramiento con cal resultó inviable por tiempo y costo para el proyecto, el procedimiento se cambió a un remplazo con recebo, y sobre este material una capa de concreto ciclópeo de 30 cm, donde se apoya la cimentación, adicionalmente la placa de piso se apoya sobre una capa de arena gruesa de 20cm de espesor que a su vez se encuentra aislada del concreto por un plástico (geo-textil tejido). En los sitios donde se encuentran rocas de gran tamaño en la cimentación se nivela con concreto ciclópeo y se omite el reemplazo con recebo.

5. CONCLUSIONES

En cualquier tipo de obra es necesario tener un plan de trabajo detallado donde se identifiquen cada una de las actividades y el porcentaje de avance que representa para la obra.

Es muy importante definir las especificaciones del proceso constructivo y crear manuales que permitan unificar los conceptos tanto para los residentes de obra como para los trabajadores.

El control y las visitas de obra permiten identificar el estado real de avance y el cumplimiento de las especificaciones técnicas. Para así identificar causas de posibles retrasos y poder tomar las medidas correctivas a tiempo

Los tiempos inactivos que se presentaron en la obra recaen principalmente en el reproceso de actividades como el desmonte de mampostería para instalar ductos eléctricos y sanitarios, el desmonte de muros por falta de verticalidad, demora en las liberaciones por parte de Interventoría, demora en el suministro de materiales, estabilización de taludes dentro del predio donde se ubica la casa, definición de acceso a las zonas de trabajo, entre otros, que provocan retrasos en las obras.

En cuanto a los suelos expansivos hay varias formas de contrarrestar estos efectos, uno de tantos es el método químico, que puede ser por estabilización suelo - cal, lo que hace esto es disminuir la plasticidad del suelo y por ende el potencial de hinchamiento. Pero más que una solución por cualquier método, se debe tener en cuenta que los cambios volumétricos que sufren los suelos expansivos se dan principalmente por la pérdida o aumento de humedad, por lo

cual, el manejo de aguas sub-superficiales es uno de los criterios más relevantes a la hora de manejar estos suelos.

BIBLIOGRAFIA

ISAGEN S.A E.S.P .Estudios de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, Capitulo 7

MÉNDEZ SALAS, Arturo; PINEDA NÚÑEZ, Víctor Manuel. Comportamiento de cimentaciones en suelos expansivos. México, 2011, Tesis, UNAM

Norma Sismo Resistente 2010, Título D, Mampostería estructural

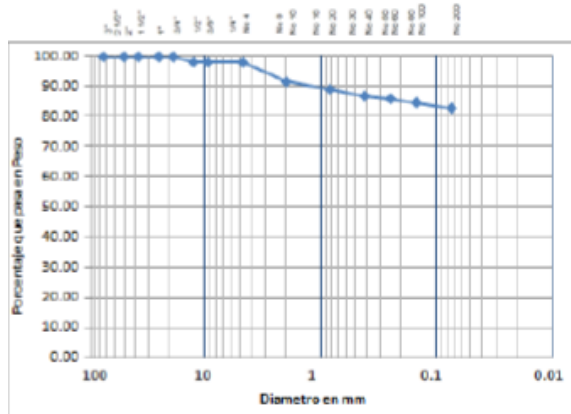
Norma Sismo Resistente 2010, Título H: Capítulo H9 Condiciones Geotécnicas Especiales.

PATRONE, Julio; PREFUMO, Jose Enrique. La acción de los suelos expansivos sobre las cimentaciones. Uruguay, Ficha Técnica, Universidad de Montevideo

ANEXOS

Anexo A: Estudio de suelos de la casa 18, Proyecto hidroeléctrico Sogamoso

SONDEO NUMERO: 1 2 3
 PROFUNDIDAD: 0.50-2.50 0.50-1.70 2.00-3.50
 DESCRIPCION: ARCILLA PLASTICA HUMEDA



D₁₀= 0.01 C_u= 6.00 % Gravas 1.8
 D₃₀= 0.03 C_c= 1.50 % Arenas 15.4
 D₆₀= 0.05 % Arcillas 82.8

OBSERVACIONES

El porcentaje de finos de la muestra es muy grande.

GRADACIÓN				700.0
PESO RESIDUAL HUMEDAD (%)				122.2
TAMIZ	100	40	20	10
mm	mm	mm	mm	mm
3"	0.0	0.0	0.0	100.00
2"	0.0	0.0	0.0	100.00
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.00
1"	0.0	0.0	0.0	100.00
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.00
1/2"	0.2	1.7	98.26	
3/8"	0.2	0.0	98.23	
No. 4	0.2	0.0	98.20	
10	45.5	6.5	91.69	
20	17.8	2.5	89.16	
40	15.6	2.2	86.93	
60	8.5	0.9	86.01	
100	8.6	1.2	84.78	
200	11.7	2.0	82.82	
PASA 200	1.0	82.7	0.14	
TOTAL	121.2			
% ERROR	0.01			

LÍMITE LÍQUIDO: 85
 LÍMITE PLÁSTICO: 39
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 26
 HUMEDAD NATURAL: 71.9
 ÍNDICE DE LIQUEZ: -1.0

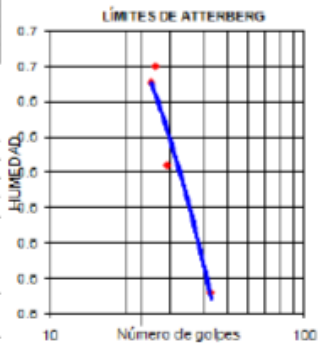
CLASIFICACION

ÍNDICE DE GRUPO: _____

AASHTO: _____

U.S.C.: **ARCILLA LIMOSA**

LÍMITES DE ATTERBERG				
LÍMITE LÍQUIDO				
No. GOLPES	43.0	29.0	25.0	13.0
P _L (gr)	57.3	56.7	43.6	43.0
P _S (gr)	36.0	38.5	29.3	28.7
P ₂₀ (gr)	6.8	6.8	7.0	7.2
% HUMEDAD	61.8%	63.6%	65.0%	66.6%
LÍMITE PLÁSTICO				
P _L (gr)	16.05	16.28		54.59
P _S (gr)	13.50	13.70		43.50
P ₂₀ (gr)	6.90	7.00		6.80
% HUMEDAD	38.69%	38.46%		71.93%



**Anexo B Porcentaje de actividades de acuerdo al presupuesto del consorcio
en el 2013**

No	Actividades	Casa tipo 1	% Avance
1	Explanación lote	\$ 2.035.159	2
2	Excavación cimentación	\$5.781.938	5
3	Concreto ciclópeo	\$ 3.779.064	3
4	Armado y concreto de zapatas	\$ 4.040.213	4
5	Armado y concreto de pedestales	\$ 1.518.873	1
6	Colchón de arena	\$ 1.025.844	1
8	Instalaciones hidrosanitarias	\$4.377.412	4
9	Armado y Concreto de placa de piso	\$14.383.118	12
10	Mampostería (Cuchillas y muros a 2,20)	\$ 21.478.832	20
11	Instalaciones eléctricas	\$4.442.000	4
12	Dovelas	\$1.518.004	1
13	Armado y concreto de viga corona	\$ 6.584.314	6
14	Armado y concreto columnas corredor principal	\$ 774.635	1
16	Armado y concreto de viga cinta	\$ 2.627.894	2
18	Cubierta (tejas +Perlines)	\$ 10.228.129	9
19	Instalación de pozo séptico	\$ 5.884.577	5
20	Instalación de carpintería metálica	\$ 3.449.734	3
21	Lavado y pintura de muros	\$ 3.119.275	2
23	Mortero de nivelación e Instalación de tableta en gres	\$4.494.748	4
24	Enchape de muros	\$502.139	1
25	Carpintería en madera	\$ 2.081.900	2
26	canaleta en concreto	\$ 1.397.762	1
27	Armado de mesón de cocina	\$296.649	1
28	cocina eficiente	\$703.500	1
29	Aseo general	\$225.000	1
30	Empradización	\$ 2.132.616	2
	Total	\$108.883.331	100

Anexo C: Registro fotográfico del avance de la casa 11 del Predio Panorama en el período de práctica



1. Placa de piso fundida



2. Primera hilada de mampostería



3. Mampostería hasta 2.20m



4. Armado de acero viga corona



5. Formaleta madera viga corona



6. Mampostería Cuchillas



18 Junio

6.Acabados



25 Junio

7. Acabados

Anexo D: Porcentajes de Avance de las casas

Predio	casa	%	%	%	%	%	%	%	%	%
		19-feb	06-mar	20-mar	03-abr	17-abr	30-abr	30-may	19-jun	26-jun
Santa Cruz	1	33	33	33	33	33	33	39	55	56
	2E									
	3	51	51	51	51	61	64	78	90	93
	4					0				
	5	33	33	33	33	35	51	65	82	88
	6	33	33	33	44	48	54	65	79	89
	7		37	47	56	61	65	81	92	94
	8					0	0	0	0	0
	9	37	37	37	37	37	37	53	64	66
	10	53	56	59	64	65	67	90	94	98
	11	0		2	2	2	2	0	0	0
	12	0	35	35	35	35	35	51	59	62
	13	35	35	35	35	35	43	61	66	66
	14	49	56	62	64	71	79	93	94	98
	15	54	64	70	79	90	97	100	100	100
	16	55	64	68	71	87	94	100	100	100
	17	52	61	66	67	71	86	98	100	100
	18	52	53	57	63	66	70	93	95	99
	19	52	55	64	67	71	77	93	93	100
	20	67	77	81	87	92	97	100	100	100
	21	66	69	78	86	90	98	100	100	100
	22	58	67	79	86	91	97	100	100	100
	23					0	0	0	0	0
	24	69	77	87	94	97	100	100	100	100
	25	77	80	89	94	96	100	100	100	100
	26	79	83	91	97	99	100	100	100	100
	27	83	89	96	100	100	100	100	100	100
	28	81	91	96	100	100	100	100	100	100
	29	83	93	100	100	100	100	100	100	100
	30	92	97	100	100	100	100	100	100	100
	31	0	0	0	0	13	22	33	35	41
	32		64	65	67	71	80	90	100	100
	33							0	0	0
	34							0	0	0
	35							0	0	0

Predio	casa	%	%	%	%	%	%	%	25
		19-feb	05-mar	02-abr	16-abr	23-abr	30-may	18-jun	Junio%
Panorama	1	64	72	98	100	100	100	100	100
	2	69	74	98	100	100	100	100	100
	3				0				
	4	60	70	95	100	100	100	100	100
	5				0				
	6	29	29	29	29	29	29	30	30
	7				0				
	8	2	2	2	2	2	17	32	33
	9	56	59	66	72	79	100	100	100
	10	17	17	17	17	17	22	32	33
	11	30	31	43	49	51	59	75	89
	12	56	59	66	72	75	100	100	100
	13	41	43	48	54	57	82	89	98
	14				0		0	2	2
	15				0		0	2	2
	16	30	30	32	35	36	59	65	76
	17	30	30	30	31	34	50	55	62
	18		81	98	100	100	100	100	100

Predio	casa	% 19 Feb	% 5 Marzo	%2 Abril	% 16 Abril	%24 Abril	%29 Mayo	% 18 Junio	% 25 Junio
La Cabaña	1	0	0	0	0	2	2	2	2
	2	9	28	45	45	45	49	61	67
	3	2	2	2	2	2	2	2	2
	4	24	36	45	45	48	48	62	65
	5	30	40	45	45	45	45	54	62
	6	24	32	45	45	48	51	58	63
	7	40	43	57	60	60	76	85	91
	8	17	17	17	17	17	17	18	18
	9	37	42	45	46	51	54	59	64
	10	1	6	39	45	45	55	63	72
	11	0	0	0	0	0		0	2
	12	2	2	2	2	2	2	2	2
	13	45	50	62	76	87	100	100	100
	14	47	56	68	78	85	100	100	100
	15	2	2	2	2	2	2	23	26
	16	38	40	46	46	46	46	58	61
	17	31	42	43	50	50	55	73	85
	18	39	42	56	57	68	100	100	100
	19	44	46	59	64	80	100	100	100
	20	42	42	55	55	57	76	84	90
	21	42	42	46	50	50	59	62	65
	22	0	0	0	0	2	2	2	2
	1L	11	14	32	45	45	48	48	50
2L	0	2	2	2	2	2	2	2	
3L	0	0	0	2	2	2	2	2	

Predio	casa	% 19 Feb	% 5 Marzo	% 3 Abril	% 17 Abril
La Fe	1	52	60	83	100
	2		100	100	100
	3		100	100	100
	4		100	100	100
	5		100	100	100
	6		100	100	100

Predio	casa	% 20Feb	% 6 Marzo	%3 Abril	%18 Junio	% 26 Junio	
Totumos	1		100	100			
	2		100	100			
	3		100	100			
	4		100	100			
	5		100	100			
	6						
	7				100		
	8				100		
	9		20	20	34	42	43
	10				100		
	11				100		
	12				100		

Anexo E: Tiempo de ejecución de las casas entregadas en todos los predios

TOTUMOS						
CASA	INICIO	FIN	Tiempo real (d)	Tiempo activo CMU	Tiempo activo Interventoria	Tiempo Inactivo
1T	06/08/2012	05/03/2013	211	109	180	66,5
2T	15/05/2012	19/02/2013	280	109	180	135,5
3T	19/06/2012	19/02/2013	245	109	180	100,5
4T	26/04/2012	17/01/2013	245	109	180	100,5
5T	13/09/2011	09/02/2012	149	109	180	4,5
7T	10/05/2012	15/01/2013	250	109	180	105,5
8T	30/06/2012	19/02/2013	234	109	180	89,5
10T	05/04/2012	16/01/2013	286	109	180	141,5
11T	09/05/2012	16/01/2013	252	109	180	107,5
12T	11/07/2012	20/02/2013	224	109	180	79,5
SANTA CRUZ						
CASA	INICIO	FIN	Tiempo real (d)	Tiempo activo CMU	Tiempo activo Intv	Tiempo inactivo
10	02/10/2012	27/06/2013	268	109	180	123,5
15	24/08/2012	15/06/2013	295	109	180	150,5
16	30/08/2012	15/06/2013	289	109	180	144,5
17	23/08/2012	20/06/2013	301	109	180	156,5
18	24/08/2012	27/06/2013	307	109	180	162,5
19	23/08/2012	25/06/2013	306	109	180	161,5
20	22/08/2012	02/05/2013	253	109	180	108,5
21	23/08/2012	02/05/2013	252	109	180	107,5
22	24/07/2012	02/05/2013	282	109	180	137,5
24	12/07/2012	18/04/2013	280	109	180	135,5
26	23/07/2012	04/04/2013	255	109	180	110,5
27	27/07/2012	01/04/2013	248	109	180	103,5
28	08/07/2012	23/03/2013	258	109	180	113,5
29	08/07/2012	21/03/2013	256	109	180	111,5
30	17/07/2012	19/03/2013	245	109	180	100,5
32	23/08/2012	19/06/2013	300	109	180	155,5

PANORAMA						
CASA	INICIO	FIN	Tiempo real (d)	Tiempo activo CMU	Tiempo activo Intv	Tiempo inactivo
1	19/07/2012	03/04/2013	258	109	180	113,5
2	09/07/2012	03/04/2013	268	109	180	123,5
4	09/07/2012	12/04/2013	277	109	180	132,5
9	17/07/2012	17/05/2013	304	109	180	159,5
12	13/09/2012	07/05/2013	236	109	180	91,5
13	26/07/2012	27/06/2013	336	109	180	191,5
18	18/07/2012	03/04/2013	259	109	180	114,5
LA FE						
CASA	INICIO	FIN	Tiempo real (d)	Tiempo activo CMU	Tiempo activo Interventoria	Tiempo inactivo
1	14/07/2012	22/04/2013	282	109	180	137,5
2	10/05/2012	06/02/2013	272	109	180	127,5
3	14/05/2012	06/02/2013	268	109	180	123,5
4	09/05/2012	22/01/2013	258	109	180	113,5
5	09/05/2012	22/01/2013	258	109	180	113,5
6	09/05/2012	22/01/2013	258	109	180	113,5
LA CABAÑA						
CASA	INICIO	FIN	Tiempo real (d)	Tiempo activo CMU	Tiempo activo Intv	Tiempo inactivo
13	25/07/2012	21/05/2013	300	109	180	155,5
14	27/07/2012	13/05/2013	290	109	180	145,5
18	02/08/2012	25/06/2013	327	109	180	182,5
19	09/08/2012	22/05/2013	286	109	180	141,5