

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA**



**PASANTÍA DE PRÁCTICA PROFESIONAL
LA METODOLOGÍA BIM, COMO HERRAMIENTA DE CUANTIFICACIÓN DE COSTOS EN
PROYECTOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES AISLADAS**

**PRESENTADO POR:
JOSSELIN JANETH VAQUERANO ORTEGA**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
ARQUITECTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIA GENERAL: LICDO. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO : ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO : ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE ARQUITECTURA

DIRECTOR INTERINO : ARQ. MANUEL HEBERTO ORTIZ GARMENDEZ PERAZA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Pasantía de Práctica Profesional previo a la opción al Grado de:

ARQUITECTA

Título:

**LA METODOLOGÍA BIM, COMO HERRAMIENTA DE CUANTIFICACIÓN DE COSTOS EN
PROYECTOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES AISLADAS**

Presentado por:

JOSSELIN JANETH VAQUERANO ORTEGA

Trabajo de Pasantía de Práctica Profesional, Aprobado por:

Docente Asesor:

ARQ. JOSÉ ADALBERTO MOLINA

San Salvador, diciembre de 2023

Pasantía de Práctica Profesional Aprobado por:

Docente asesor:

ARQ. JOSÉ ADALBERTO MOLINA

INDICE

INTRODUCCIÓN	2		
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	3		
1 CAPITULO I - FORMULACION	4		
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5		
1.2 OBJETIVOS.....	5		
1.3 JUSTIFICACION.....	5		
1.4 LÍMITES	6		
1.5 METODOLOGÍA	6		
1.6 ALCANCES.....	6		
2 CAPITULO II – MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	7		
2.1 ANTECEDENTES DEL BUILDING INFORMATION MODEL (BIM).....	7		
2.2 EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	9		
2.2.1 LA 4ta. REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (La industria 4.0).....	9		
2.3 ORIGEN DEL BIM	9		
2.3.1 ¿QUÉ ES BIM?	10		
2.3.2 ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA BIM?	10		
2.4 EI BIM EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.....	11		
2.4.1 PAÍSES QUE LIDERAN LA ADOPCIÓN DEL BIM	12		
2.5 EL BIM EN LATINOAMÉRICA	12		
2.5.1 PROGRAMAS NACIONALES BIM EN LATINOAMÉRICA.....	13		
2.6 EL BIM EN EL ÁMBITO NACIONAL.....	14		
2.6.1 INICIATIVAS BIM EN PROYECTOS PÚBLICOS.....	14		
3 CAPITULO III – IMPLANTACION DE LA METODOLOGIA BIM EN UN PROYECTO	15		
3.1 ENTORNO COLABORATIVO.....	16		
3.1.1 APLICACIÓN Y PRODUCTO DEL ENTORNO COLABORATIVO	16		
3.2 METODOLOGÍA	17		
3.3 PROCEDIMIENTOS COLABORATIVOS ENTORNO AL BIM.....	18		
3.4 EL PROTOCOLO BIM.....	18		
3.4.1 OBJETIVOS DE UN PROTOCOLO BIM.....	19		
3.4.2 ALGUNAS CONSIDERACIONES IMPORTANTES RESPECTO A LOS PROTOCOLOS BIM.....	19		
3.4.3 PROTOCOLO BIM Y PLAN DE EJECUCIÓN BIM	20		
3.5 PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB).....	20		
3.5.1 OBJETIVOS DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM	21		
3.5.2 BENEFICIOS DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM – PEB.....	21		
3.6 ROLES Y PERFILES BIM.....	21		
3.6.1 BIM MANAGER.....	21		
3.6.2 COORDINADOR BIM	22		
3.6.3 ESPECIALISTA BIM	22		
3.6.4 NIVEL DE DETALLE DE LOS ELEMENTOS MODELADOS	22		
4 CAPITULO IV – APLICACIÓN DEL BIM	24		
4.1 MODELO BASE “CASA LA LADERA” (CAD).....	25		
4.2 MODELO DE CAMBIOS “CASA LA LADERA” (REVIT).....	25		
4.3 TABLAS DE MEDICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES	26		
4.4 GESTION DE CAMBIOS METODOLOGIA BIM VERSUS GESTION DE CAMBIOS METODOLOGIA TRADICIONAL.....	27		
4.5 EJECUCIÓN DE LA GESTIÓN DE CAMBIOS.....	28		
CONCLUSIONES.....	29		
RECOMENDACIONES.....	29		
BIBLIOGRAFÍA	30		
ANEXOS	30		

INTRODUCCIÓN

La metodología BIM (Building Information Modeling) modelado de información para la construcción, es la base de la transformación digital más actual en la industria. BIM consiste en crear modelos de información; es una metodología basada en el trabajo colaborativo y la interoperabilidad de los agentes involucrados en un proyecto, los softwares que permiten este tipo de metodología son: Revit, ArchiCAD, Allplan, Microsoft Excel entre otros. Para este estudio, se usará el software Revit.

La aplicación del BIM en el modelo de vivienda, consiste en agilizar procesos constructivos, procesos de medición y cuantificación, realizando pruebas de colisiones entre especialidades, asignando parámetros de costos a un modelo y así obtener los entregables requeridos.

Los países del mundo que actualmente lideran la adopción del BIM en sus proyectos constructivos son: EL reino unido, Alemania y Rusia. A nivel de Latinoamérica, existe la “Red BIM de gobiernos Latinoamericanos”, El Salvador no forma parte de este, sin embargo, muchas empresas locales, dan sus primeros pasos en la implementación de esta metodología.

El presente documento se desarrolla en 4 capítulos:

Capítulo I. Formulación: En este se describe el planteamiento del problema al cual se le quiere dar solución, seguidamente el objetivo general, objetivos específicos, justificación, límites y alcances para poder determinar e identificar lo que se pretende solucionar con el presente documento.

Capitulo II. Marco Teórico Conceptual: Se parte de los antecedentes que dan lugar a la existencia de esta metodología, se definen conceptos relacionados a: Origen del BIM, el BIM en el ámbito internacional, el BIM en el ámbito Latinoamericano y el BIM en el ámbito Nacional.

Capitulo III. Implantación de la Metodología BIM en un proyecto: Se inicia con el desarrollo de un entorno colaborativo que da lugar a la creación de una metodología de trabajo, procedimientos

colaborativos en torno al BIM, El protocolo BIM, Plan de Ejecución BIM (PEB), finalizando con Los Roles y Perfiles BIM que deben poseer los agentes involucrados para desarrollar esta metodología.

Capítulo 4. Aplicación del BIM: El uso y aplicación de la metodología permite obtener entregables que, van desde material gráfico como planos, secciones, elevaciones etc. Hasta tablas de medición y cuantificación de materiales, presupuesto, pruebas de colisiones entre especialidades entre otros.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Autocad: Software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D.

Autodesk: Compañía estadounidense dedicada al software de diseño en 2D y 3D para las industrias de manufacturas, infraestructuras, construcción, medios y entretenimiento y datos transmitidos vía inalámbrica.

B

BIM: Building Information Modeling (Modelado de información de la construcción)

C

CAD: Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computador)

CASALCO: Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción

CDE: Common Data Environment (Entorno Común de Datos)

H

Hardware: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

L

LOD: Level of Development (Nivel de Desarrollo)

Define el nivel de desarrollo o madurez de información que posee un elemento del modelo, y este es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio.

M

MEP: Mechanical, Electrical and Plumbing:

Mecánico (Sistemas de ventilación y climatización, protección contra incendios)

Eléctrico (Iluminación, Alta-Baja Tensión,)

Plomería (suministro de agua y drenaje)

MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transporte

N

NavisWorks: Es una poderosa solución para la revisión de proyectos de ingeniería que soporta la coordinación, análisis y comunicación del diseño y procesos constructivos.

P

PEB: Plan de Ejecución BIM

Plan Piloto: experimentación que se realiza por primera vez con el objetivo de comprobar ciertas cuestiones. Se trata de un ensayo experimental, cuyas conclusiones pueden resultar interesantes para avanzar con el desarrollo de algo.

R

Revit: Software ampliamente utilizado para modelaje y documentación de proyectos de construcción civil, siendo hoy un prerequisite para cualquier profesional que desee actuar en las áreas de arquitectura, ingeniería y diseño de interiores.

S

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

CAPITULO 1. FORMULACIÓN



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas desarrolladoras de proyectos inmobiliarios, se ven afectadas si desde, la fase de iniciación, no cuentan con el personal altamente calificado para revisión y aprobación de recursos, de los cuales depende el éxito de un proyecto.

Dado el caso que, nadie supervisa y aprueba bajo una visión de calidad y distribución lógica de diseño; el proyecto de diseño, la empresa corre el riesgo de someterse a corregir ciertos errores que serán visibles hasta la fase de ejecución.

Durante el desarrollo del proyecto: Casa La Ladera, en campo se corrigen errores que pudieron ser evitados bajo una supervisión de especialidades previa al proyecto de diseño definitivo, también, si se hubiera contado anticipadamente con los modelos 3d del proyecto, estos errores que no son visibles en 2D, fuera más fácil visualizarlos con un modelo que incluya todas las disciplinas con las que este se compone (Arquitectura, estructura, hidráulica y eléctrica) . Contar con la mayor información de un proyecto a través de un modelo 3D, no solo minimiza errores, sino que puede ser una herramienta importante que pueda ahorrar costos, tiempo y facilitar la ejecución cuando surgen cambios durante la fase de proyecto, pero también, durante la fase de obra. También, al querer innovar en el rubro, lanzando nuevas políticas por parte de la empresa desarrolladora, donde se ve involucrada la opinión y decisión del cliente, para que, en la fase de pre-construcción pueda requerir cambios respecto del modelo inicial.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar mediante el uso de herramientas tecnológicas, una metodología que permita efectuar cambios en el modelo de vivienda unifamiliar aislada; casa la ladera, esta, evaluara parámetros de cantidades y costos para generar documentación gráfica.

Objetivos Específicos

1. Desarrollo del modelo BIM, como herramienta para optimizar el tiempo en costos y cambios previos a la ejecución en obra.

2. Comparación entre la realización de cambios desde el punto de vista gráfico y presupuesto.
3. Definir los requerimientos humanos y técnicos para poder desarrollar el modelo BIM que permita optimizar el tiempo en los cambios de diseño.
4. Definir los requerimientos del modelo BIM para ser solicitado a los contratistas que desarrollan el diseño y que este pueda ser posteriormente modificado.

1.3 JUSTIFICACION

La razón de aplicación del BIM en el proyecto casa la Ladera, consiste en agilizar procesos constructivos que se ven interrumpidos por la realización de muchos cambios en la fase de obra, cambios que involucran consecutivamente a todas las especialidades con las que cuenta el modelo de vivienda.

La metodología BIM, permite ver anticipadamente, en la etapa de diseño, cualquier conflicto que pueda afectar el desarrollo del proyecto, facilitando y optimizando tanto el tiempo como los recursos al momento de generar la información gráfica requerida, para entregar a los agentes involucrados en la fase de obra.

La aplicación de la metodología, permite actualizar los cambios en 3d, tener una mejor visualización de como se vera en obra, cuantificar los materiales y costos que el cambio conlleva y de esta manera agilizar los procesos constructivos que se ven interrumpidos por la dinámica de prueba y error, construcción y demolición.

1.4 LÍMITES

- Falta de implementación por parte de la empresa, sobre el software Revit y la metodología BIM.
- Falta de comunicación entre los encargados de obra y el resto del equipo, al momento de generar los cambios.
- Manejo de información desactualizada.
- Por falta de conocimiento de algunas especialidades, se optó por indagar sobre especificaciones con los subcontratados especialistas.
- La presentación del proyecto se hará bajo estándares establecidos por acuerdo de confidencialidad entre las partes.

1.5 METODOLOGÍA

El proceso metodológico con el que se desarrollará el presente trabajo ("La metodología BIM, como herramienta de cuantificación de costos en proyectos de viviendas unifamiliares aisladas") se basará en la implementación del BIM orientado a la gestión de cambios. Este método involucrará el uso del software Revit y NavisWorks.

Se partirá con información de planos 2d y presupuesto para un modelo de vivienda unifamiliar aislado, se implementará una guía que dé partida a la generación de un modelo 3d, este, será dotado con toda la información necesaria para generar los entregables. Se elaborarán 2 modelos 3d, el primero partirá del modelo inicial y el segundo será un submodelo que se verá afectado por una lista de cambios que le darán razón de ser a esta metodología, se simulara la metodología tradicional de cambios versus la metodología BIM, a partir del tiempo que esto conlleva, se evaluarán las ventajas y desventajas del uso de la metodología propuesta.

1.6 ALCANCES

La información planteada, busca incentivar a los profesionales del área a que opten por hacer uso de nuevas tecnologías en el área de la construcción, tecnologías que de una u otra manera, les ayudaran a optimizar sus tiempos al momento de desarrollar proyectos constructivos.

Sociales:

- Que la Universidad amplie el contenido de estudio sobre el tema, en la materia electiva: Técnicas de Presentación Digital
- Que la Universidad incluya en sus planes de estudio, una maestría donde se implemente el uso de nuevas tecnologías, como lo es la metodología BIM

Técnico/Constructivos:

- Desarrollar una metodología que permita agilizar los tiempos al momento de presentarse cambios durante la etapa de obra en un proyecto.
- Visualizar con anticipación, posibles errores de diseño en la etapa de diseño de un proyecto.
- Obtener los extraíbles necesarios para poder comprender la composición y posibles conflictos entre todas las disciplinas involucradas en un modelo de vivienda.

Económicos:

- Dotar al modelo 3d con parámetros de costos correspondientes a cada elemento modelado.
- Cuantificar todos los elementos de las disciplinas que componen al modelo 3d
- Obtener el presupuesto de un proyecto a partir del modelo 3d de este.



CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES DEL BUILDING INFORMATION MODEL (BIM)

Los siguientes acontecimientos históricos, dan lugar a la existencia de la metodología BIM en el mundo, partiendo desde la Revolución digital hasta el nuevo milenio.

Cuadro: 1 Antecedentes al BIM

Revolución Digital	ANTECEDENTES AL BIM			
	Equipos digitales avanzados	Surgimiento de las computadoras	World Wide Web	El nuevo Milenio
También llamada 3ra. Revolución industrial.	1947: Invención del transistor.	1,969 envío del primer mensaje a través de Arpanet.	Surgimiento del sistema de transmisión de datos (WWW)	Teléfonos móviles en masa
Origen 1940	1950-1960: Tarjeta de crédito Código de barras Primer disco duro Etc....	Arpanet: medio resistente para enviar datos militares y conectar principales grupos de investigación.	1,996: El internet como fuente global de información	Uso intensivo del internet
Proceso que aún sigue en desarrollo		1,970: Aparecieron las primeras computadoras y las primeras consolas de videojuegos.		Estandarización de la señal HDTV
		1,980: Uso y acceso público a las computadoras Cajeros automáticos Tecnología GCI en cine y Tv. Teléfono móvil Cámara Digital Tinta electrónica		2,010: interconectividad de dispositivos a través de redes móviles e internet
				Redes sociales
				Almacenamiento de datos en la nube

Fuente: elaboración propia

2.2 EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

La industria de la construcción es, de cierta manera, uno de los indicadores del desarrollo económico que representa un país en un momento determinado; los modos de construcción, implementación de nuevas tecnologías, uso de nuevos materiales etc. Son la prueba evidente de la evolución en una sociedad.

Cuadro: 2 Evolución de la industria de la construcción

Evolución de la industria de la construcción

1ra. Revolución Industrial	<ul style="list-style-type: none">• El tren• Nuevas vías de comunicación
2da. Revolución Industrial	<ul style="list-style-type: none">• Producción en masa• Energía eléctrica• Invención del acero
3ra. Revolución Industrial	<ul style="list-style-type: none">• Surgimiento de la electrónica• Surgimiento de la informática• Diseño asistido por computadora
4ta. Revolución Industrial	<ul style="list-style-type: none">• Sistemas físicos cibernéticos• Digitalización de la información• Realidad aumentada

fuentes: elaboración propia

2.2.1 LA 4ta. REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (La industria 4.0)

Concepto acuñado por Klaus Schwab, fundador y ejecutivo del Foro Económico Mundial, aseveró que “La Cuarta Revolución Industrial”

¹ ¿Qué sabes de la cuarta revolución industrial?: <https://www.crowe.com/>

está caracterizada por una fusión de tecnologías que están borrando las líneas entre lo físico, lo digital y lo biológico.

Sus inicios se dan alrededor de 2014, con la aparición de las fábricas inteligentes y la gestión on line de la producción.

Aspectos importantes:

- Revolución de los datos y el big data.
- Almacenamiento masivo
- El internet de las cosas
- La inteligencia artificial¹

2.3 ORIGEN DEL BIM

1,974: Charles Eastman, fue el primero en difundir el concepto de modelo de información de edificación, como un sinónimo de BIM, los siguientes son acontecimientos y fechas importantes para el origen del BIM:

- Manejo de datos utilizando métodos de computación
- Ensamble de hardware y un sistema de definición geométrica
- 1984: Graphisoft de Hungría, empresa pionera en la aplicación del concepto BIM en ArchiCAD
- BIM se vincula con hardware y software de procesamiento de datos
- 2,002: Autodesk nombro el sistema, mas no lo invento
- 2,004: Autodesk Revit en Arquitectura, posteriormente estructuras, mecánica, eléctrica y plomería.

La empresa Autodesk determinó tres características para el BIM:

- Bases de datos digitales
- Gestión de cambios en los datos y geometría
- Captura y preservación de la información para usos futuros

De esta manera el término Building Information Modeling, propuesto por Autodesk, era meramente descriptivo de sus nuevos productos, sin embargo, logró que el 80% del mercado de software utilizara un mismo concepto unificado. De esta manera, Graphisoft también utilizó BIM como término en sus productos.

Autodesk comenzó utilizar el concepto BIM desde 2002 cuando compró la compañía texana Revit Technology Corporation por 133 millones de dólares, mientras que otros postulan que fue el profesor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology fue el primero en difundir el concepto de modelo de información de edificación, como un sinónimo de BIM, a inicios de los setenta en numerosos libros y artículos académicos.

Sin embargo, parece haber un consenso generalizado acerca de que Jerry Laiserin fue quien lo popularizó como un término común para la representación digital de los procesos de construcción, con el objetivo de intercambiar e interoperacionalizar información en formato digital.

Esta capacidad hoy es ofrecida por diferentes proveedores tecnológicos como: Bocad, Tekla, Nemetschek, Sigma, Design, Autodesk, Stru cad de Ace cad Software, Bentley System, AVEVA Solutions, Graphisoft, ACCA software, sds/2 por Design Data (líder en ingeniería de detalle), CAD Details, Dlubal Software, entre otros.

Por otra parte, el concepto de BIM, en el área de la arquitectura y la construcción, presenta varias opciones en cuanto a plataformas y software para su implementación. En 1978 se presentó la primera versión de Sigma Graphics, desarrollado por Sigma Design International, de Alexandria, Luisiana, el cual posteriormente se denominó ARRIS CAD en el año de 1984: un entorno completamente dedicado a la arquitectura y la construcción. Este software originalmente fue desarrollado para entornos multitarea tales como UNIX/XENIX y actualmente trabaja bajo sistemas operativos de Windows.

Sin embargo, sólo actualmente existen la tecnología informática y la infraestructura de telecomunicaciones necesarias para permitir operar en tiempo real sobre un único modelo desde diferentes puestos de

trabajo. El estudio, la obra, la oficina del contratista, el despacho del cliente... Entre otros, de esta manera todos los involucrados tienen acceso a la misma información, ya que los cambios se actualizan y se propagan sincronizada mente.

El modelado BIM de un edificio no sólo es útil para gestionar y optimizar los recursos invertidos en su construcción: es también una herramienta eficaz para gestionar cualquier modificación a realizar en el durante su vida útil, analizar su consumo energético simulando diferentes entornos y soluciones, y tomar decisiones en cuanto a inversión y rentabilidad basadas en datos reales, dimensionados y georreferenciados.²

2.3.1 ¿QUÉ ES BIM?

El Building Information Modeling es un sistema de gestión de las obras de construcción que está basado en el uso de un modelo tridimensional virtual relacionado con bases de datos. (Fundación Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña)

BIM (Building Information Modeling) es la base de la transformación digital en el sector de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC). (Autodesk).

2.3.2 ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA BIM?

Es cualquier solución tecnológica que participa en la creación y gestión de los modelos BIM a lo largo del ciclo de vida de las construcciones, planificación, diseño, construcción, uso, mantenimiento y deconstrucción.

La tecnología BIM pueden ser bases de datos, aplicaciones de *software* y herramientas de *hardware*.

En relación con los procesos, las metodologías BIM permiten que los agentes del proceso constructivo generen conocimiento y lo

² Origen del BIM: <https://es.scribd.com/document/347456551/Origen-Del-Bim#>

compartan en un entorno plenamente colaborativo para hacer más eficientes todos los aspectos de los edificios o las infraestructuras.

2.4 EI BIM EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL

El mercado global de modelado de información de construcción se valoró en 2014 en USD 3.58 mil millones y se esperaba que se duplicaría para 2020, a una tasa compuesta anual del 15% entre 2015 y 2020. Este crecimiento, hasta cierto punto se ha visto afectado por el impacto de la pandemia, lo que ha disminuido su desarrollo.

En enero de 2019 se puso en funcionamiento la norma ISO 19650. Norma internacional especialmente desarrollada para la implementación BIM. Esta se encuentra estrechamente alineada con los estándares británicos actuales 1192. En el primer trimestre de 2019 se han publicado las dos primeras normas internacionales de la serie ISO 19650:

BS EN ISO 19650-1: Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 1: Conceptos y principios (Concepts and Principles)

BS EN ISO 19650-2: Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 2: Fase de producción de los activos (Delivery phase of the assets)

Son muchos los países en el mundo que han adoptado este sistema, por el momento Europa es el líder en su adopción. Algunos dan sus primeros pasos desde proyectos públicos, ya que son los gobiernos los que piden su implementación y lo exigen, pero también las grandes empresas implementan el sistema para optimizar sus tiempos y agilizar los procesos en sus proyectos.

Cuadro: 3 Evolución de la industria de la construcción

Ámbito Internacional	
Reino Unido	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación 2016 - Proyectos Públicos - Aplicación de 80% del sector
Alemania	<ul style="list-style-type: none"> - Desde 2017 obligatorio para proyectos de más de 100 millones de euros - Desde 2020 obligatorio para proyectos públicos - Aplicación de 70% del sector
Rusia	<ul style="list-style-type: none"> - Estandarización y exigencia: Rusia el líder - Implementación de 15 estándares nacionales y 8 conjuntos de reglas - Desde 2022 obligatorio para proyectos públicos
América del Norte	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación 2009 - Proyectos Públicos - Aplicación del 70% del sector
Singapur	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación 2008 - Proyectos Públicos - Se exige desde 2015
China	<ul style="list-style-type: none"> - Adopción del 90% en 2020 - Objetivo: Tener un sistema BIM nacional - El gobierno promueve la adopción

Fuente: elaboración propia

2.4.1 PAÍSES QUE LIDERAN LA ADOPCIÓN DEL BIM

- El Reino Unido: tiene el mayor número de empresas de construcción que utilizan BIM en el nivel 2 y más allá. Sigue siendo líder en el uso y la implementación más tempranos de BIM en proyectos de construcción. Desde 2016, todos los proyectos financiados por el estado deben usar al menos BIM nivel 2, y esto ha llevado a un aumento en la conciencia y el uso de BIM en la última década. Para proyectos privados, se recomienda el uso de BIM, pero no es obligatorio. Actualmente, solo el 62% de las pequeñas empresas en el Reino Unido utilizan activamente BIM, en comparación con el 80% de las grandes empresas
- Alemania: Aproximadamente el 70% de las empresas de construcción alemanas utilizan BIM en diferentes niveles. Sin embargo, la mayoría son arquitectos y empresas de diseño, que utilizan BIM en la fase de diseño en lugar de la construcción y la operación. Desde 2017, BIM es obligatorio para proyectos por valor de más de 100 millones de euros. Y a partir del 31 de diciembre de 2020, BIM se convirtió en obligatorio para todos los contratos públicos relacionados con la construcción de infraestructura federal.
- Rusia: La tecnología BIM es utilizada por grandes promotores inmobiliarios y empresas de construcción que operan en las ciudades más grandes como Moscú, San Petersburgo, Kazán, Ufa, Ekaterimburgo. Cuando se trata de legislación que estandariza y exige BIM, Rusia es el líder indiscutible y, en la actualidad, existen 15 estándares nacionales (GOST) y ocho conjuntos de reglas para el modelado de información en el país. A partir de marzo de 2022, se requiere que todos los proyectos gubernamentales utilicen tecnología BIM, y hay más legislación en trámite.³

³ ¿Qué países lideran la adopción del BIM?: <https://constructivo.com/noticia/que-paises-lideran-la-adopcion-de-bim-1625778685>

2.5 EL BIM EN LATINOAMÉRICA

La Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos es una organización que agrupa ocho países de la región (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay) en un esfuerzo colaborativo por acelerar los procesos nacionales de transformación digital, apuntando a la implementación de Building Information Modeling (BIM) en el sector de la construcción.

Esta red cuenta con comités estratégicos tanto de alianzas públicas, alianzas privadas, formación de capital humano, lineamientos de estándares comunes, entre otros.

En América Latina, Autodesk a través de AutoCAD, influye en el sector de la construcción, razón por la cual muchas personas confunden que BIM fue un invento de la compañía, o se refieren a BIM como Autodesk Revit, el software. Sin embargo, esto no es así, BIM no es Revit, BIM es un proceso.

Los distintos actores del sector inmobiliario deben conocer estos procesos y herramientas tecnológicas, ya que los sistemas BIM son resultado de una gran optimización de todas las acciones que intervienen en el proceso de construcción y gestión de una edificación, cuyo beneficio se ve reflejado en la reducción de costos y plazos de ejecución.

Los avances BIM en Latinoamérica, no solo son ejecutados por entidades dependientes de los gobiernos, sino también, las empresas privadas locales y las grandes inversiones extranjeras que llegan a los países latinoamericanos, estos exigen el uso de BIM en sus proyectos son muchos los países que se quedan fuera de la red BIM de gobiernos Latinoamericanos, pero esto no quiere decir que obvian la implementación de esta metodología, los países que no forman parte de esta red y ejecutan BIM, se amparan a las normas ISO correspondientes al uso de BIM o adoptan los criterios de los países que tienen las bases bien cimentadas en cuanto a normativas y leyes que su implementación implique.⁴

⁴ Red BIM de gobiernos Latinoamericanos: <https://redbimgoblatam.com/>

2.5.1 PROGRAMAS NACIONALES BIM EN LATINOAMÉRICA

Los países pertenecientes a la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos, tienen entre sus planes de gobierno los siguientes programas nacionales BIM Latinoamericanos, estos se dan a mediano y largo plazo.

Ilustración 1: Red BIM de gobiernos Latinoamericanos



fuelle: <https://redbimgoblatam.com/>

2.6 EL BIM EN EL ÁMBITO NACIONAL

El Salvador actualmente, se encuentra en su mayor auge en la construcción, los niveles de inversión tanto pública como privada han aumentado en los últimos años. Tal es el caso que, para el 2,023 la construcción proyecta un crecimiento del 13% y una inversión de \$1,800 millones.⁵

El Salvador no forma parte de la red BIM de gobiernos Latinoamericanos, tampoco tiene estándares ni normativas para su aplicación, sin embargo, se está haciendo un esfuerzo por querer adoptar esta metodología, tanto por entidades públicas como por entidades privadas. El modo de cómo se está intentando adoptar el sistema localmente, es capacitando a los profesionales y futuros profesionales sobre la metodología BIM, existen talleres con carácter gubernamental, cursos que se imparten en centros de capacitación y educación tanto privados como públicos.

El principal financiador en la adopción del sistema en el ámbito público en El Salvador es el BID (Banco Interamericano de Desarrollo).⁶

Estudios de Arquitectura, Consultores estructuralistas, desarrolladoras urbanas, empresas del rubro eléctrico, Hidráulico etc... Están avanzando en la aplicación del BIM en El Salvador. Si bien es cierto, el BIM se desarrolla bajo una modalidad compartida y colaborativa, muchas de estas empresas trabajan bajo subcontratos unas con otras para poder llegar a un modelo final con todas las especialidades o bajo los requerimientos solicitados por los clientes.

Algunos proyectos privados con aplicación BIM en El Salvador

- Centro de datos TIER III y complejo de edificios de oficinas corporativas de Banco Agrícola
- Millenium Plaza
- Vistas 75 (El más completo en el uso y la aplicación de la metodología hasta el momento)

⁵ Diario el mundo: director ejecutivo (CASALCO): José Antonio Velásquez
<https://diario.elmundo.sv/economia/el-sector-de-construccion-preve-un-crecimiento-de-13-para-2023>

2.6.1 INICIATIVAS BIM EN PROYECTOS PÚBLICOS

El Salvador tiene entre sus planes de gobierno, iniciativas de aplicación de la metodología BIM (ver cuadro:4 iniciativas BIM locales)

Cuadro: 4 Iniciativas BIM Locales

Iniciativas BIM			
Actores	Iniciativas	Implementación	Proyectos
2019 El Minsal El BID La GIZ	Plan Piloto, Proyecto de construcción pública.	Talleres con los actores involucrados.	Hospital de la zona norte de San Salvador BIM en diseño de Centro Especializado de enfermedades no Transmisibles
2020 El BID	Análisis de capacidades de la unidad ejecutiva (UE)	Capacitación del equipo técnico	Programa de redes integradas de salud del MINSAL
2021 El gobierno El BID	Mapeo de actores institucionales de la construcción civil	Mas de 70 instituciones públicas y privadas La mayoría declaro conocer BIM, el 77% nunca lo ha implementado	
Marzo 2023 Ministro de obras públicas y transporte	Taller de estrategias para la implementación BIM en (MOPT)		Optimizar el uso de recursos y mejorar los procesos que lleven a la construcción de infraestructura publica

fuerza: elaboración propia

⁶ El Salvador avanza en el uso de Building Information Modelling: cuatro lecciones para la región: <https://www.mop.gob.sv/mopt-participa-en-taller-para-la-implementacion-del-bim-en-la-institucion/>



CAPITULO 3. IMPLANTACIÓN DE LA METODOLOGÍA
BIM EN UN PROYECTO

3.1 ENTORNO COLABORATIVO

El entorno colaborativo, es un sistema que organiza y estimula la influencia recíproca entre los diferentes integrantes de un grupo. Con el motivo de poder maximizar tanto el aprendizaje individual como el colectivo. La consigna del aprendizaje colectivo es que se puede aprender mucho más gracias a la interacción con los demás integrantes de un equipo que si se afronta ese mismo trabajo por cuenta propia. Dicho de otra manera: el trabajo colaborativo resultará más productivo y enriquecedor que la suma de los trabajos de cada miembro por separado.⁷

Características de un entorno colaborativo

- Integración
- Colaboración interna
- Comunicación
- Respeto

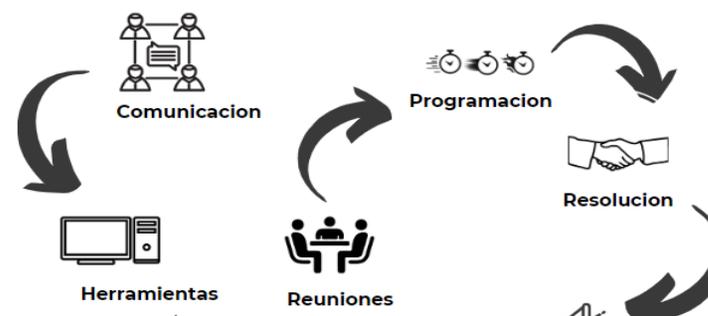
3.1.1 APLICACIÓN Y PRODUCTO DEL ENTORNO COLABORATIVO

La implementación de la metodología, consiste en agilizar procesos, tanto constructivos en campo como documentales en oficina. Para lograr obtener los resultados, es necesario involucrarse en los departamentos internos requeridos y de esta manera generar un entorno colaborativo con todos los agentes involucrados.

Este proceso de involucramiento en las diferentes áreas, permite obtener información diversa del proyecto, información no solo documental y gráfica, sino también información confidencial, como lo es el presupuesto.

El procesamiento de toda la información obtenida mediante el entorno colaborativo, trae consigo desarrollar actividades y tareas que producen un proceso metodológico el cual se detalla a continuación.

Esquema:1 Proceso del entorno colaborativo



fuelle: Elaboración propia

Cuadro: 5 El entorno colaborativo

Nº	PROCESO
1	Es importante tener fuentes de información directa tanto en campo como en oficina, de esta manera, la información fluye y llega a todos los agentes involucrados al mismo tiempo.
2	Es indispensable contar con todas las herramientas de software y hardware requeridas para poder desarrollar los procesos
3	Las constantes reuniones con los especialistas son indispensables ante posibles conflictos y cambios.
4	La programación y ejecución de visitas de campo, permite tener una mejor visualización del proyecto, se logra pasar de lo gráfico a lo real.
5	Ante el surgimiento de conflictos, es indispensable que sean vistos y tratados en conjunto, esto permite tener una mejor visualización para la resolución de estos.
6	El manejo de toda la información, debe ser abordado y del completo conocimiento de la misma manera y al mismo tiempo por todos los agentes involucrados.

fuelle: Elaboración propia

⁷ WWW.RRHHDigital.com: Los entornos colaborativos: una nueva forma de trabajar

3.2 METODOLOGÍA

Debido a que no existe un PEB (Plan de Ejecución BIM) de la empresa que diseña y construye, se desarrollará una guía para registrar todos los aspectos a desarrollar en un proyecto utilizando la metodología BIM, esta guía será utilizada para la creación del modelo 3D a partir de la información 2D y presupuestos proporcionados por la empresa que desarrolla el proyecto. (Ver anexo N°1 y anexo N°2)

Cuadro: 6 Metodología para implementar BIM

N°	PROCESO
1	La información documental 2D compartida, al igual que presupuesto por parte de la empresa desarrolladora; esta fue estudiada y analizada.
2	Se realizan visitas de campo al proyecto para verificar y aprobar la información compartida, se comparan los planos con lo construido.
3	Se desarrolla un modelo 3D siguiendo los lineamientos compartidos en la información 2D y lo visto en campo.
4	El modelo 3D se somete a prueba de conflictos entre especialidades, en el Software NavisWorks.
5	Se corrigen los conflictos en el modelo si estos han sido encontrados luego de la prueba.
6	Se asignarán parámetros de costos y se desarrollara una nomenclatura de familia para cada elemento del modelo.
7	Al no obtener información interna sobre el presupuesto de algunos elementos del modelo, se opta por asignar un valor aproximado, estos costos se identifican con el check de los cuadros en el apartado: verificación documental.
8	Se genera un listado de cambios donde se ven involucradas las especialidades, de esta manera se podrá realizar la evaluación y dar razón de ser a este documento orientado a la gestión de cambios.
9	Se miden los tiempos entre, el uso de la metodología tradicional (CAD) y la metodología BIM, para analizar las ventajas y desventajas de los sistemas.

fuelle: Elaboración propia

Documentación de Procesos Constructivos:



Ilustración 2: Encofrado de viga perimetral, losa jardín interior



Ilustración 3: Instalación de Adoquín 10x10 en cochera

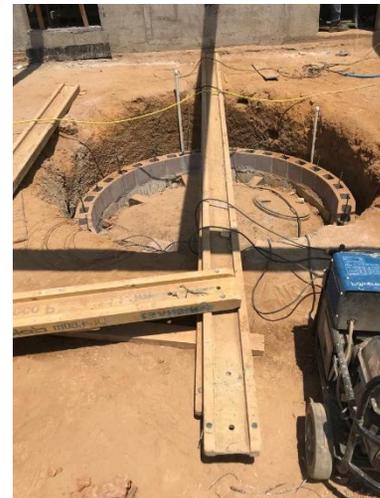


Ilustración 4: Instalación de Tanque Cisterna 10,000 L.



Ilustración 5: Empotramiento de Armadura de gradas

3.3 PROCEDIMIENTOS COLABORATIVOS ENTORNO AL BIM

Para desarrollar un proyecto bajo metodología BIM, la información y el intercambio de datos debe gestionarse de forma estructurada y segura, y esto requiere la utilización de un *CDE*, *Common Data Environment* o Entorno colaborativo: un espacio digital común abierto al que pueden acceder todos los miembros del Equipo de trabajo para compartir información del proyecto.

En un *CDE* se puede distinguir cuatro fases, y por lo tanto cuatro áreas por categoría de información:

- Área WIP, Work In Progress o Trabajo en desarrollo. Es el área donde los miembros del Equipo de Diseño del Proyecto o de Dirección de Construcción desarrollan su trabajo. Se utiliza para contener información no aprobada.
- Área Compartido. Es el área donde los miembros del Equipo de Diseño del Proyecto o de Dirección de Construcción comparten información entre sí.
- Área Publicado. Es el área donde los miembros del Equipo de Diseño del Proyecto o de Dirección de Construcción comparten información con el Cliente.
- Área Archivado. El área Archivado del *CDE* se utiliza para alojar información en desuso o reemplazada, además de los modelos As built y AIM, este último para gestión de activos.

En el *CDE* o Entorno colaborativo se deben establecer:

- Flujos de intercambio de información. Puertas o procedimientos de aprobación que permiten que la información pase entre las distintas áreas.
- Validación. Criterios de verificación y aprobación del modelo de información que garanticen que los datos son correctos y adecuados para su propósito, y están optimizados para su uso.

- Comunicación. La comunicación entre el *Equipo de trabajo* es indispensable. Todos los agentes que intervienen en el desarrollo de un *Proyecto BIM* deben estar al tanto de cualquier modificación que surja en el modelo, en el *Plan de Ejecución BIM*, etcétera.
- Documentación. Esto es: una estructura de directorios; criterios de nomenclatura para archivo de proyecto, tipos en familias estándar, familias estándar, tipos en familias estándar, materiales, niveles, vistas, planos, etcétera.⁸

3.4 EL PROTOCOLO BIM

Es la hoja de ruta que sienta las bases del flujo de trabajo de cada persona involucrada. Es indispensable en la ejecución de cualquier construcción BIM y, por lo tanto, un conocimiento básico para los profesionales de esta área.

Un protocolo BIM es un documento en el que se asientan indicaciones, reglas y estándares para todos los involucrados en la ejecución de un proyecto. Su enfoque principal está en la definición de roles, es decir, que cada persona sepa cuál es su papel, las funciones que va a desempeñar y las responsabilidades que debe atender. El documento también recoge el marco legislativo dentro del cual se desarrolla la obra, así como las herramientas tecnológicas y softwares que se van a usar.

El protocolo BIM deriva del contrato entre el cliente y la empresa encargada de desarrollar el proyecto. Esto significa que no rige ninguna relación entre terceros como proveedores, consultores externos u otras empresas subcontratadas por la primera. En esos casos, los involucrados deberán acordar sus propias condiciones de colaboración en un documento adicional. Sin embargo, sí que es importante que todas las partes tengan una copia del protocolo BIM para que sigan los mismos criterios y haya claridad en las condiciones generales.

⁸ ESPACIO BIM: <https://www.espaciobim.com/estandar-bim-empresa-aec>

3.4.1 OBJETIVOS DE UN PROTOCOLO BIM

La creación e implementación de un protocolo BIM debe cumplir con varios objetivos para considerarse exitosa. Aunque cada equipo de trabajo puede establecer los suyos y desarrollar su propio protocolo, hay algunos que son comunes a la mayoría de los casos.

- Producción de modelos de información

Este es uno de los aspectos más importantes del protocolo BIM y se trata de establecer la estructura de los datos que se usarán en los modelos digitales. Involucra desde los servidores en los que serán alojados dichos datos hasta la manera en la que se organizan y se ponen a disposición de los involucrados en cada etapa del proyecto. También, los criterios de acceso y las jerarquías en lo que a confidencialidad se refiere.

- Optimización del trabajo colaborativo

En el protocolo BIM se definen los roles del proyecto y las personas que se ocuparán de cada uno de ellos. Ahora bien, es importante hacer una aclaración y es que un mismo rol puede ser llevado a cabo por varios colaboradores, ya que no se trata de un cargo o puesto de trabajo, sino de un conjunto de responsabilidades.

De igual forma, una persona puede encargarse de funciones que corresponden a dos roles diferentes. Por ejemplo, un arquitecto podría ocuparse de la estructura de los módulos de información, algo habitual en el rol de revisor BIM y, al mismo tiempo, administrar cómo se comparte dicha información entre los distintos agentes del proyecto, tarea asociada al coordinador BIM.

- Definición de estándares de trabajo

El protocolo BIM establece las pautas generales en las que se desarrollarán las obras en materia de tecnología. Entre otras cosas, esto incluye la definición de softwares y herramientas, desde el programa BIM principal hasta las apps secundarias que lo complementen en ciertas funciones específicas.

También, se desglosa la legislación vigente aplicable a la construcción. Abarca desde permisos y aspectos administrativos hasta temas ecológicos o de seguridad del personal.

- Establecimiento de criterios contractuales específicos

Más allá del marco general del trabajo expuesto en el punto anterior, el protocolo BIM también debe describir cualquier requerimiento específico dentro de cada obra en términos de plazos, integración tecnológica, adaptaciones especiales, entre otras.

3.4.2 ALGUNAS CONSIDERACIONES IMPORTANTES RESPECTO A LOS PROTOCOLOS BIM

Como has visto, el protocolo BIM es una pieza clave dentro de cualquier proyecto que se lleve a cabo con esta metodología. Mencionamos algunos aspectos que hay que tener en cuenta para desarrollarlo de la forma más acertada posible.

- Homogeneidad

Cualquier protocolo BIM es un documento susceptible de sufrir modificaciones y actualizaciones hasta obtener la versión definitiva. Por eso, hay que asegurarse de que todas las partes involucradas tengan una copia de la misma versión, que deberá ser la última, y no de ediciones anteriores. En caso contrario, se podrían generar problemas de coordinación que retrasen los avances y el proyecto.

- Estandarización

Cada país tiene una legislación específica para los proyectos BIM y, a partir de ella, se pueden establecer criterios estandarizados para todos sus elementos. Por ejemplo, en el Reino Unido, la *UK's Construction Industry Council* define las pautas de redacción del protocolo BIM. Así, se debe verificar que el documento cumpla con las normas establecidas por la legislación correspondiente, no solo en fondo, sino también en forma.

- Detalle

Uno de los propósitos más importantes del protocolo BIM es armonizar las tareas y el flujo de trabajo a lo largo de todo el proyecto. Por ello, es vital que sus directrices tengan el mayor nivel de detalle posible, para no dejar lugar a interpretaciones libres y evitar tener que hacer consultas o cambios.

- Vinculación

Como hemos dicho antes, el protocolo BIM es un documento derivado del contrato entre el cliente y la empresa. En este sentido, todas las especificaciones deben ir en sintonía con las cláusulas acordadas entre ambas partes. Si por cualquier razón fuera necesario hacer cambios relevantes en el protocolo, estos deben considerarse también como modificaciones en las condiciones contractuales.

- Apéndices

Al final del documento de un protocolo BIM se incluyen dos apéndices importantes:

Modelo de producción y tabla de entrega: aquí se resumen todas las referencias, fuentes y enlaces a los modelos de información necesarios durante cada una de las etapas. De esta forma, es posible saber en todo momento el origen de los datos y recurrir a él en el caso de que haya que hacer una comprobación o rectificación.

- Requerimientos

Requerimientos de información: desglosa los estándares empleados a la hora de gestionar la información que se adoptará en el proyecto. En otras palabras, se trata de definir los criterios que deben cumplirse para utilizar determinados datos dentro del modelado y la ejecución general de la obra.

3.4.3 PROTOCOLO BIM Y PLAN DE EJECUCIÓN BIM

A menudo se generan confusiones entre el protocolo BIM y el plan de ejecución BIM (mejor conocido por las siglas BEP, que corresponden con BIM Execution Plan). Sin embargo, se trata de documentos diferentes que abarcan distintos aspectos de un proyecto BIM.

Como ya hemos explicado, el protocolo BIM tiene un enfoque administrativo, centrado en el flujo de trabajo, establecimiento de roles, tareas y responsabilidades. También, hay un apartado dedicado a la definición de herramientas tecnológicas y otro más referido al marco legal regulatorio, además de estándares sobre los datos y el acceso a la información.

3.5 PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB)

El PEB, por las siglas en inglés de BIM Execution Plan, es un documento fundamental que recoge y distribuye toda la información necesaria para realizar un proyecto de obra con éxito. Este documento crea un marco de trabajo donde se establecen las bases, reglas y normativas internas de todo proyecto que se va a desarrollar en BIM.

El PEB propone la información de actividades a realizar por el equipo de ejecución, esto incluye cualquier enmienda o adición sugerida por los estándares de información del proyecto propuesto, así como los métodos de producción de información y procedimientos.

El PEB debe tomar como base el PEB de Oferta, en caso de que exista. El PEB debe ser complementado a medida que avanza el proyecto para reflejar el desarrollo y posibles modificaciones de éste. Al finalizar el proyecto, este documento debe reflejar todos los cambios implementados en su desarrollo.

El PEB analiza las solicitudes del cliente y los contenidos contractuales, describe a través de las fases de toma de decisiones, medios, métodos y soluciones tecnológicas, el equipo de trabajo lidera y dirige el proyecto BIM. Además, indica los roles y responsabilidades de las diversas figuras profesionales, involucradas en el equipo.

3.5.1 OBJETIVOS DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM

Se puede definir como objetivo principal del PEB (Plan de ejecución BIM), el de sincronizar y coordinar el flujo de trabajo de un proyecto en todas sus etapas, desde el inicio hasta la finalización del mismo. Con la mejora de los procesos y cumplimiento de tiempos, un PEB (Plan de ejecución BIM) también permite disminuir costos. El flujo de trabajo establecido permite una mejor coordinación y se definen las fechas e hitos de cada fase constructiva. En estas, se involucran a proveedores y clientes a nivel contractual. Desarrollar un PEB eficaz puede definir el éxito de un proyecto BIM.

3.5.2 BENEFICIOS DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM – PEB

Los beneficios de un buen PEB están directamente relacionados con una excelente coordinación de los flujos de trabajo. Así, un Plan de Ejecución BIM permite:

- Reducir tiempos de entrega, con lo que también se facilita el cumplimiento de presupuestos (reducción de costes).
- Monitorizar las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto mediante la metodología BIM.
- Facilita la transparencia tanto en los procesos como en las responsabilidades de todos los agentes implicados en el proyecto.
- Mejorar la accesibilidad a la información relevante. Diferentes recursos y documentos necesarios están al alcance de todos los agentes participantes.
- Alcanzar objetivos, pues estos se detallan de forma correcta y asumible.
- Asegurar la calidad del proyecto, optimizando los procesos. El control de calidad del proyecto se basa en una serie de directrices y criterios descritos en el BEP cumpliendo los requisitos del cliente, asegurando un diseño más consistente y preparado para su uso en otras fases del proceso BIM (4D, 5D, 6D).⁹

El PEB Definitivo debe entregar información detallada en los siguientes aspectos:

- Información básica del proyecto.
- Objetivos de la utilización de BIM en el proyecto.
- Usos BIM en conjunto con la infraestructura tecnológica y competencias del equipo para desarrollarlos.
- Empresas y personas participantes del proyecto con sus Roles BIM.
- Entregables específicos y sus formatos en concordancia con el programa del proyecto.
- Estrategia y plataformas de colaboración
- Estándares y convenciones a utilizar respecto de nomenclatura, clasificación, unidades de medidas, coordenadas, estructuración de los modelos (niveles definidos, volúmenes, etc.) y otros.

3.6 ROLES Y PERFILES BIM

La propia naturaleza de la metodología BIM, basada en el trabajo colaborativo y la interoperabilidad, sugiere que, para poder desarrollar un proyecto, se necesita la intervención de varios agentes, a los cuales se les debe asignar actividades de acuerdo a su rol.

3.6.1 BIM MANAGER

Es el encargado de la parte estratégica de implementación BIM a medio y largo plazo. Requiere un conocimiento completo del BIM, es especialmente, de las tendencias que éste sigue. Responsable de la coordinación de los diferentes equipos BIM que existan en un proyecto y es el encargado de establecer las condiciones para asegurar que los trabajos sean compatibles entre sí. Trabaja de la mano con el equipo de proyecto y el Coordinador de proyectos a fin de ajustar los procesos y estándares BIM con los requerimientos del proyecto. Requiere conocimientos relativos de Project Management y

⁹ KONSTRUEDU.COM: <https://konstruedu.com/es/blog/plan-de-ejecucion-bim-bep-que-es-objetivos-y-beneficios>

sobre protocolos de interoperabilidad entre plataformas. También debe saber cómo establecer protocolos de ejecución y comunicación entre los interesados (gestión, producción y usuarios) Define el proceso de intercambio de información entre las partes, así como su formato y su alcance. (BIM Forum Colombia, 2019)

3.6.2 COORDINADOR BIM

Es el encargado de coordinar el trabajo a fin de que se cumpla los requerimientos acordados. Esto incluye llevar a cabo procesos de control y aseguramiento de la calidad de los entregables y proyectos BIM a fin de que su contenido sea compatible con los del resto de disciplinas. Debe tener conocimientos específicos 35 sobre las herramientas definidas para el proyecto a fin de poderlas usar como herramientas de gestión. Se ocupa también de que los modelos sigan los estándares definidos por el rol encargado de la estrategia para que sean fácilmente procesables por otros agentes. Define el alcance del trabajo que desarrolla el rol de modelador BIM y audita la calidad de los entregables. Debe tener conocimientos los protocolos que existen para el intercambio de información a fin de poder implementarlos en los flujos de trabajo colaborativo que se dan en el proceso BIM. Consolida la información y la gestión a través del plan de ejecución BIM (BEP). (BIM Forum Colombia, 2019)

3.6.3 ESPECIALISTA BIM

Es el responsable técnico de su especialidad. Modela y /o analiza la información asociada a los modelos para la coordinación de proyectos, programación, cuantificación, fabricación entre otros. Como revisor, visualiza y verifica la información propia de su especialidad (geometría y datos) de los entregables desarrollado en software BIM, según la etapa del ciclo de vida del proyecto. (BIM Forum Colombia, 2019) MODELADOR BIM

Es el encargado usar BIM como herramienta a fin de desarrollar las actividades propias de su disciplina. Sigue los lineamientos establecidos por el encargado de la gestión para garantizar una coordinación efectiva entre disciplinas. Asegurar la calidad de sus entregables integrándolos con las diferentes especialidades. A parte

de los conocimientos relativos a su especialidad profesional, debe formarse en el uso de soluciones de software específicas para el desarrollo de su actividad, siguiendo estándares, protocolos y entregables especificados para el proyecto. Domina el intercambio de la información en diferentes formatos, modela los elementos agregando o actualizando la información requerida. Usa y crea nuevos componentes de acuerdo a las necesidades de cada proyecto. (BIM Forum Colombia, 2019)

3.6.4 NIVEL DE DETALLE DE LOS ELEMENTOS MODELADOS

LOD del inglés «Level Of Development», a través del LOD se sabrá el nivel de datos, parámetros y geometría de los que está dotado un modelo BIM. Esto, no puede definirse a simple vista del modelo resultante en 3D, porque no todos los parámetros son visibles observando el modelo virtual, para eso es necesario interactuar y manipular con el mismo para conocer la profundidad del nivel de desarrollo. El LOD se aplicará según la fase en la que se encuentre el proyecto:

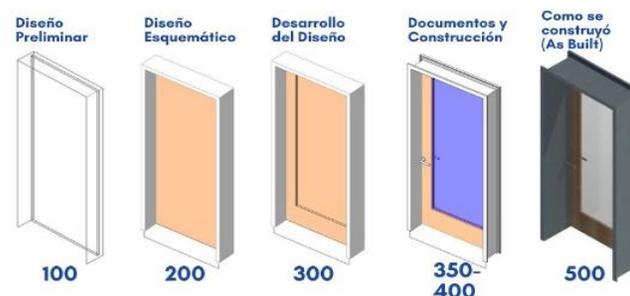
fase de Diseño: LOD 100

Proyecto Básico: LOD 200

Proyecto de ejecución: LOD 350,

As Built: LOD 500

Ilustración 6: Nivel de detalle de los elementos modelados.



fuelle: youtube.com

NIVELES DE DETALLE

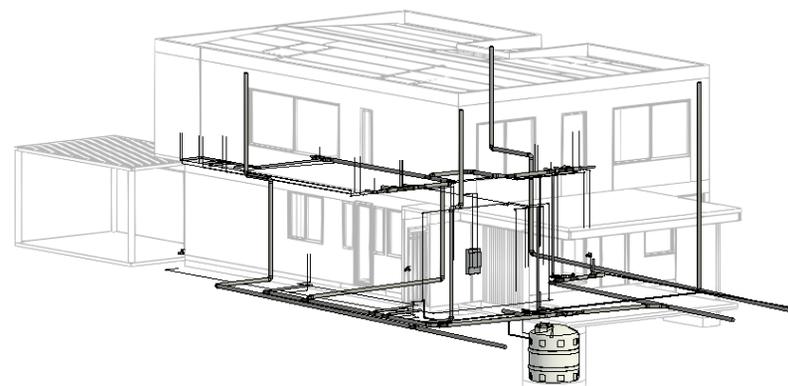
En la siguiente tabla se muestran los niveles de detalle que se trabajan usando la metodología BIM, para mayor información con respecto a lo aplicado revisar la tabla N° 14: Alcance del modelo geométrico.

Tabla 1: Nivel de detalle de los elementos modelados.

LOD 100:	Es el nivel básico en el que se enumeran los elementos conceptuales de un proyecto. No es necesaria su definición geométrica.
LOD 200:	Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando aproximadamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto.
LOD 300:	En este nivel se definen gráficamente el elemento, especificando de forma precisa cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica.
LOD 350:	Este nivel es equivalente al anterior, pero incluyendo la detección de interferencias entre los distintos de las disciplinas que intervienen.
LOD 400:	El elemento objeto está definido geográficamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación con detallado completo, Información de fabricación específica para el proyecto, puesta en obra/montaje e instalación.
LOD 500:	El elemento objeto está definido geográficamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. Se verifica la información de este nivel en relación con el proceso constructivo finalizado (as built*) y no es aplicable a todos los elementos del proyecto.

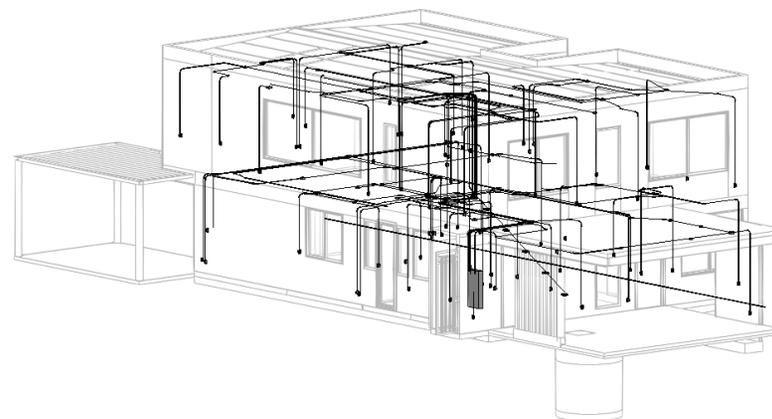
fuentes: Elaboración propia

Ilustración 7: Isométrico de red hidráulica



Fuente: elaboración propia

Ilustración 8: Isométrico de red eléctrica



Fuente: elaboración propia



CAPITULO 4. APLICACIÓN DEL BIM

4.1 MODELO BASE “CASA LA LADERA” (CAD)

Casa la ladera corresponde a una tipología de vivienda de dos niveles, con un área de 339.32 m². Esta se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Nivel 1: Cochera para 2 vehículos, Bodega, Cuarto de máquinas, Cuarto flexible (estudio), Servicio Sanitario Social, jardín interior, sala, terraza exterior adosada a vivienda, comedor, cocina, área de lavado y área de servicio

Nivel 2: Sala, linos/estudio, 3 servicios sanitarios, 3 dormitorios y 1 Working closet

Este modelo, ha sido tomado como base de tipología de vivienda, se desarrollan planos arquitectónicos de todas las especialidades, Arquitectura, eléctrica, estructura e hidráulica, también se desarrolla el modelo 3d de especialidades (Ver anexo N°4)

Para la aplicación de la metodología, se crearon parámetros en el software Revit, parámetros de datos y números, estos, permiten extraer del modelo 3d, toda la documentación necesaria que respalde tanto los volúmenes de obra como sus cantidades y precios. Toda esta información puede extraerse del modelo de Revit en las tablas de medición (ver capítulo 4.3: TABLAS DE MEDICION Y CUANTIFICACION DE MATERIALES)

Todos los parámetros y reglas a considerar al momento del modelado y extracción de información se encuentran en el desarrollo de una guía de aplicación (Ver anexo N° 1: GUIA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM)

4.2 MODELO DE CAMBIOS “CASA LA LADERA” (REVIT)

Casa la ladera corresponde a una tipología de vivienda de dos niveles, con un área de 339.32 m². Esta se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Nivel 1: Cochera para 2 vehículos, Bodega, Cuarto de máquinas, Cuarto flexible (estudio), Servicio Sanitario Social, jardín interior, sala, terraza exterior independiente a vivienda, comedor, cocina, área de lavado y área de servicio

Nivel 2: Sala, linos/estudio, 3 servicios sanitarios, 3 dormitorios y 1 Working closet

Este modelo, ha sido tomado del modelo base de tipología de vivienda, de igual manera, se desarrollan planos arquitectónicos de todas las especialidades, Arquitectura, eléctrica, estructura e hidráulica, también se desarrolla el modelo 3d de especialidades (Ver anexo N°5)

A diferencia del modelo base, este modelo se somete a una serie de cambios donde se ven involucradas todas las especialidades.

Algunos de los cambios son:

- Movimiento de terraza exterior
- Incorporación de puerta corrediza en el comedor
- Creación de puerta entre cuarto flexible y sanitario social
- Movimiento de Working closet con respecto al dormitorio ppal del segundo nivel
- Entre otros

Los índices de crecimiento o disminución de materiales y costos que este modelo permite visualizar, se encuentran en las tablas de medición (ver capítulo 4.3: TABLAS DE MEDICION Y CUANTIFICACION DE MATERIALES)

De igual manera, todos los parámetros y reglas a considerar al momento del modelado y extracción de la información se encuentran en la guía de aplicación (Ver anexo N°1: GUIA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM)

4.3 TABLAS DE MEDICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES

Estas, son algunas de las tablas que forman parte de los entregables, se generan automáticamente luego de aplicar los parámetros requeridos, se encuentran ubicadas en los modelos 3D.

Tabla 1: Planificación de muros en modelo base

<Tabla de planificación de muros>				
A	B	C	D	E
Tipo	Area	P.Unitario	Importe	Verificacion documental
Capa afinado 2mm	741.44 m²	\$3.60	\$2,669.17	✓
Capa de adherencia 6mm	849.15 m²	\$7.40	\$6,283.69	✓
Capa decomarmol	28.64 m²	\$25.30	\$724.60	✓
Capa microcemento gris	13.13 m²	\$21.00	\$275.65	✓
Capa pintura ext. 1mm	216.62 m²	\$5.25	\$1,137.26	✓
Capa pintura int. 1mm	502.75 m²	\$5.25	\$2,639.43	✓
Enchapado ducha	28.84 m²	\$15.00	\$432.63	✓
Enchapado ducha serv.	6.90 m²	\$15.00	\$103.47	✓
Fachaleta gris	42.12 m²	\$47.75	\$2,011.17	✓
Lodocreto relleno de tanque cisterna	9.33 m²	\$54.35	\$507.08	✓
Pared de 10	10.72 m²	\$41.25	\$442.17	✓
Pared de 14	444.81 m²	\$59.62	\$26,519.49	✓
Pared de 19	6.93 m²	\$54.35	\$376.47	✓
Pretil de 10	0.60 m²	\$17.19	\$10.25	✓
Zocalo	9.03 m²	\$128.00	\$1,155.87	✓
Zocalo ceramica	3.29 m²	\$61.19	\$201.03	✓
Total general	2914.27 m²		\$45,489.44	

fuelle: Elaboración propia

Tabla 2: Planificación de ventanas en modelo base

<Tabla de planificación de ventanas>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Familia	Tipo	Nivel	Recuento	Anchura	Altura	Area	P Unitario	Importe	Verificacion documental	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-01	01 Nivel 1	1	1.00	2.40	2.4	\$212.68	\$510.43	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-02	01 Nivel 1	1	1.05	1.50	1.575	\$395.48	\$622.88	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-03	01 Nivel 1	2	0.60	1.50	0.9	\$146.23	\$263.21	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-04	01 Nivel 1	1	1.75	1.50	2.625	\$375.25	\$985.03	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-05	01 Nivel 1	1	0.50	1.60	0.8	\$297.50	\$238.00	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-07	01 Nivel 1	1	2.35	1.80	4.23	\$455.52	\$1,926.85	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-06	01 Nivel 2	1	3.10	1.80	5.58	\$515.56	\$2,876.82	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-07	01 Nivel 2	2	2.35	1.80	4.23	\$455.52	\$3,853.70	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-08	01 Nivel 2	1	0.60	1.80	1.08	\$264.50	\$285.66	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-09	01 Nivel 2	1	4.55	1.80	8.19	\$779.87	\$6,387.14	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-10	01 Nivel 2	1	1.45	1.80	2.61	\$455.52	\$1,188.91	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-11	01 Nivel 2	1	2.00	0.70	1.4	\$317.87	\$445.02	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-12	01 Nivel 2	1	2.35	0.70	1.645	\$339.53	\$558.53	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-13	01 Nivel 2	1	0.60	0.80	0.48	\$193.50	\$92.88	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-14	01 Nivel 2	1	1.00	1.80	1.8	\$172.36	\$310.25	✓	
Total general: 17			17					\$20,545.31		

fuelle: Elaboración propia

Tabla 3: Planificación de muros en modelo de cambios

<Tabla de planificación de muros>				
A	B	C	D	E
Tipo	Area	P.Unitario	Importe	Verificacion documental
Capa afinado 2mm	768.18 m²	\$3.60	\$2,765.46	✓
Capa de adherencia 6mm	875.87 m²	\$7.40	\$6,481.46	✓
Capa decomarmol	28.65 m²	\$25.30	\$724.76	✓
Capa microcemento gris	13.13 m²	\$21.00	\$275.65	✓
Capa pintura ext. 1mm	230.35 m²	\$5.25	\$1,209.35	✓
Capa pintura int. 1mm	505.99 m²	\$5.25	\$2,656.45	✓
Enchapado ducha	37.78 m²	\$15.00	\$566.73	✓
Enchapado ducha serv.	6.90 m²	\$15.00	\$103.47	✓
Fachaleta gris	39.30 m²	\$47.75	\$1,876.61	✓
Lodocreto relleno de tanque cisterna	9.33 m²	\$54.35	\$507.08	✓
Pared de 10	10.72 m²	\$41.25	\$442.17	✓
Pared de 14	453.58 m²	\$59.62	\$27,042.72	✓
Pared de 19	6.93 m²	\$54.35	\$376.47	✓
Pretil de 10	0.76 m²	\$17.19	\$13.08	✓
Zocalo	8.92 m²	\$128.00	\$1,141.39	✓
Zocalo ceramica	3.11 m²	\$61.19	\$190.53	✓
Total general	2999.51 m²		\$46,373.38	

Fuelle: Elaboración propia

Tabla 4: Planificación de ventanas en modelo de cambios

<Tabla de planificación de ventanas>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Familia	Tipo	Nivel	Recuento	Anchura	Altura	Area	P Unitario	Importe	Verificacion documental	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-01	01 Nivel 1	1	1.00	2.40	2.4	\$212.68	\$510.43	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-02	01 Nivel 1	1	2.10	1.50	3.15	\$395.48	\$1,245.76	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-03	01 Nivel 1	2	0.60	1.50	0.9	\$146.23	\$263.21	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-04	01 Nivel 1	1	1.75	1.50	2.625	\$375.25	\$985.03	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-05	01 Nivel 1	1	0.50	1.60	0.8	\$297.50	\$238.00	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-07	01 Nivel 1	1	2.35	1.80	4.23	\$455.52	\$1,926.85	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-06	01 Nivel 2	1	3.10	1.80	5.58	\$515.56	\$2,876.82	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-07	01 Nivel 2	2	2.35	1.80	4.23	\$455.52	\$3,853.70	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-08	01 Nivel 2	1	0.60	1.80	1.08	\$264.50	\$285.66	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-09	01 Nivel 2	1	4.55	1.80	8.19	\$779.87	\$6,387.14	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-10	01 Nivel 2	1	2.40	1.80	4.32	\$455.52	\$1,967.85	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-11	01 Nivel 2	1	2.00	0.70	1.4	\$317.87	\$445.02	✓	
Ventana corredera 2 cuerpos	V-12	01 Nivel 2	1	2.35	0.70	1.645	\$339.53	\$558.53	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-13	01 Nivel 2	1	0.60	0.80	0.48	\$193.50	\$92.88	✓	
Ventana de vidrio fijo 1 cuerpo	V-14	01 Nivel 2	1	1.00	1.80	1.8	\$172.36	\$310.25	✓	
Total general: 17								\$21,947.13		

Fuelle: Elaboración propia

4.4 GESTION DE CAMBIOS METODOLOGIA BIM VERSUS GESTION DE CAMBIOS METODOLOGIA TRADICIONAL

Cuadro 8: Gestión de cambios Revit BIM Vrs Autocad.

GESTION DE CAMBIOS	
Revit BIM	Autocad
Modelo 3D interactivo	Modelo 2D
Los cambios generados en el 3D se reflejan automáticamente en los extraíbles.	Los cambios generados en el modelo 2D se ejecutan manualmente en todos y cada uno de los planos
Extraíbles: Planos, secciones, elevaciones, detalles, renders, tablas de cuantificación, recorridos 3D...	Extraíbles Al dibujar una planta en autocad, no obtendremos nada más que lo que hallamos dibujado manualmente en esta, los procesos son independientes y no repetitivos
Asignación de materiales por elemento a una planta y este es automáticamente repetitivo en todas las demás	Asignación de materiales por elemento planta por planta
Mediciones exactas de todos los materiales	Se miden líneas y superficies
Asignación de parámetros de costos a los materiales	No es posible asignarles un costo a los materiales, solamente notas
Trabajo colaborativo entre especialidades en la nube	Trabajo colaborativo de control en la nube
Resultado de un modelo 3D que permite hacer análisis de colisiones e interferencias entre especialidades junto a otros softwares, (Revit + Navisworks entre otros) Esto minimiza posibles errores en el proceso constructivo.	Resultado de un modelo 2D que no permite hacer análisis de colisiones e interferencias, generando que durante la fase de obra aparezcan más incidencias de las debidas y que se tengan que solventar en el proceso constructivo.

fuelle: elaboración propia

Cuadro 9: Gestión de cambios, tiempos en Revit Vrs Autocad.

GESTION DE CAMBIOS		
Tiempo REVIT	Tiempo CAD	Comentario
2 sem.	4 sem.	Dependerá de la totalidad de la información con que se cuente al momento de modelar.
1 días	2 semanas	Los tiempos se miden de acuerdo al tipo de proyecto que se esté desarrollando
5 días	1 semana	Revit permite obtener a partir del modelo 3D toda la información 2D que se necesite extraer. Autocad necesita que se dibuje manualmente cada elemento que se quiera extraer a partir de una planta base.
1 día	3 días	En Autocad primeramente se generan cuadros de acabados, mientras que Revit, basta con asignar el material para que este se genere automáticamente en todos los planos y tablas.
1 día	1 día	Las mediciones en Revit se detallan en las tablas de cuantificación mientras que en Autocad esto no es posible
1 días	2 días	En Autocad, al asignar a una nota el valor a un elemento, esto no pasa a nada mas que una nota general del plano
		Ambos Softwares permiten el trabajo colaborativo, sin embargo, solo Revit permite los análisis de interoperabilidad.
4 meses	4 meses	El software Revit a diferencia de Autocad, no solamente optimiza el tiempo al momento de desarrollar un proyecto, sino también optimiza los procesos y posibles errores constructivos vistos con anticipación.

fuelle: elaboración propia

4.5 EJECUCIÓN DE LA GESTIÓN DE CAMBIOS

El modelo 3D inicial se sometió a una serie de cambios, dando origen al “Modelo de cambios” Estos cambios primeramente fueron sometidos a aprobación por parte de la empresa desarrolladora, antes de aprobarlos también se sometieron al proceso de presupuesto. El ejercicio es real y las siguientes imágenes son parte del respaldo de lo mencionado dentro de este documento.



Ilustración 9: Saliente de losa y pared sobre jardín interior



Ilustración 10: Incorporación de puerta corrediza de 3 cuerpos



Ilustración 11: Desplazamiento de pérgola



Ilustración 12: Reducción de ventana en Hab. de servicio

CONCLUSIONES

- Implementar el uso de una metodología BIM en la fase inicial de un proyecto de diseño, puede organizar de una mejor manera las fases de este, se optimizan los tiempos mediante el trabajo colaborativo con todos los agentes involucrados y los costos en cuanto al proceso de entregables que el mismo modelo genera.
- El uso de la metodología, permite generar análisis de conflictos entre las especialidades que contenga un proyecto, un correcto y buen modelo 3D en un software BIM, podría minimizar los problemas constructivos en la fase de obra, mediante la generación de este análisis, sirviendo de antelación ante problemas que son visibles hasta la fase de ejecución.
- Hacer la debida y correcta asignación de parámetros ya sea de texto o de datos a un modelo, permite generar extraíbles más exactos y completos como lo son las tablas de medición, estas podrían ser muy útiles en el área de presupuesto al momento de generar cambios, de esta manera se evita la metodología tradicional relacionada a la gestión de cambios, donde se pasa del modo manual al modo automático mediante la generación de los extraíbles desde el mismo modelo.

RECOMENDACIONES

- Desarrollar una amplia formación y capacitación en la metodología BIM no solo para las empresas que se dedican al rubro construcción, sino también para los futuros profesionales que se dedicaran a este y que por el momento se encuentran en la etapa de formación.
- Que la universidad pueda ampliar su plan de estudio, en la materia técnicas de presentación digital o crear una materia donde se vean temas relacionados con los avances tecnológicos y estos puedan ser adoptados desde la fase de aprendizaje.
- Que el país pueda integrarse a “La red de Gobiernos BIM” ya que este ha sido para la mayoría de países, el canal para poder adoptar la metodología, ya que son los gobiernos los que lo exigen en sus proyectos públicos.
- Adoptar esta metodología, crear estándares y reglas para la implementación local de esta.

BIBLIOGRAFÍA

- Bicg (febrero 2,022) Protocolo BIM intercambio de información
- Exchange Information Requirements (EIR) para el proyecto multidisciplinario IPD: Universidad Politécnica de Catalunya
- Plan de Ejecución BIM (PEB) para el proyecto multidisciplinario IPD: Universidad Politécnica de Catalunya
- ¿Quién creo BIM? Las mentes detrás del concepto
Sitio web: www.wiggot.com
- ¿Qué países lideran la Adopción del BIM?
Sitio web: www.constructivo.com
- Protocolo BIM o estándar BIM
Sitio web: www.espaciobim.com
- ¿Qué es un protocolo BIM?
Sitio web: www.master-diseño.com
- Jaqueline Villeda (marzo 2.023) El sector de la construcción prevé un crecimiento del 13% para 2023
Sitio web: www.diario.elmundo.com

ANEXOS

Anexo N° 1: GUIA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM

Pasos a considerar:

Paso 1: Estructura del documento

Este documento está acompañado de un conjunto de anexos que describen cada punto con más detalle cuando es requerido.

Cuadro: 10 Estructura del documento.

ESTRUCTURA		
Por qué y para que	>	Propósito + Objetivos
Qué y cuando	>	Entregables
Como y quien	>	Procesos
Con que	>	Recursos

fuelle: elaboración propia

Paso 2: Referencias

El presente documento se ha realizado bajo los siguientes estándares

- Plan de ejecución del BIM (PEB) para el proyecto multidisciplinario IPD (Universidad Politécnica de Cataluña)

Paso 3: Términos relativos al activo y al proyecto

Este documento usa términos que deben ser aclarados desde el principio para asegurar que se entiendan completamente.

Activo (asset): Elemento, objeto o entidad que tiene valor potencial o real para una organización.

Agente (stakeholders, actor): Persona, organización o unidad organizativa (como son departamentos, equipos...) involucrados en el proceso constructivo, incluido la fase de desarrollo y en la fase de Operación y mantenimiento.

Ciclo de Vida (life cycle): Vida del activo desde la definición de sus requisitos hasta la terminación de su uso, cubriendo su concepción, desarrollo, operación, mantenimiento y disposición.

Contrato (appointment): Instrucciones acordadas para la prestación de obras, bienes o servicios. Este término se utiliza tanto si hay o no un contrato formal entre las partes.

Desarrollar (to develop): Acción que consiste en crear y gestionar los entregables.

Entregar (to delivery): Acción consistente en la presentación de entregables. Sin embargo, la fase de desarrollo incluye todos los trabajos necesarios para elaborar el desarrollo del activo. Por lo tanto, los equipos involucrados en ella también se llaman equipos de desarrollo.

Equipo de desarrollo (delivery team): Conjunto de partes contratadas que intervienen en un proyecto. Un equipo de desarrollo puede ser de cualquier tamaño, desde una persona que realiza todas las funciones necesarias hasta equipos de tareas complejos y de múltiples niveles. También puede incluir a la parte contratante cuando participa en el desarrollo de una parte del contrato.

Equipo de trabajo (task team): Parte contratada que, como parte de su contrato, produce o genera contenedores de información. Una parte contratante también puede actuar como un equipo de tareas cuando produce parte de la información utilizada durante el desarrollo del proyecto.

Evento desencadenante (trigger event): Evento planificado o no que cambia un activo o su estado durante su ciclo de vida, lo que da lugar al intercambio de información. Durante la fase de desarrollo, los eventos desencadenantes suelen reflejar los extremos de las etapas del proyecto

Fase de desarrollo (Delivery phase): Parte del ciclo de vida del proyecto durante el cual se diseña, construye y pone en servicio un activo.

Fase de operación y mantenimiento (operational phase): Parte del ciclo de vida durante el cual se utiliza, explota y mantiene el activo.

Parte contratada (appointed party): Proveedor de obras, bienes o servicios. Este término se utiliza tanto si hay o no un contrato formal por escrito en su lugar.

Parte contratante (appointing party): Receptor de obras, bienes o servicios de una parte designada. En este contexto, la principal parte contratante

Punto de decisión clave (key decision point): Momento durante el ciclo de vida en el que se toma una decisión clave para la dirección o viabilidad del activo.

Parte Contratada Principal (lead appointing party): Parte Contratada que coordina un conjunto de partes contratadas.

Proyecto (project): Contrato por la que se ejecuta una obra o parte de ella.

Paso 4: Términos relacionados con la gestión de la información

Este documento usa términos relativos a la gestión de la información que deben ser aclarados desde el principio para asegurar que se entienden completamente.

Código de estado Meta-data: que describe la idoneidad del contenido de un contenedor de información.

Contenedor de información: Conjunto persistente de información recuperable desde un archivo, sistema o jerarquía de almacenamiento de aplicaciones. Esto incluye directorios, subdirectorios, archivos de información (incluyendo modelos, documentos, tablas, programas) o subconjuntos distintos de un archivo de información como un capítulo o sección, capa o símbolo.

Esta información persistente existe a lo largo de un tiempo suficiente para que tenga que ser gestionada, es decir, excluye información transitoria como los resultados de la búsqueda en Internet. La denominación de cada contenedor de información se ajustará a un convenio de denominación acordado.

Entorno común de datos (DCE): Fuente de información convenida para un proyecto o activo determinado, para la revisión, gestión y difusión de cada contenedor de información mediante un proceso gestionado.

Federado: Creación de un modelo de información compuesto de contenedores de información separados.

Intercambio de información: Acto de satisfacer un requisito de información o parte de la misma.

Modelo de información: Conjunto de contenedores de información estructurados y no estructurados. Los contenedores de información estructurados incluyen modelos BIM, tablas y bases de datos. Los contenedores de información no estructurados incluyen documentación, videoclips, grabaciones de sonido, etc.

Modelo de información As-Built: Modelo de información relacionado con la fase de construcción. Se llama As-built porque, durante esta fase, los contratistas y subcontratistas actualizan el modelo de información pre-constructivo con información del sitio.

Modelo de información de la construcción (o modelo BIM): Contenedor de información consistente en una base de datos objetos 3D que representa un activo durante su ciclo de vida, forma parte del Modelo de Información gestionado por el proceso BIM, que también gestiona otro tipo de contenedores de información (como otras bases de datos y documentos).

Modelo de información del activo: Modelo de información relacionado con la fase de Operación y Mantenimiento.

Modelo de información del diseño: Modelo de información relativo a la fase de diseño.

Modelado de la información de la construcción: Uso de un Modelo de Información Compartido de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación para formar una base confiable para las decisiones.

Requisito de información: Especificación de qué información debe intercambiarse con cada agente y de cuándo, cómo y quién debe hacerlo.

Requisitos de intercambio de información (EIR): Requisitos de información relativos a un contrato.

Paso 5: Propósitos y objetivos

Esta sección describe el Propósito y los Objetivos que motivan al desarrollo del proyecto en BIM y lo que quiero alcanzar con la implementación del uso de este.

Paso 6: Entregables

A partir de los propósitos de desarrollar el proyecto en BIM y sus objetivos específicos, he definido un conjunto de entregables que deben permitir alcanzar estos objetivos.

Estos entregables consisten en la combinación de modelos BIM, bases de datos y documentos. Todos ellos componen el Modelo de Información.

Cuadro: 11 Propósitos, objetivos y entregables

Propósito	Núm.	Objetivo	Núm.	Entregables	Formato	Procedencia	Uso del modelo BIM
Facilitar la interpretación del proyecto en sí	1.1	Generar una tipología base	1.1.1	Planos, secciones y elevaciones	.PDF	Modelo BIM	Documentación 2D y 3D
			1.1.3	Renders	.PDF	Modelo BIM	Visualización 3D
	1.2	Analizar la detección de conflictos y gestión de interferencias	1.2.1	Modelo de información correctamente analizado	.IFC	Modelo BIM	Modelado BIM
			1.2.2	Registro de conflictos e interferencias	.BCF	Modelo BIM	Gestión de registros
			1.2.3	Solución de conflictos e interferencias	.BCF	Modelo BIM	Visualización 3D
	1.3	Dotar a la tipología base de materiales y sus especificaciones	1.3.1	Tablas de medición de materiales	.PDF	Modelo BIM	Modelado BIM
	1.4	Dotar a la tipología base de parámetros de costos	1.4.1	Tablas de cuantificación de costos	.PDF	Modelo BIM	Modelado BIM
	1.5	Solventar la gestión de cambios en tipología base	1.5.1	Planos, secciones y elevaciones	.PDF	Modelo BIM	Documentación 2D
			1.5.2	Tablas de cuantificación tanto de materiales como de costos	.PDF	Modelo BIM	Generación de datos
1.5.3			Renders	.PDF	Modelo BIM	Visualización 3D	

fuerce: elaboración propia

Paso 7: Especificaciones de los modelos de información

Como se ha mencionado, un modelo de información es un conjunto de información estructurada (modelos BIM y otras bases de datos) e información no estructurada (documentos, imágenes, videoclips, etc.) que facilita la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida del proyecto. Toda esta información se almacena y se comparte utilizando contenedores de información.

En este capítulo, especificare la estructura de carpetas del Modelo de Información del proyecto y las especificaciones de información comunes para sus componentes (Modelos BIM, Bases de Datos y Documentos).

Paso 8: Estructura de Carpetas

Dado que la mayoría de los contenedores de información utilizados son archivos, se organizarán mediante carpetas, la estructura de carpetas para el modelo de información almacenado en las áreas compartidas y publicadas del entorno común de datos, deberá tener la siguiente estructura:

ENTREGA. Carpeta para la entrega final.

001_JV_CLL_PB_CAD2023
(001_JOSSELINVAQUERANO_CASALALADERA_PLANOSBASE_AUTOC AD2023)

002_JV_CLL_MFED_RVT2021

(002_JOSSELINVAQUERANO_CASALALADERA_MODELOFEDERADO_R
EVIT2021)

003_JV_CLL_RFAM_Xlsx
(003_JOSSELINVAQUERANO_CASALALADERA_REGISTRO DE
FAMILIAS_EXCELL2019)

004_JV_CLL_RCOST_Xlsx
(004_JOSSELINVAQUERANO_CASALALADERA_REGISTRODECOSTO
S_EXCELL2019)

005_JV_CLL_RINT_NWC2024
(005_JOSSELINVAQUERANO_CASALALADERA_NAVISWORK2024)

006_JV_CLL_GCAM_RVT2021
(006_JOSSELINVAQUERANO_CLL_GESTIONDECAMBIOS_RVT2021)

007_JV_CLL_GEN_PDF
(007_JOSSELINVAQUERANO_CASALALADERA_

PRESENTACIÓN. Carpeta para la presentación final.

000_JV_CLL_TPP_PDF
(000_JOSSELINVAQUERANO_CASALALADERA_TRABAJODEPASANTIA
PROFESIONAL_PDF)

Nomenclatura de los archivos
Todos los archivos deberán usar la siguiente nomenclatura estándar:

[PROYECTO]_[FASE]_[ZONA]_[DISCIPLINA]_[SUBDISCIPLINA]_
[AGENTE]_[COMPLEMENTO]

CLL_01_PARQ_JV
(CASALALADERA_01_PLANTAAQUITECTONICA_JOSSELINVAQUERA
NO)

Formato de los archivos

Se utilizarán los siguientes formatos para todos los archivos: se fomenta el uso de formatos abiertos. Estos formatos se utilizarán durante todos los procesos de revisión y para la entrega final.

Cuadro: 12 Formato de los archivos.

	Modelos BIM	IFC 2X3
		Formato Nativo
Estructurados	Bases de Datos	PDF
		ODS o XLSX
	Hojas de Calculo	Formato Nativo
		PDF
No Estructurados	Documentos de Texto	ODS o XLSX
		Formato Nativo
	Documentos de Presentación	PDF
		ODT o DOCX
Planos	Formato Nativo	
	PDF	

fuerce: elaboración propia

Paso 9: Idioma

El idioma utilizado en todos los modelos de información será el español.

Paso 10: Caracteres Permitidos

En los contenedores estructurados, se permite el uso de los siguientes caracteres:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z • a b c d e f g
h i j k l m n o p q r s t u v w x y z • 1 2 3 4 5 7 8 9 0 • “ - “ “ “

Asimismo, los siguientes caracteres no están permitidos:

“ _ ” excepto cuando el EIR lo indica.

“ . ” Excepto para las extensiones de los archivos.

? / , ; y otros caracteres especiales.

Acentos.

En los contenedores no estructurados están permitidos todos los caracteres.

Paso 11: Unidades

Se utilizarán las siguientes unidades

- m, ml, m2 y m3. Mm esta solo permitido en los planos de detalles.
- Grados °. • N/m2.

Paso 12: Nomenclatura del Proyecto

Cuadro 13: Nomenclatura del proyecto.

Proyecto	Código
La metodología BIM, como herramienta de cuantificación de costos en proyectos de viviendas unifamiliares aisladas	000_JV_CLL

fuentes: elaboración propia

Paso 13: Nomenclatura de Niveles

El proyecto se divide en niveles, que representan los pisos de la vivienda, piso 1 y piso 2

Cuadro: 14 Nomenclatura de niveles.

Nombre de Nivel	Código de Nivel
Planta 1	P01
Planta 2	P02

fuentes: elaboración propia

Paso 14: Nomenclatura de familias

Las familias utilizadas en el proyecto, se han nombrado bajo el tipo y disciplina que los elementos pertenecen o se asocian. (ver anexo 1)

Paso 15: Especificaciones de los modelos BIM

Todos los modelos BIM compartidos deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- Alcance del modelado

El alcance del modelado está definido por dos variables:

Alcance del modelado geométrico. También conocido como Nivel de detalle, en sus siglas en inglés (LOD).

Alcance no geométrico. También conocido como Nivel de información, en sus siglas en inglés (LOI).

Alcance del modelo geométrico

El alcance del modelado geométrico define el nivel de detalle utilizado para describir un componente de construcción.

Por ejemplo, una pared de ladrillo de bloque puede representarse como un solo prisma o con todos los componentes individualmente modelados (bloques, cisas, repello, afinado etc.).

Como los recursos necesarios para modelar y gestionar la información aumentan a medida que se representa más detalle geométrico, es necesario establecer qué nivel de detalle geométrico se requiere para cada fase del orden y qué elementos modelar y no. Para definir el alcance de la modelización geométrica, utilizamos la siguiente escala basada en la Especificación del Nivel de Desarrollo del Foro BIM (<https://bimforum.org/loD/Parte I>):

Como se podrá observar, cada nivel de detalle se adecúa para extraer la documentación gráfica 2D a una escala particular. Por otra parte, dado que el nivel de detalle implica un grado de definición del sistema constructivo que representa el objeto, hay una correspondencia entre el nivel de detalle y la fase cuando se utiliza.

Sin embargo, debe considerar que no todos los objetos en el mismo modelo BIM deben necesariamente tener el mismo nivel de detalle, ya que dependerá de las necesidades de representación gráfica y gestión de la información en todo momento.

Cuadro: 15 Alcance del modelo geométrico.

BIM Forum LOD	Nivel de detalle	Escala recomendable de impresión	Fase Típica
-	Los componentes o sistemas no se representan como un objeto tridimensional	Todas	Todas
100	Los componentes o sistemas se representan conceptualmente tridimensionales, a través de su envoltura	1>200	Inicial
200	Los componentes o sistemas están representados tridimensionalmente con cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados	1:200 - 1:100	Diseño
300	Los componentes o sistemas se representan tridimensionales con la cantidad exacta, tamaño, forma, ubicación y orientación	1:100 - 1:50	Diseño
400	Los componentes o sistemas son renderizados tridimensionales con tamaño, forma, ubicación y orientación precisos con suficiente detalle para ser fabricados	1:50 - 1:10	Ejecución

fuelle: UPC EIR

Alcance del modelado no geométrico

El alcance de la modelización no geométrica se define por los datos que deben incluirse en cada objeto. Esta información se agrupará en

conjuntos, llamados Property Sets o PSET. Esto hará que sea fácil para todos los agentes localizar y enumerar diferentes paquetes de datos.

No todos los elementos del modelo tendrán las mismas propiedades para reportar y no toda la información debe ser reportada en todas las fases.

Se debe considerar que, dado que las propiedades están insertadas en los objetos, su granularidad dependerá del grado de detalle geométrico. Por ejemplo, si las capas de una pared no se modelan por separado, la información sobre los materiales de cada capa se unirá en una sola propiedad.

Por esta razón, en el caso de las paredes, se ha modelado capa por capa cada material, hay una capa de adherencia de 6mm, una capa de afinado de 2mm y así sucesivamente.

Paso 16: Especificación de los documentos

Los entregables deberán representar las siguientes especificaciones:

Nombre del plano

Los planos deben seguir una nomenclatura, para poder ser identificados

Estilos de presentación

Debe proporcionarse la documentación gráfica de todas las disciplinas de forma integrada, de manera que el producto tenga una uniformidad gráfica única independientemente de la disciplina. Este requisito debe ser compatible con los estilos gráficos generalmente utilizados por los equipos técnicos, pero con criterios generales como: *El tamaño de los planos*: debe ser el mismo para todos los entregables.

Escalas, la orientación de la casa en los planos y la división en varios planos por plantas: (si es necesario) debe ser acordada entre disciplinas.

El tamaño de los textos y estilos: debe ser similar para toda la documentación gráfica.

Si hay colores en los planos (excluyendo los colores temáticos a la disciplina de la hoja): deben ser acordados para ser los mismos. Por ejemplo, los colores de la estructura o las dimensiones de los ejes de la estructura).

En general, en caso de conflicto en la representación gráfica entre disciplinas, se hará una evaluación caso por caso para llegar a un consenso. El criterio a seguir será obtener una documentación gráfica legible y coherente.

Paso 17: Procesos

Los usos BIM son procesos particulares relacionados con objetivos específicos en los que están implícitos los modelos BIM.

Los protocolos de desarrollo son procesos generales que son necesarios para ejecutar cualquier proyecto.

El entorno común de datos es el sistema que se utilizará para compartir toda la información relacionada con el proyecto BIM.

Paso 18: Usos del BIM

El uso de BIM es una actividad basada en la creación y gestión de modelos BIM para obtener entregables. Esto se debe a que los mismos usos BIM pueden producir diferentes entregables.

Cuadro: 16 Usos y aplicación del modelo BIM.

Usos y aplicación del modelo BIM	
Diseño 3D	Generación de modelo virtual definiendo las características geométricas y parámetros adecuados
Diseño de detalles 3D	Uso del modelo para la generación, análisis y extracción de los detalles 3D y toda su información
Visualización 3D	Modelo generado con fines de comunicar las calidades visuales, espaciales y funcionales a través de vistas 3D, renders (y paseos virtuales si es necesario)
Validación del programa funcional	Uso del modelo para analizar los cumplimientos de los requerimientos establecidos

Documentación 2D	Uso del modelo para extracción de planos, secciones y elevaciones
Coordinación 3D	Uso del modelo para coordinar la ubicación de los elementos, considerando los requerimientos espaciales y funcionales
Gestión de colisiones	Uso del modelo para coordinar las disciplinas, identificar y resolver posibles colisiones antes de la ejecución
Cuantificación	Uso del modelo para calcular la cantidad de elementos y materiales
Selección y especificación	Uso del modelo para identificar, seleccionar, especificar elementos y materiales
Análisis constructivo	Uso del modelo para visualizar y revisar los procesos y métodos constructivos, con el fin de identificar obstáculos, retrasos o sobrecostos
Análisis de operaciones de construcción	Uso del modelo para visualizar y analizar el proceso de construcción: distribución, planificación, componentes y recursos
Gestión de registros	Uso del modelo para registrar, consultar y comprobar documentos, información de espacios o componentes del modelo
Representación de obra ejecutada	Uso del modelo para la recopilación, archivo y consulta de documentos e información asociada a la obra

fuentes: elaboración propia

Paso 19: Recursos

Por último, para poder desarrollar los procesos descritos anteriormente, es necesario contar con varios recursos que permitan obtener los productos previstos (entregables, y, por lo tanto, propósitos y objetivos)

Esos recursos se dividen en recursos técnicos y recursos humanos.

Recursos técnicos

Los recursos técnicos necesarios para poder desarrollar el modelo BIM son los siguientes

modelo de información inicial de la parte contratante

La parte contratante facilitará a la parte designada la siguiente información.

Especificaciones técnicas

Documentación del EIR

Recursos de Software

Las partes contratadas deberán disponer de un software adecuado para aplicar las especificaciones y el proceso descritos en el presente documento.

En este caso, se necesitará como mínimo de Revit 2021 y NavisWorks Manage 2023

Recursos de hardware

Las partes contratadas deberán disponer de los recursos informáticos adecuados para aplicar las especificaciones y los procesos descritos en el presente documento.

En este caso, se necesitará de un equipo, laptop o pc con las siguientes especificaciones:

Procesador: Intel(R) Core (TM) i7-10750H CPU @ 2.60GHz 2.59 GHz
RAM: 16GB

Graficos: NVIDIA RTX 2070

Recursos humanos

Para aplicar con éxito los procesos BIM, todos los interesados deben asumir ciertas funciones relacionadas con la creación y gestión de los modelos de información.

En este caso, se necesitará de personal con conocimientos intermedios en Revit, y usos del BIM.

Anexo 2: IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO BIM

Nomenclatura de Archivos

Las distintas disciplinas que intervengan en el proyecto seguirán el esquema que se define a continuación para el nombrado de los archivos.

001_CLL_ARQ_RVT21

(001_CASALALADERA_ARQUITECTURA_RVT2021)

Ejemplo: XXX_NV_SFCE_ARQ_RVT21

(Modelo del Proyecto número XXX perteneciente al Centro de Excelencia en San Fernando para la empresa Navantia de la disciplina Arquitectura desarrollado en la versión de Revit 2021)

Niveles y Rejillas

Los niveles y las rejillas del proyecto serán definidos en el modelo de arquitectura y las demás disciplinas lo copiarán y monitorizarán, si alguna disciplina requiere colocar sus propios ejes o rejillas deberá ser aprobado previamente por El responsable del proyecto y el BIM Manager.

Scope Box y Matchlines

Las Scope Box o Caja de referencia y las Matchlines o líneas de coincidencia, serán definidas por el BIM Manager en el Modelo de Arquitectura y las demás disciplinas las usaran como referencia para plantear los distintos planos de los que se compondrá la entrega.

Nivel de detalle de los elementos modelados

Los elementos modelados se elaborarán según un Nivel de Desarrollo (Level of Development, LOD) acorde con el siguiente esquema.

Elementos del modelo incluidos en el alcance de los trabajos

Los elementos constructivos modelados por cada una de las disciplinas que se detallan a continuación, así como la información asociada a sus parámetros, se podrán ir modificando para responder a las necesidades del proyecto durante las distintas etapas de diseño, construcción y gestión, pudiendo incrementar o disminuir el número de elementos.

Disciplina Arquitectura

- Muros, tabiques, trasdosados y revestimientos
- Rampas y escaleras (no incluidos elementos estructurales) Cerrajería.
- Tabiques y carpintería (puertas, ventanas, mamparas, muros cortina, etc.)
- Pavimentos, suelos técnicos, falsos techos, cubiertas, etc.
- Materiales y acabados

Disciplina Estructura:

- Hormigón de limpieza
- Elementos de cimentación (zapatas aisladas o corridas bajo muros, losas de cimentación, pilotes, encepados, etc.)
- Elementos estructurales y subestructuras verticales (muros, soportes, ménsulas, tirantes)
- Elementos estructurales y subestructuras horizontales (losas, forjados, vigas, cubiertas, bóvedas, cerchas, etc.)
- Elementos estructurales accesorios (aparatos de apoyo, elementos de unión entre piezas, etc.)
- Elementos de contención (puntales definitivos, tirantes, anclajes, vigas de atado)

Disciplina MEP

- Sistemas de tuberías, uniones, accesorios, etc.
- Colocación de equipos de bombeo, registros sanitarios, unidades de tratamiento, etc.
- Diseño de las acometidas de agua potable y aguas negras
- Ubicación de cisterna, sistema de bombeo.

- Registros de Instalaciones.
- Elementos de accionamiento de equipos de baja tensión (tomas de corriente, interruptores, pulsadores, etc.)
- Elementos de iluminación.
- Canalización para telecomunicaciones desde acometida e instalación de obras gris dentro de la edificación
- Ubicación de caja de transformación y módulos de medidores
- Registros de media y baja tensión
- Modelo de instalaciones mecánicas de aire acondicionado
- Dimensión y corrida de tubería Mecánica.

Elementos del modelo excluidos en el alcance de los trabajos

Los elementos constructivos que no se incluirán dentro de los modelos para cada una de las disciplinas serán los que se detallan a continuación:

Disciplina Arquitectura.

- Elementos accesorios de carpintería (bisagras, pomos, garras, sujeciones, premarcos, cerraduras, accionadores, etc.)
- Elementos decorativos secundarios (cubre muros, embellecedores, cubrejuntas, etc.)
- Elementos de refuerzo estructural de muros (pilastras, dinteles, armaduras, etc.)
- Elementos de sujeción de elementos arquitectónicos (tornillos, abrazaderas, tacos de sujeción, subestructuras de revestimientos)
- Elementos de sustentación de falsos techos
- Láminas de impermeabilización, separación de elementos, geotextiles, pinturas protectoras, etc.

Disciplina Estructuras

- Acero de armar en piezas de hormigón
- Soldaduras, tornillos de unión de piezas metálicas.
- Actuaciones sobre el terreno

- Actuaciones de impermeabilización, saneamiento, inyecciones, etc.
- Encofrados, cimbras y equipos auxiliares de construcción.
- Juntas de dilatación
- Elementos temporales

Disciplina MEP

- Elementos de sujeción de instalaciones (agarraderas, elementos de fijación o cuelgue, tornillos, bridas, etc.)
- Cableado eléctrico, independientemente de su diámetro o la potencia trasegada.
- Líneas de transmisión de datos
- Elementos de sujeción y subestructura de catenaria.

Nomenclatura de elementos modelados

Las familias de los distintos modelos de los que se componga el proyecto seguirán la siguiente nomenclatura: (ver anexo 3 en apartado de Anexos)

Información de los elementos modelados

la información de los elementos en los distintos archivos de las disciplinas que intervienen en proyecto viene definida por los siguientes parámetros principalmente:

- Type Mark: Se utiliza para rotular los elementos en los planos, pues incluye la información esencial del elemento.
- Description: Se utiliza para definir las características del tipo de elemento, así como para destacar algún rasgo particular.
- Comments: Se utiliza para identificar características propias del elemento y para llevar a cabo filtros y schedules. Puede haber varios tipos con el mismo Comentario
- Fire Rating: Se utilizará para determinar la resistencia al fuego del elemento en el caso de que sea necesario.

Anexo 3: NOMENCLATURA DE FAMILIAS

Cuadro: 17 Nomenclatura de familias de puertas

NOMENCLATURA DE FAMILIAS, PUERTAS		
FAMILIA	DESCRIPCION	TIPO
Puerta corrediza de vidrio	3 cuerpos 3.35x2.55	p-07
	3 cuerpos 3.80x2.55	p-08
	2 cuerpos 2.35x2.55	p-06
	2 cuerpos 2.90x2.55	p-05
Puerta abatible de madera	1 hoja 0.90x2.55	p-02
	1 hoja 0.90x2.44	p-09
	1 hoja 0.90x2.22	p-03
Puerta abatible de Acero	1 hoja 1.00x2.60	p-01
Puerta abatible de vidrio	1 hoja 0.90x2.44	p-10
Puerta abatible metálica	1 hoja 0.89x2.60	p-04
Puerta abatible de acero	1 hoja 0.90x2.60	p-11

fuelle: elaboración propia

Cuadro: 18 Nomenclatura de familias de armazón estructural

NOMENCLATURA DE FAMILIAS, ARMAZON ESTRUCTURAL		
FAMILIA	DESCRIPCION	TIPO
Hormigón-viga rectangular	3 cuerpos 3.35x2.55	v-1
	3 cuerpos 3.80x2.55	v-2
	2 cuerpos 2.35x2.55	v-3
	2 cuerpos 2.90x2.55	v-4
	1 hoja 0.90x2.55	v-5
	1 hoja 0.90x2.44	v-6

fuelle: elaboración propia

Cuadro: 19 Nomenclatura de familias de armazón estructural

NOMENCLATURA DE FAMILIAS, ARMAZON ESTRUCTURAL		
FAMILIA	DESCRIPCION	TIPO
Polín encajuelado	Encajuelada chapa 14 6"	P-2
Polín c	C chapa 14 4"	P-1
Angulo de apoyo en polines	L 21/2"X2 1/2"X3/16"	A-1

fuelle: elaboración propia

Cuadro: 20 Nomenclatura de familias de ventanas

NOMENCLATURA DE FAMILIAS, VENTANAS		
FAMILIA	DESCRIPCION	TIPO
Ventana corrediza de vidrio	2 cuerpos 2.10x1.50	v-02
	2 cuerpos 1.75x1.50	v-04
	2 cuerpos 2.30x1.80	v-07
	2 cuerpos 2.35x0.70	v-09
	2 cuerpos 3.40x1.80	v-10
	2 cuerpos 2.40x1.80	v-11
	2 cuerpos 2.00x0.70	v-12
	2 cuerpos 2.35x1.80	v-13
	2 cuerpos 3.10x1.80	v-14
	Ventana de vidrio fijo	1 cuerpo 0.60x1.50
1 cuerpo 0.30x2.50		v-05
1 cuerpo 0.60x1.80		v-06
1 cuerpo 1.00x1.80		v-08
1 cuerpo 1.00x2.40		v-01

fuelle: elaboración propia

Cuadro: 21 Nomenclatura de familias de tuberías

NOMENCLATURA DE FAMILIAS, TUBERIAS		
FAMILIA	DESCRIPCION	TIPO
Tuberia pvc	1/2" 315 PSI Acom. Ap	1/2" 315PSI
	3/4" 250 PSI Agua potable	3/4" 250 PSI
	1/2" 100 PSI Agua caliente	1/2" 100 PSI
	4" Aguas negras	4" AN
	2" Aguas grises	2" AG
	1/2" Aire acondicionado	1/2" A/C
	4" Aguas lluvias	4" ALL

fuelle: elaboración propia

Cuadro: 22 Nomenclatura de familias de accesorios eléctricos

NOMENCLATURA DE FAMILIAS, ACCESORIOS ELECTRICOS		
FAMILIA	DESCRIPCION	TIPO
Tomacorrientes	Doble polarizado, 15 A 125V Nema 5-15R KG4185	Tom-1
	Doble polarizado GFCI 15 A 125V Nema 5-15R KG4188GFG6	Tom-2
	Doble polarizado interperie 15A 125V Nema 5-15R KG4185	Tom-3
	Grado industrial 3 polos 50ª 125/250V	Tom-4
	Al piso, doble polarizado 15A 125V 6239NI	Tom-5
	Tablero eléctrico general	Tom-6

fuelle: elaboración propia

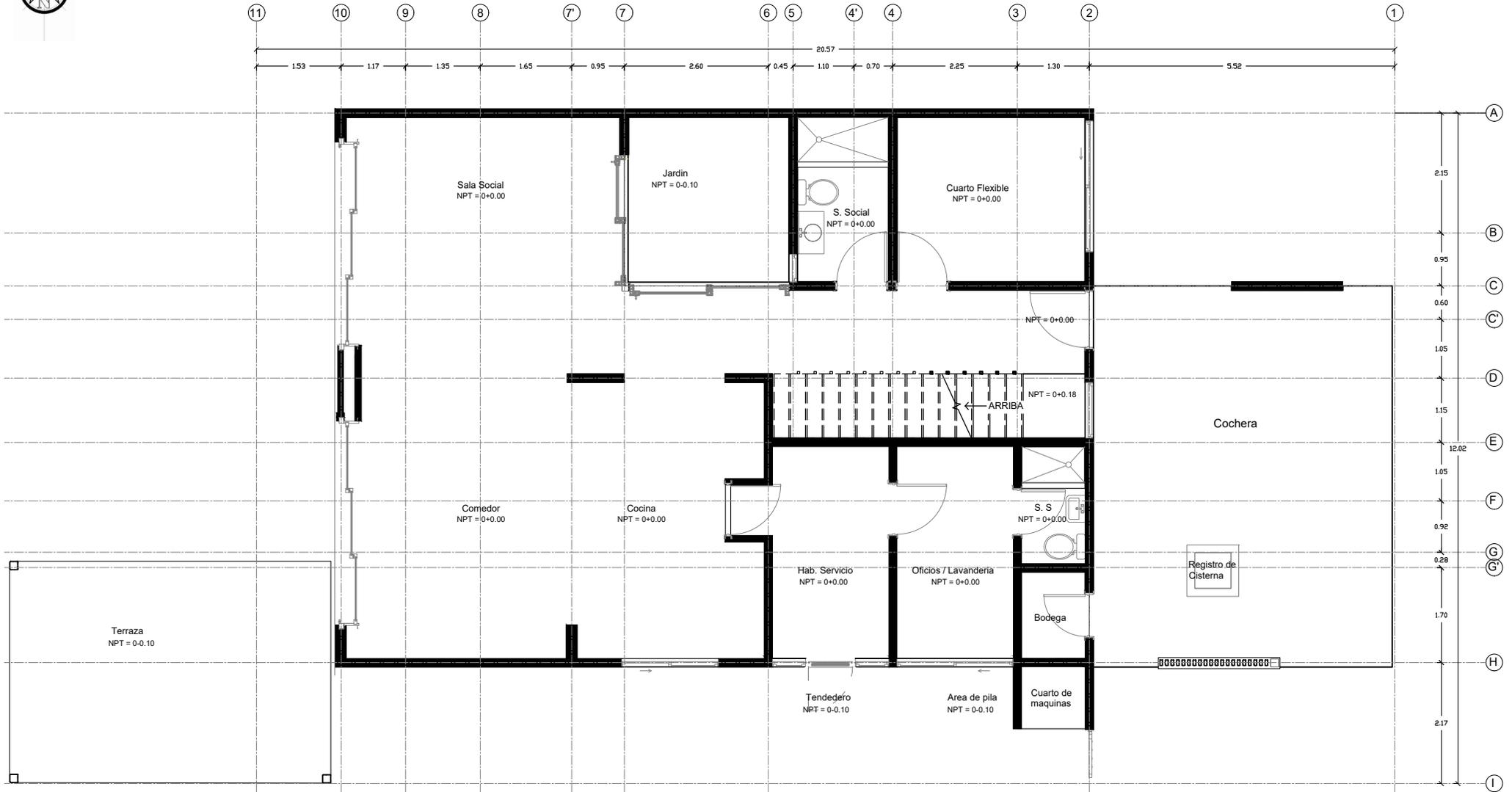
Cuadro: 23 Nomenclatura de familias de accesorios eléctricos

NOMENCLATURA DE FAMILIAS, ACCESORIOS ELECTRICOS		
FAMILIA	DESCRIPCION	TIPO
Interruptor	Sencillo 2 módulos KG01M2 KG51	Int-1
	Doble 2 módulos KG01 KG51	Int-2
	Triple 3 módulos KG01 KG52	Int-3
	Cuádruple 4 módulos KG01 KG52	Int-4
	Placa ciega KG52	Int-5
	Sencillo de cambio 3 vías 2 módulos KG01M2	Int-6
	Doble de cambio 3 vías 2 módulos KG01M2	Int-7
	Triple de cambio 3 vías 3 módulos KG01	Int-8
	Triple de cambio 4 vías 3 módulos KG01	Int-9

Anexo 4: MODELO BASE, CASA LA LADERA (CAD)





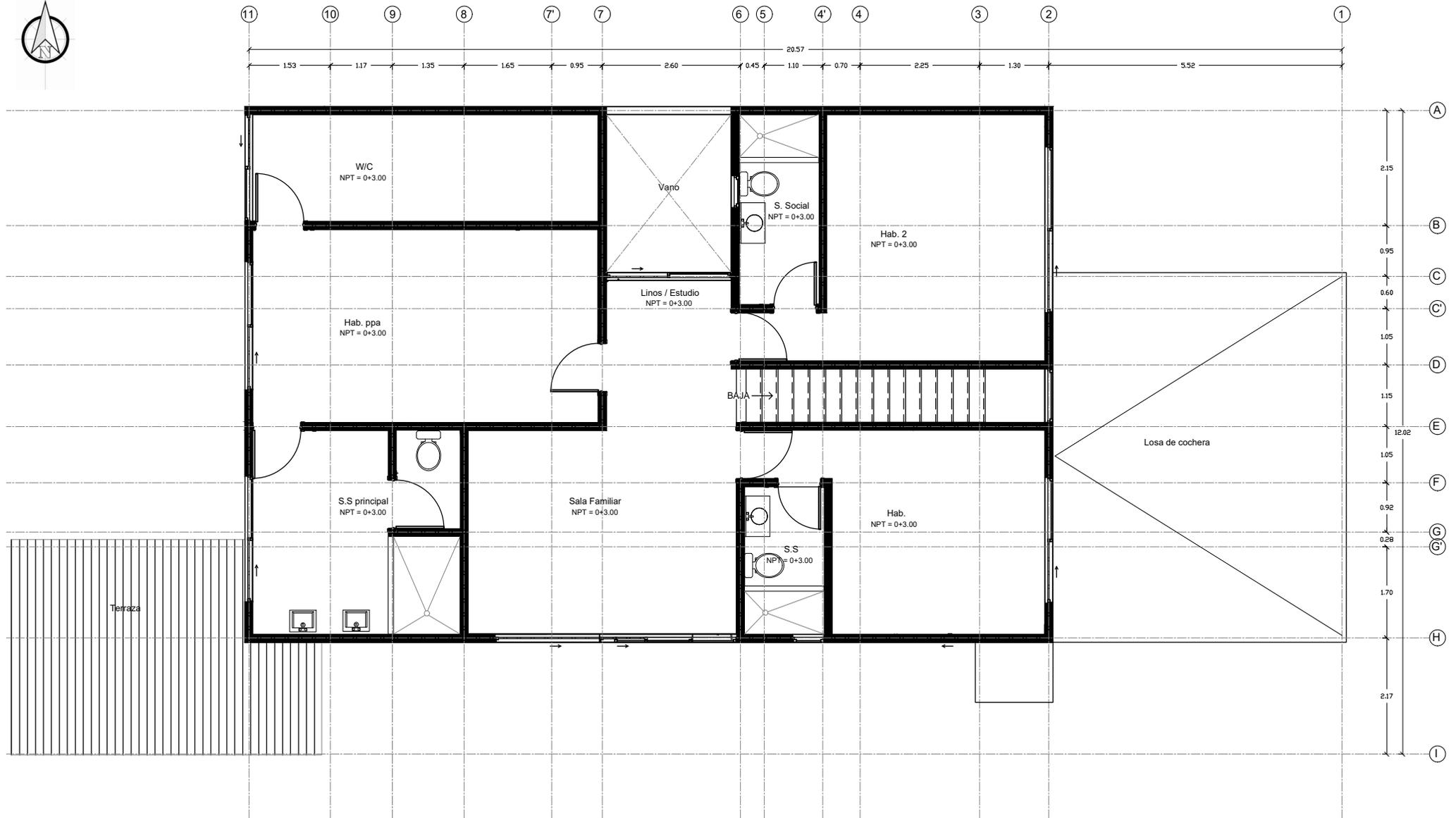


PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "
CONTENIDO: Planta Arquitectonica Nivel 1
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°
1/21
Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

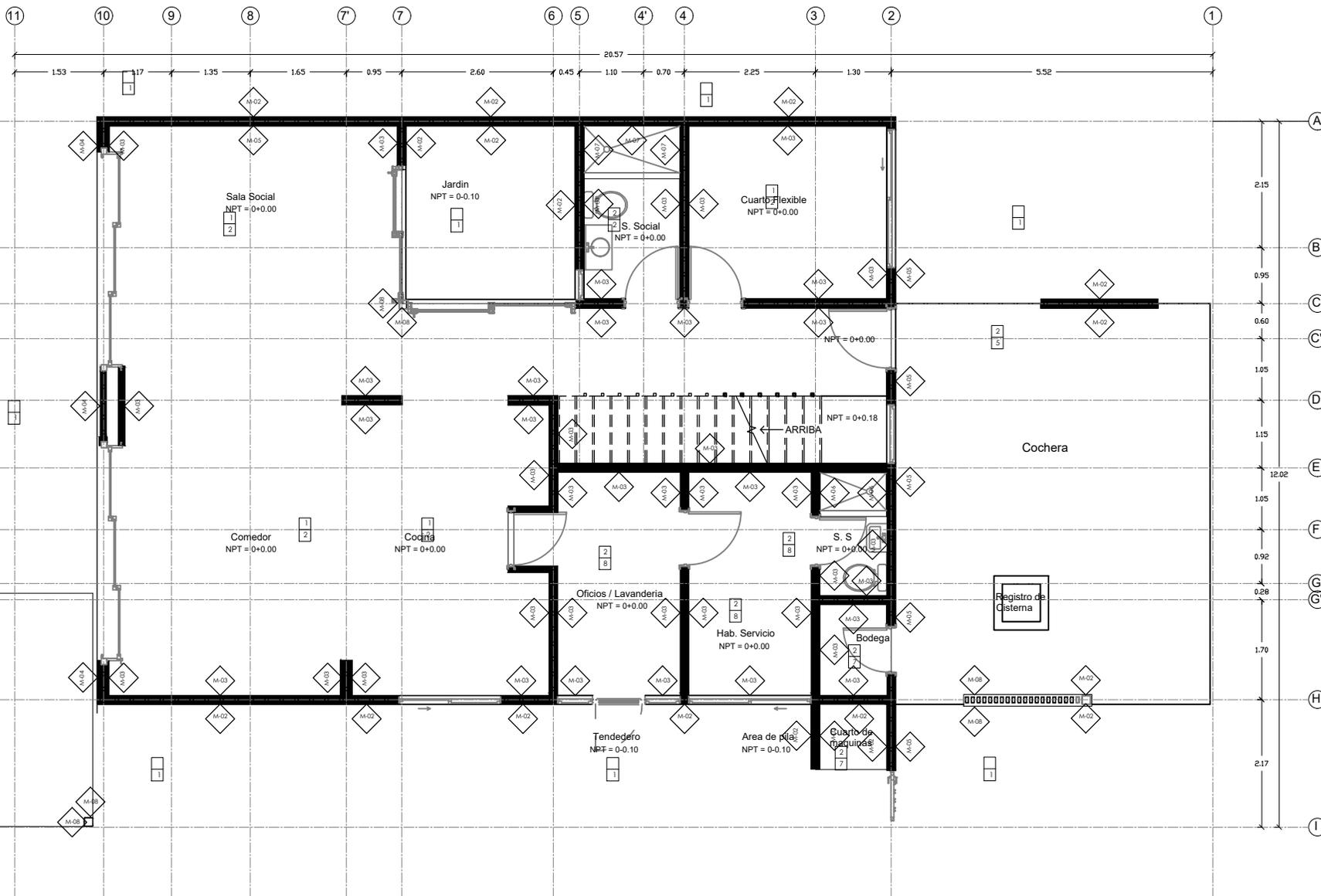
PROYECTO: " Casa la Ladera "
CONTENIDO: Planta Arquitectonica Nivel 2
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

2/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Acabados Nivel 1

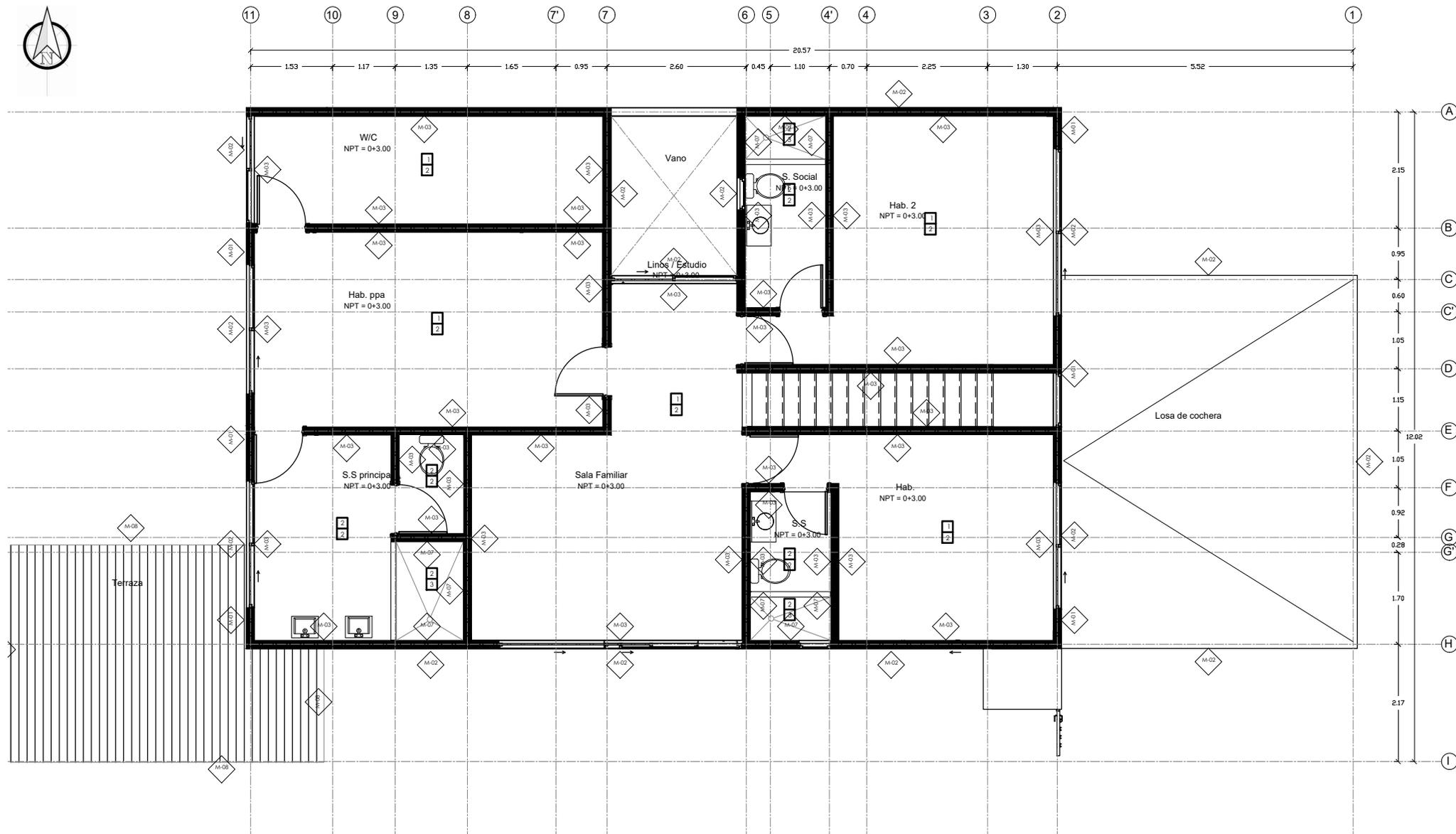
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

3/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: "Casa la Ladera"

CONTENIDO: Planta de Acabados Nivel 2

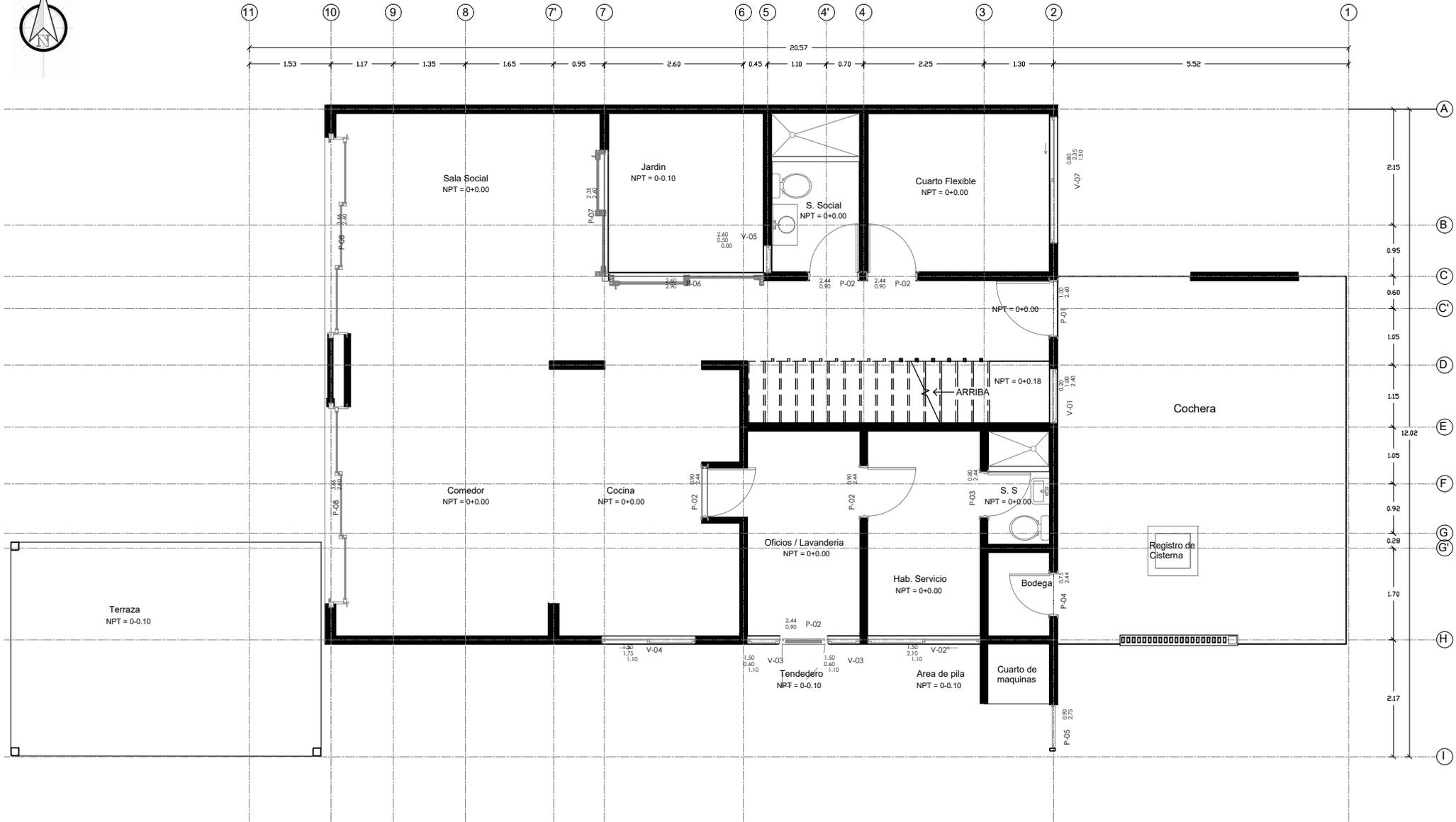
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

4/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

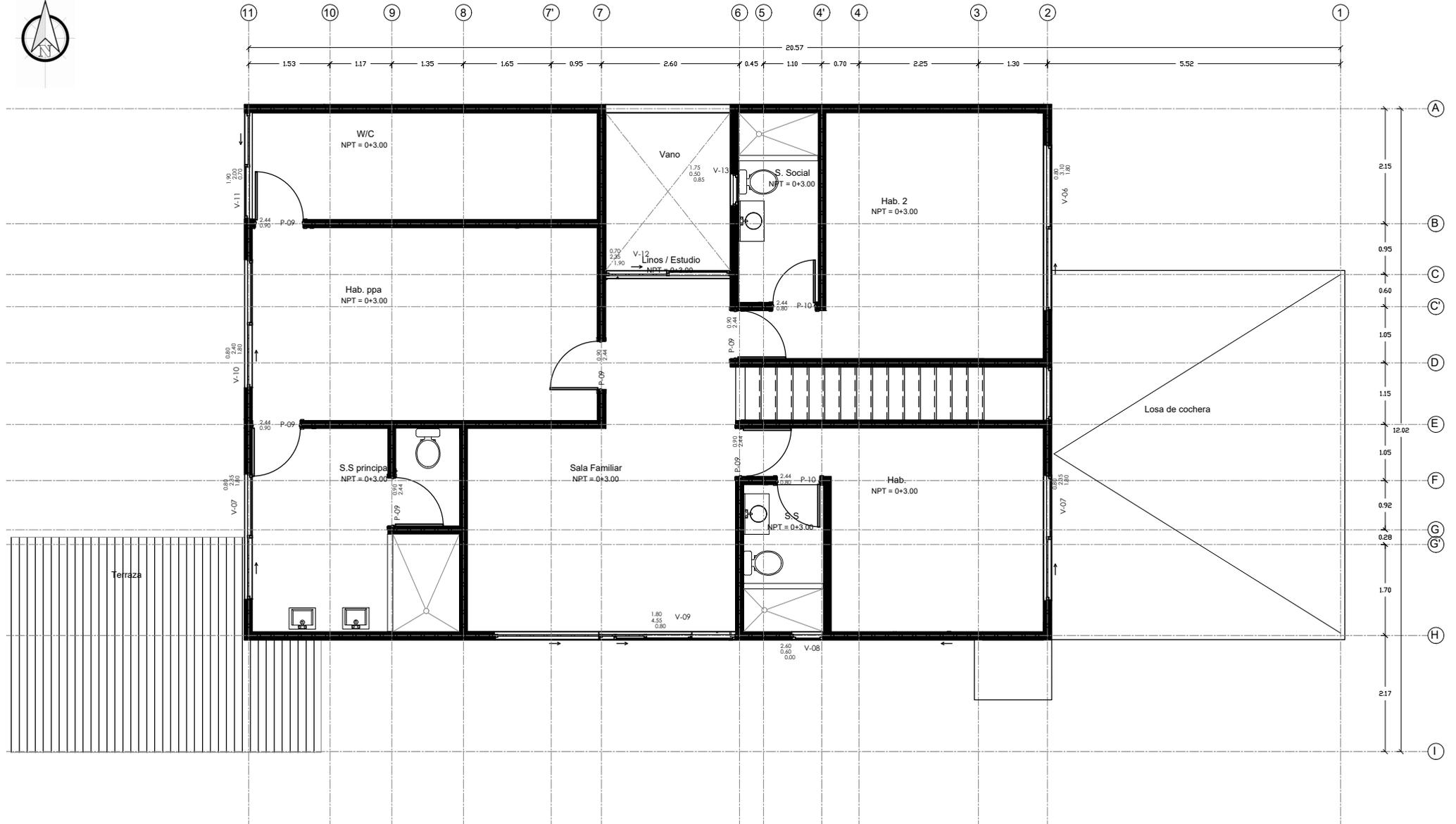
PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Puertas y Ventanas Nivel 1

MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°
5/21
Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Puertas y Ventanas Nivel 2

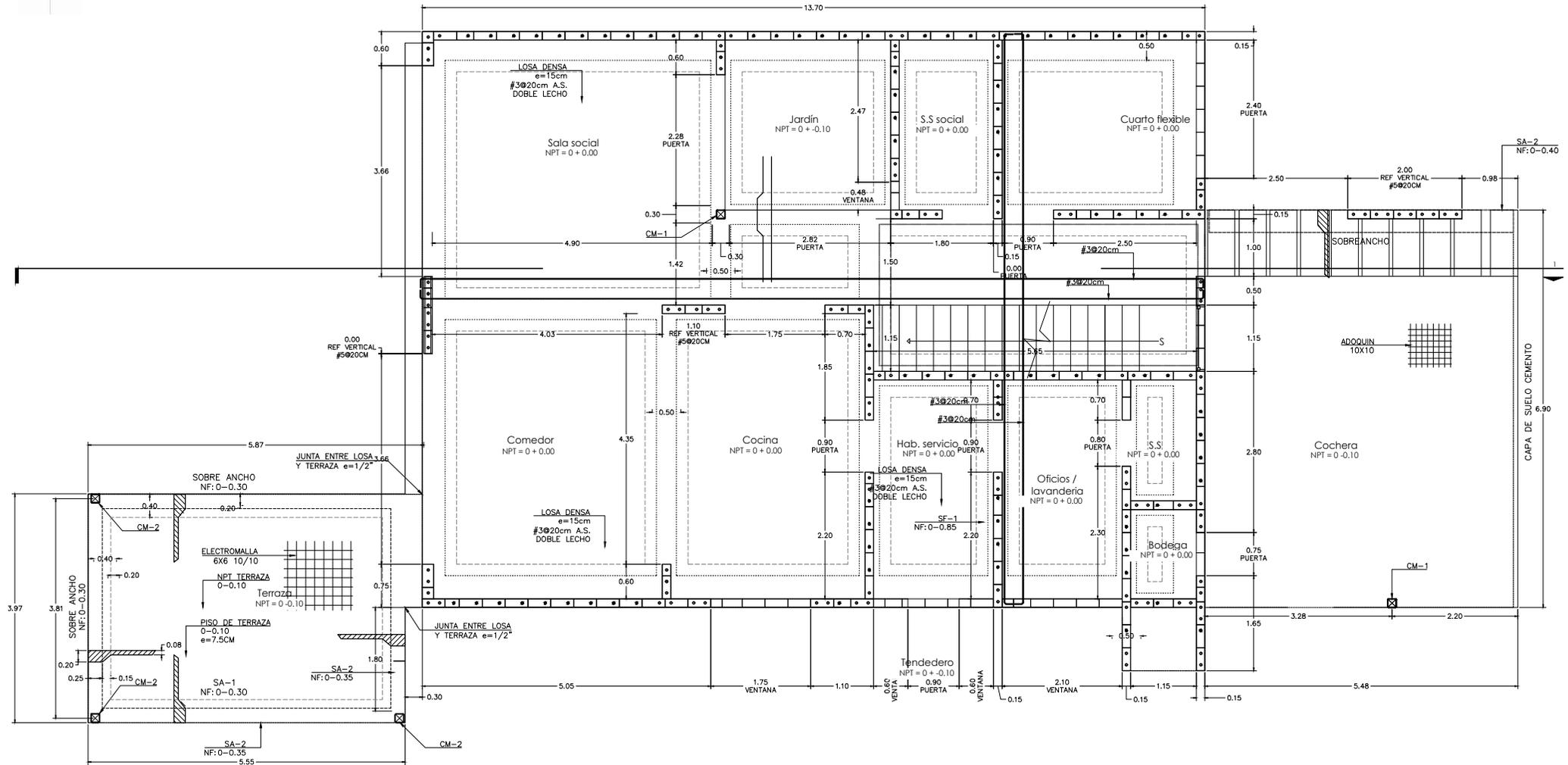
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

6/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta Estructural de Fundaciones

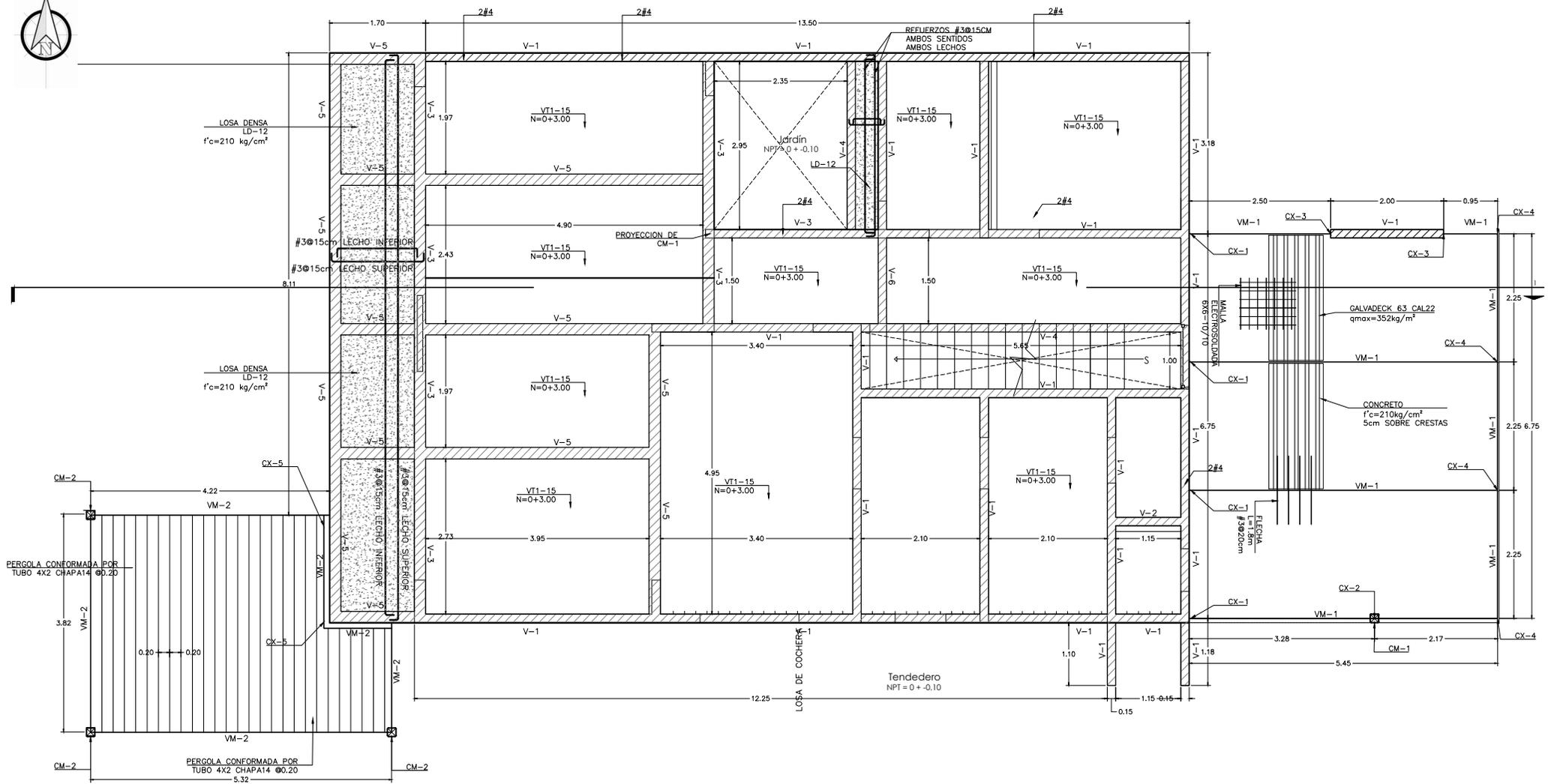
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

7/21

Escala: 1 : 100

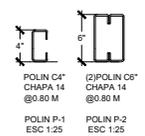
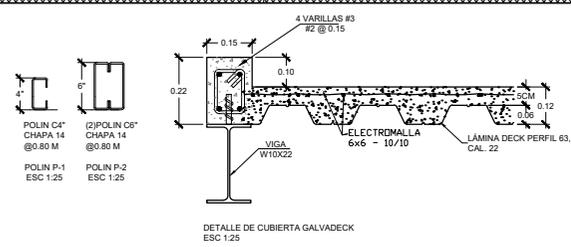
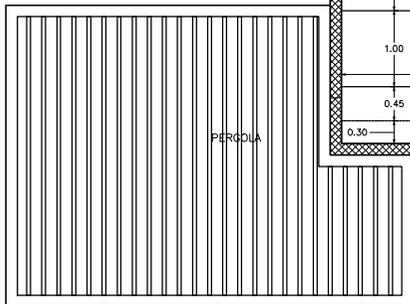
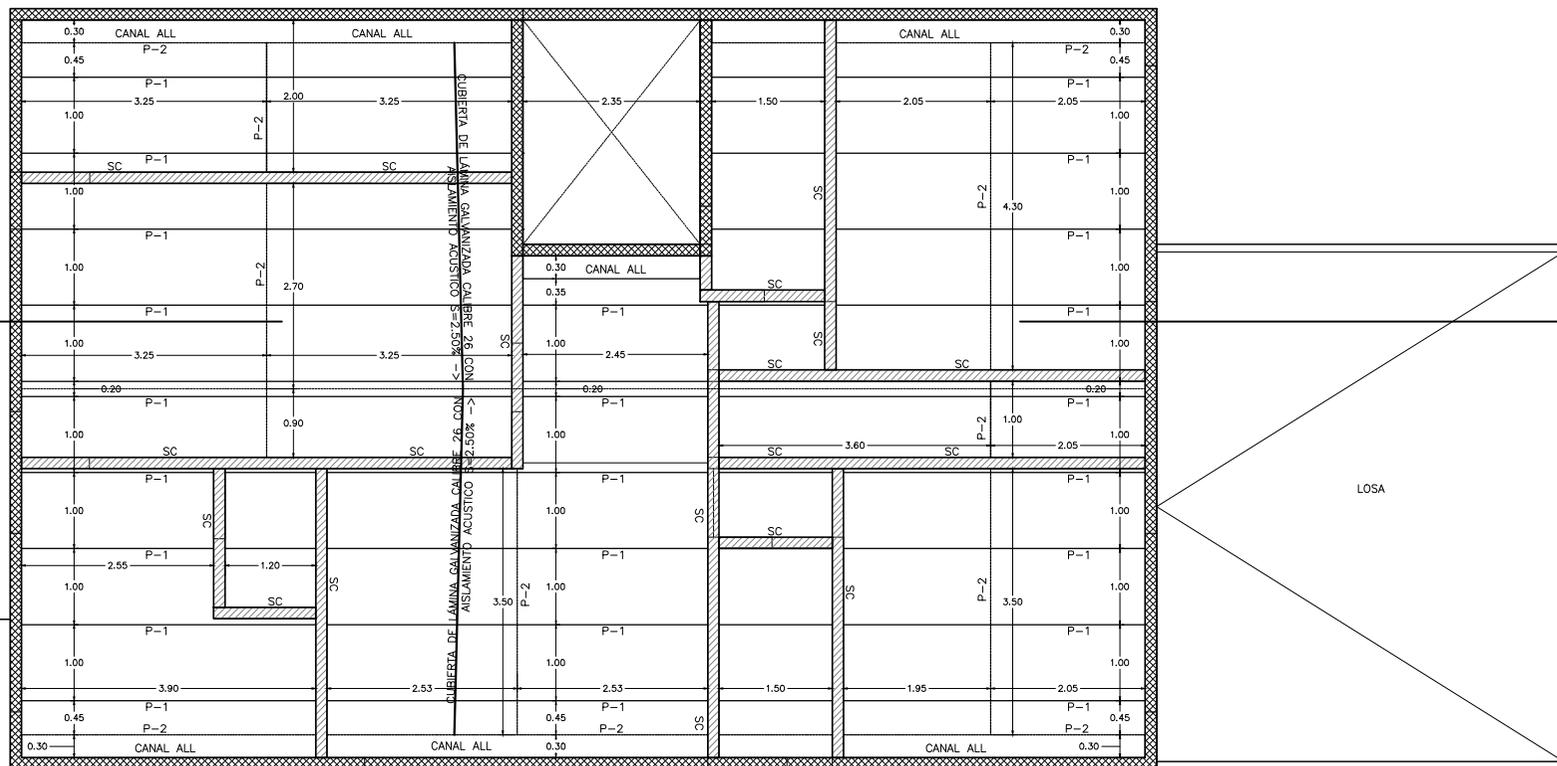


PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "
CONTENIDO: Planta Estructural de Entpiso
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°
8/21
Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

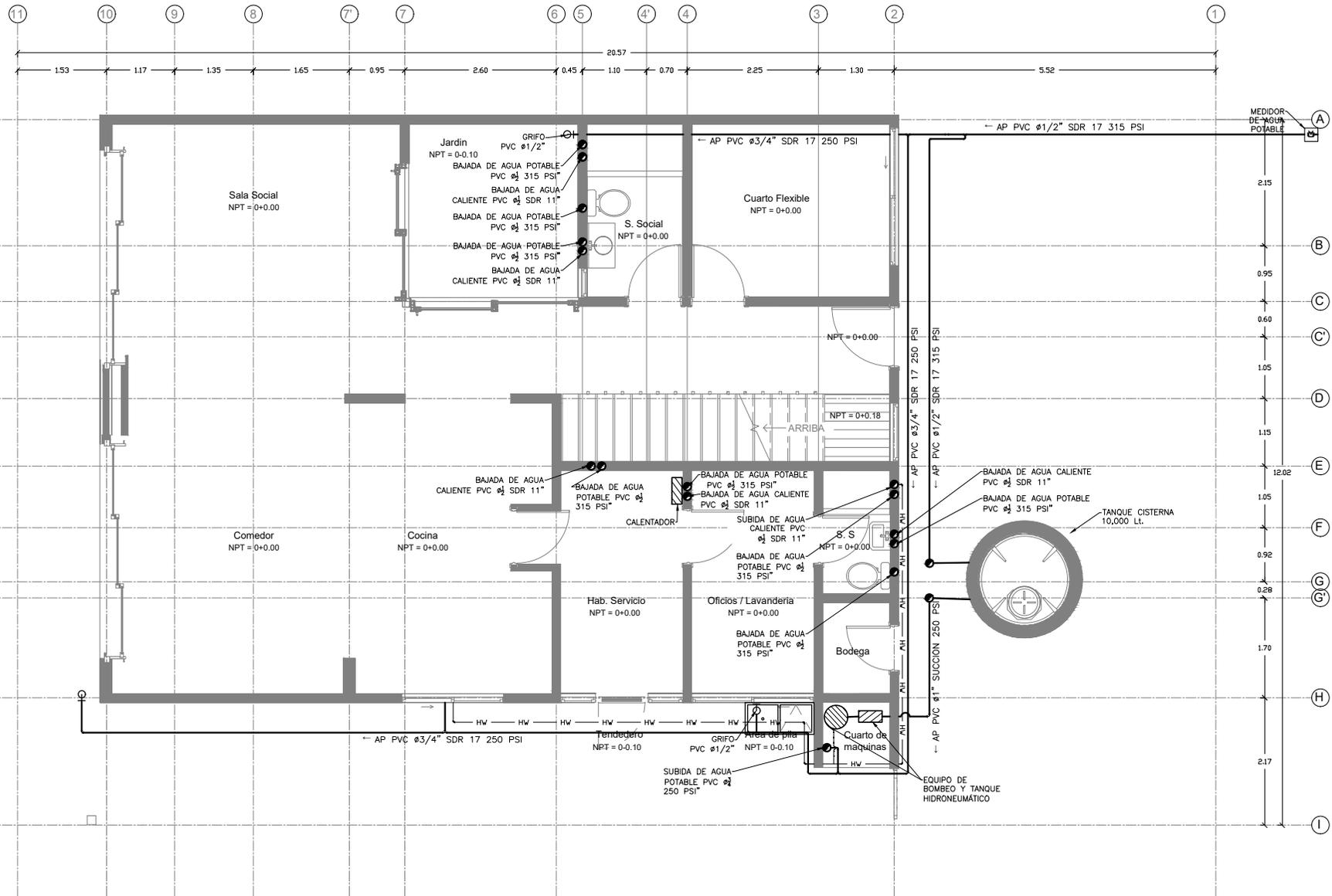
PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta Estructural de Techos

MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°
9/21
Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Red de Agua Potable, Subteranea

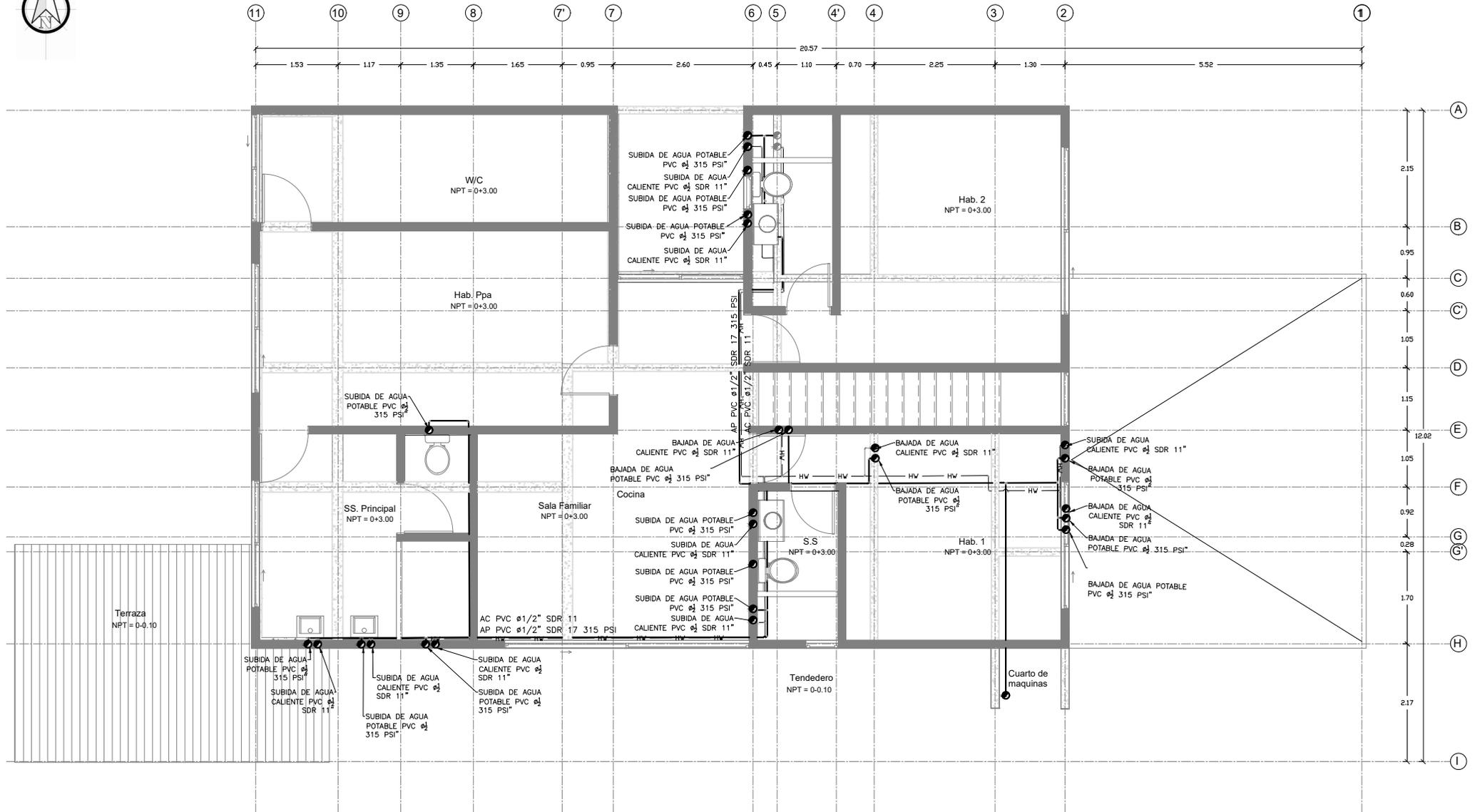
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

10/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Red de Agua Potable, Aerea

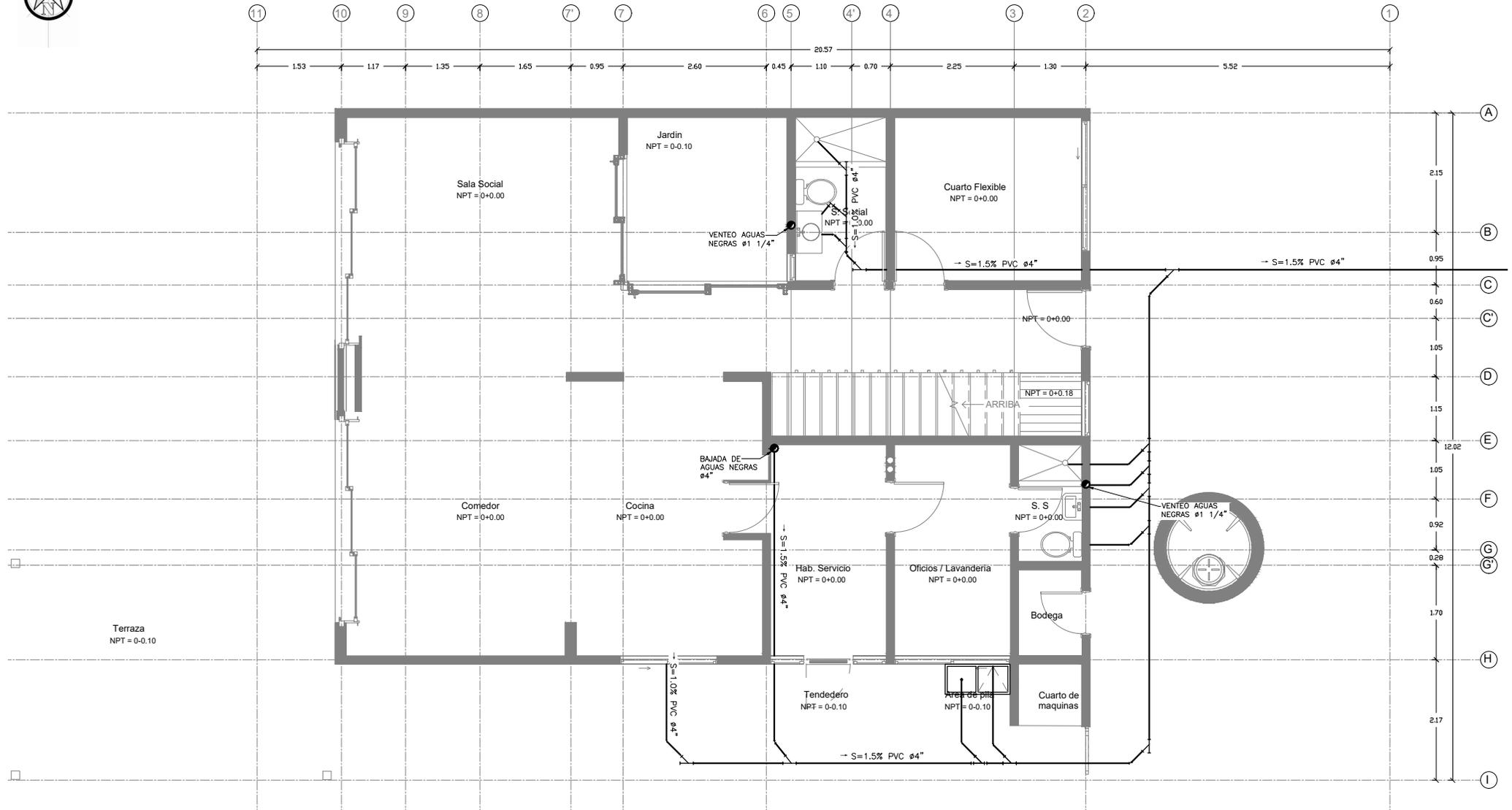
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

11/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Red de Aguas Negras, Subterranea

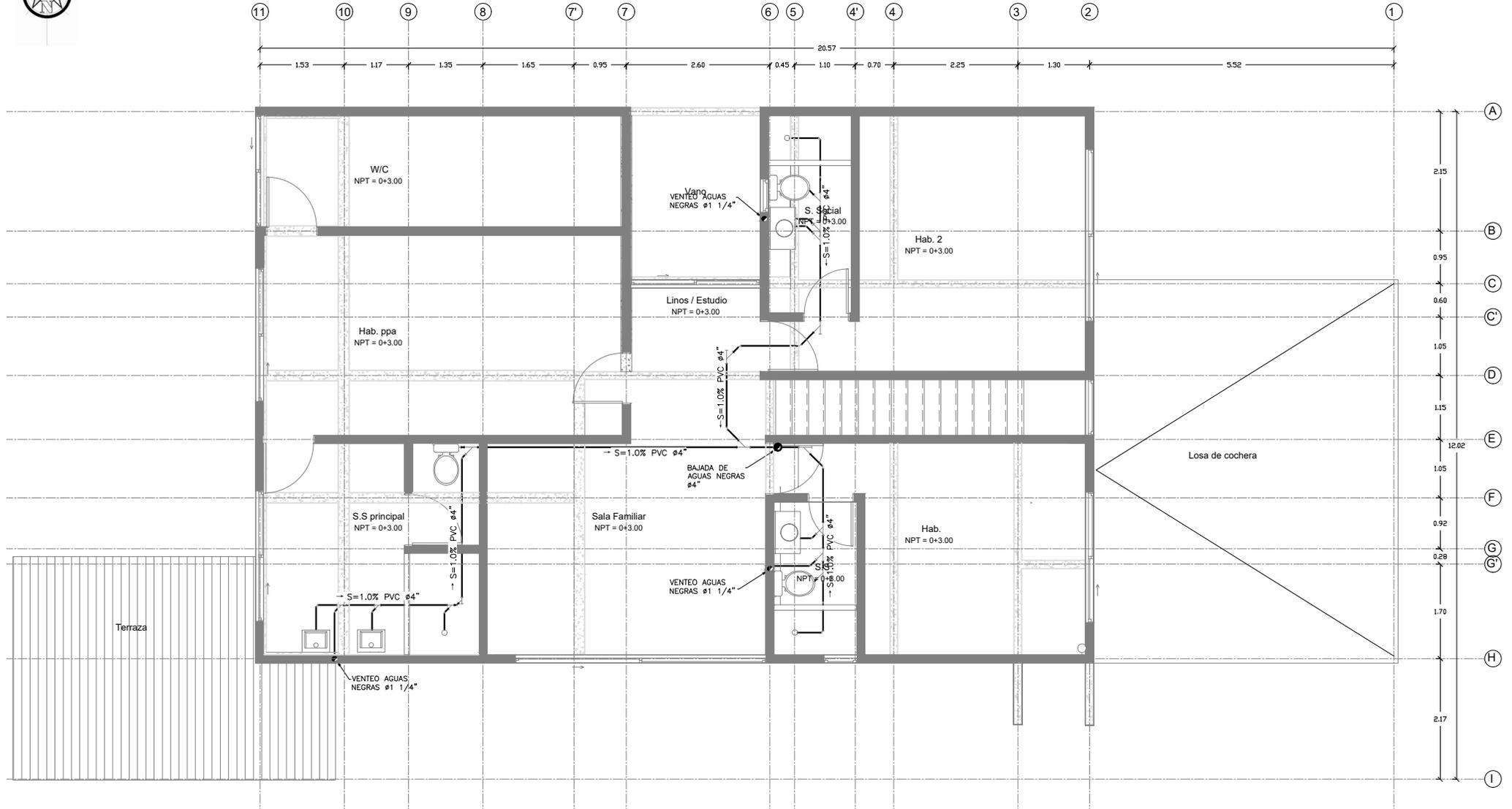
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

12/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Red de Aguas Negras, 2 Nivel

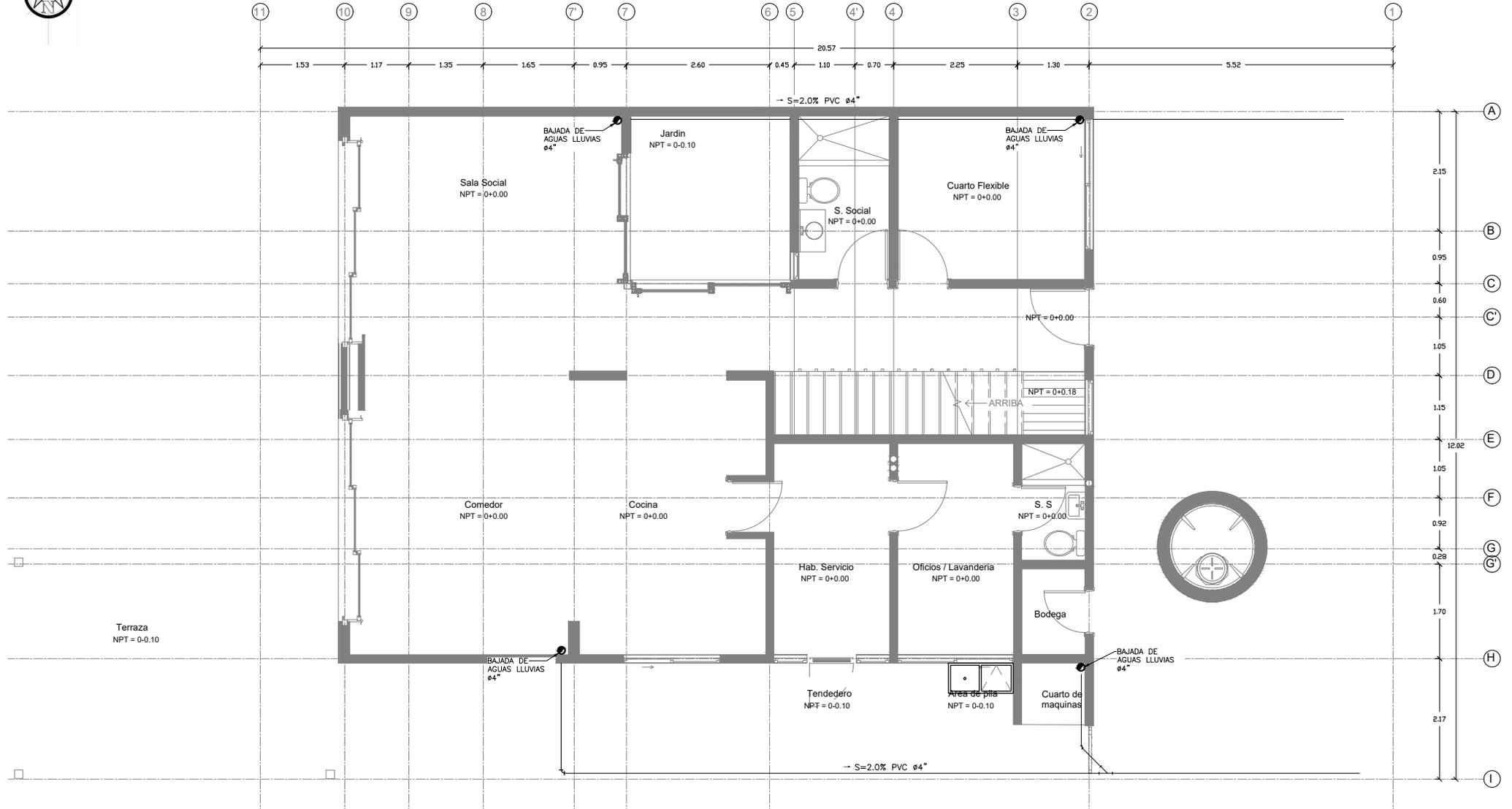
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

13/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Red de Aguas Lluvias, Nivel 1

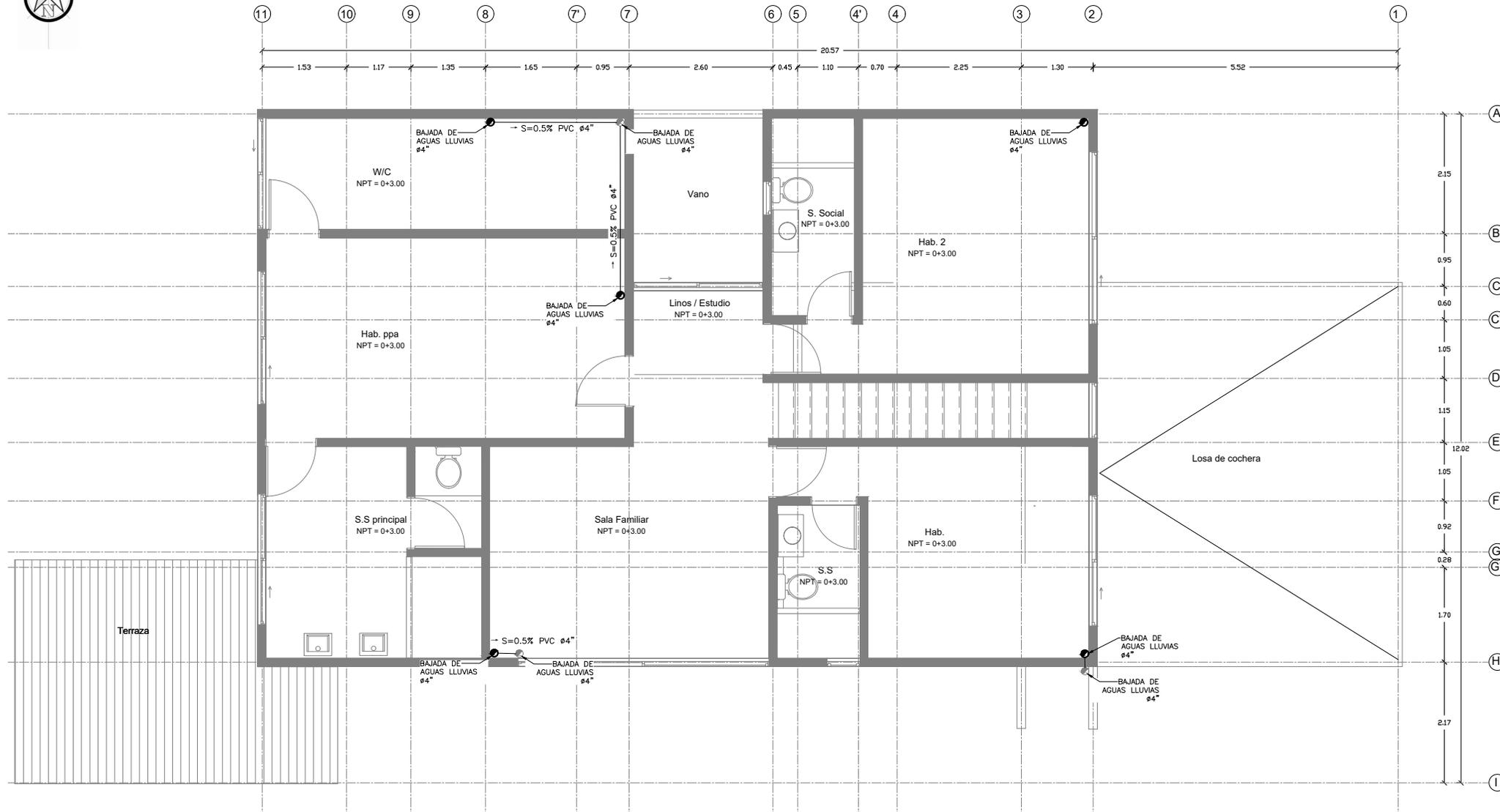
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

14/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Red de Aguas Lluvias, Nivel 2

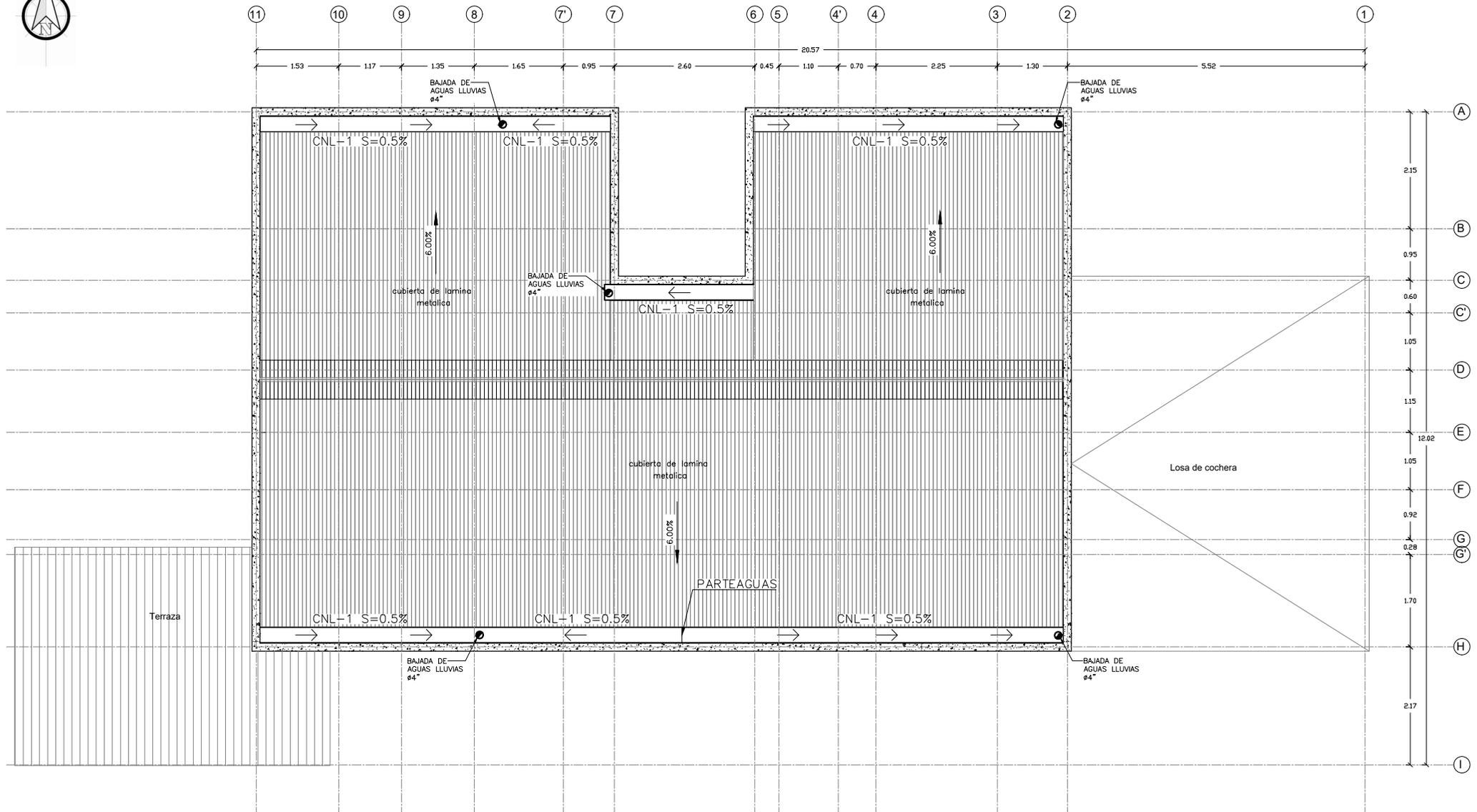
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantía Profesional



HOJA N°

15/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Techos

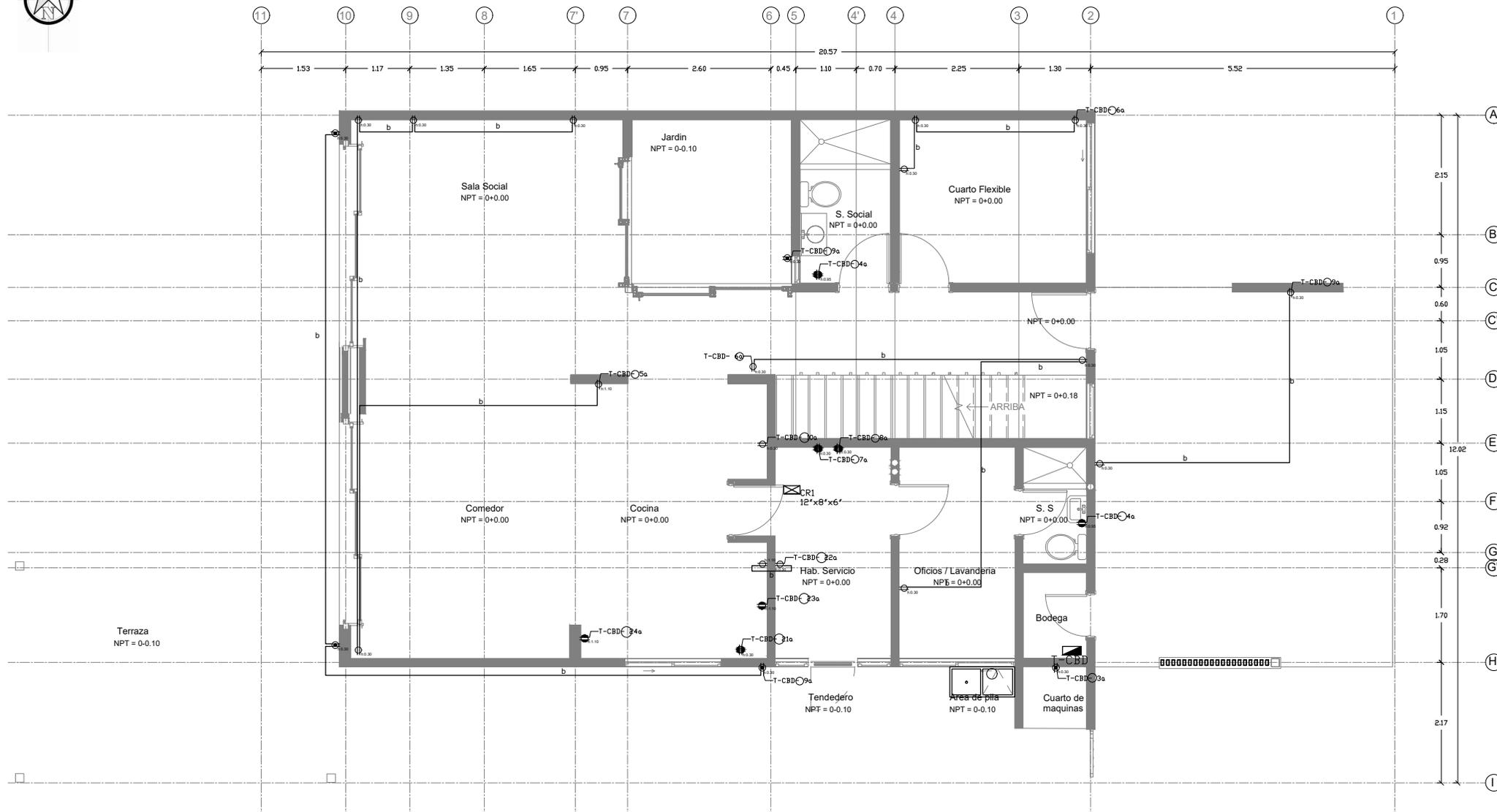
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

16/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalaciones Electricas, Tomacorrientes Nivel 1

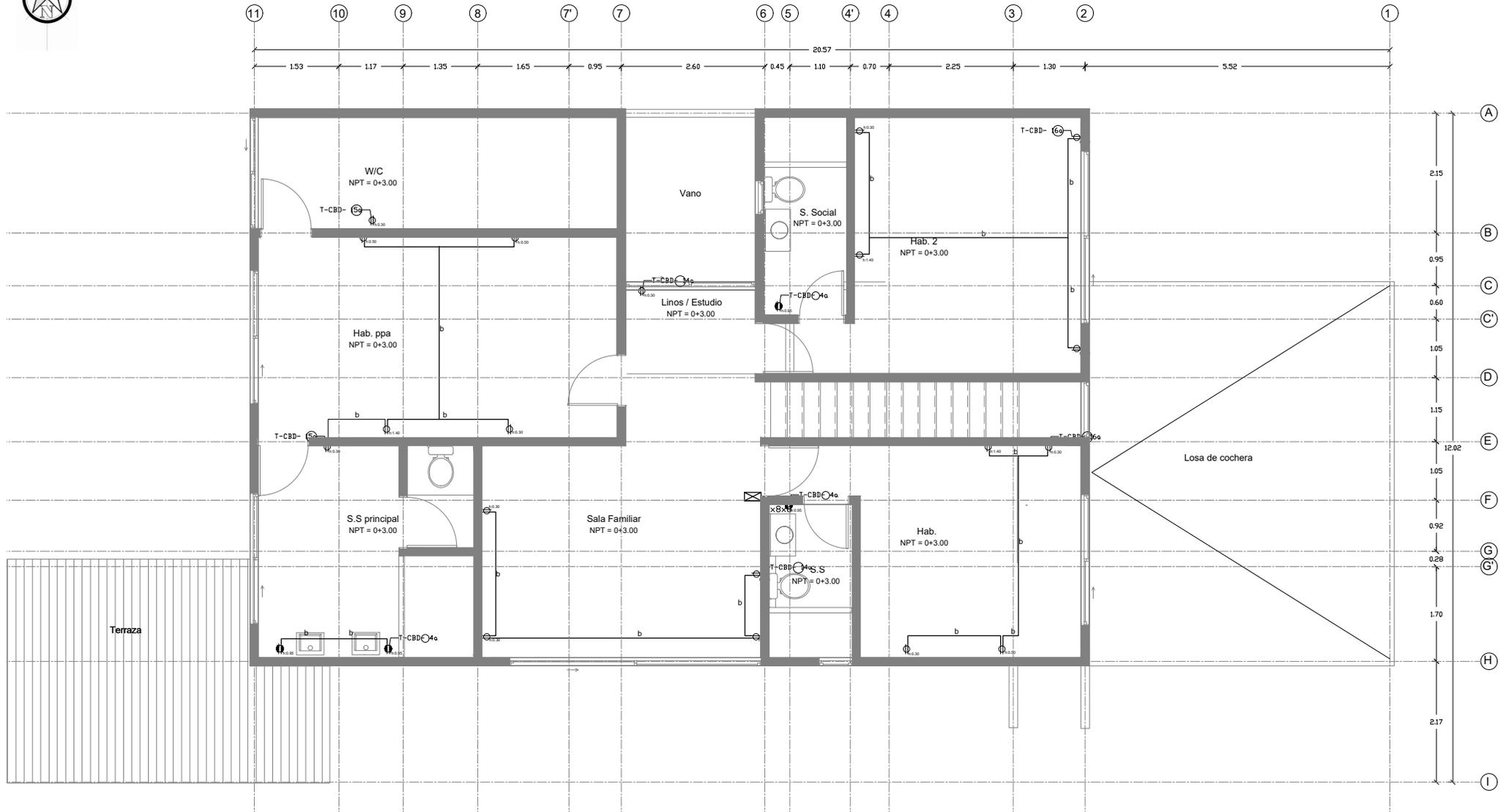
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

17/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

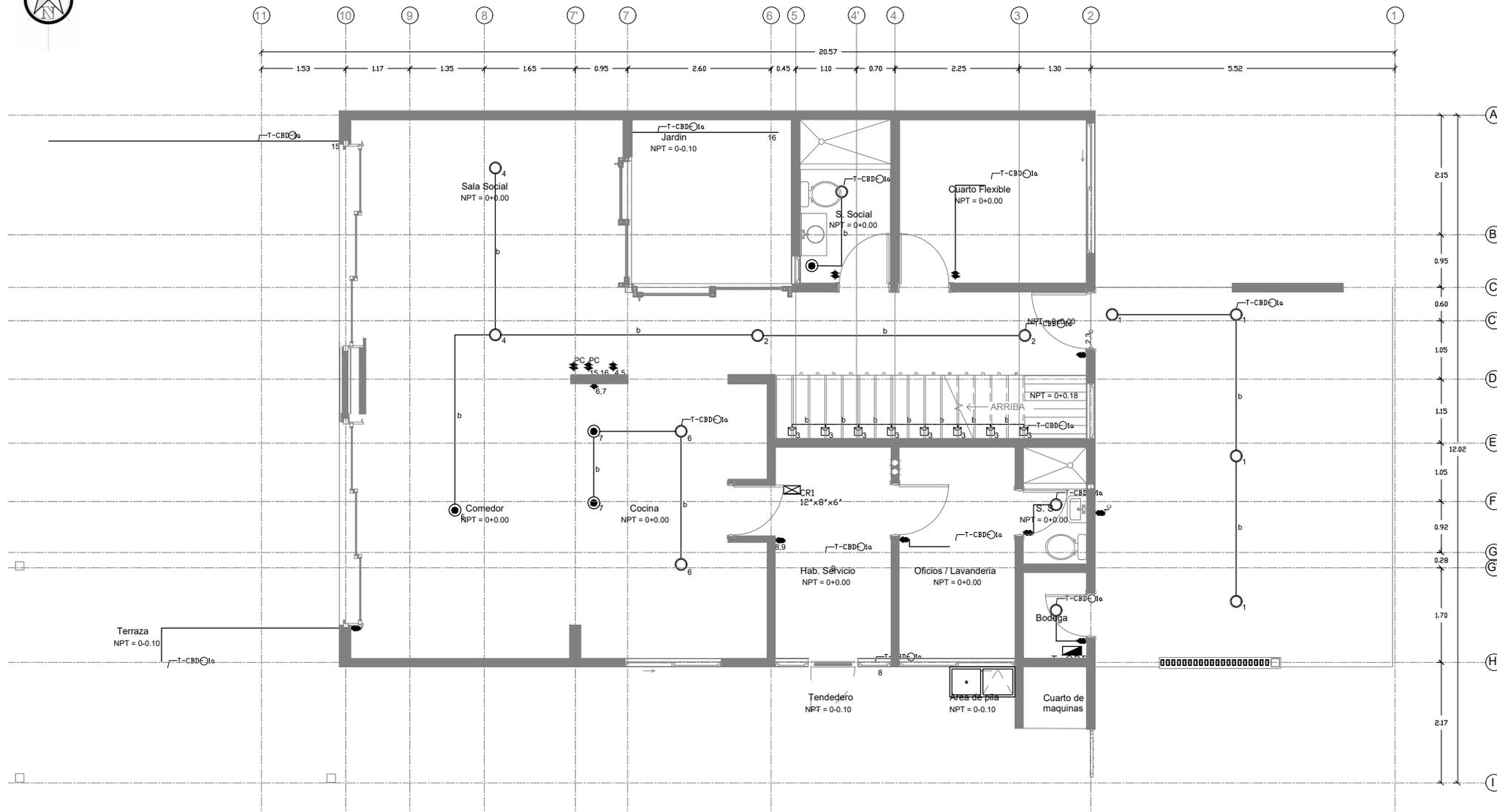
PROYECTO: "Casa la Ladera"
CONTENIDO: Planta de Instalaciones Electricas, Tomacorrientes Nivel 2
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

18/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalaciones Electricas, Luminarias Nivel 1

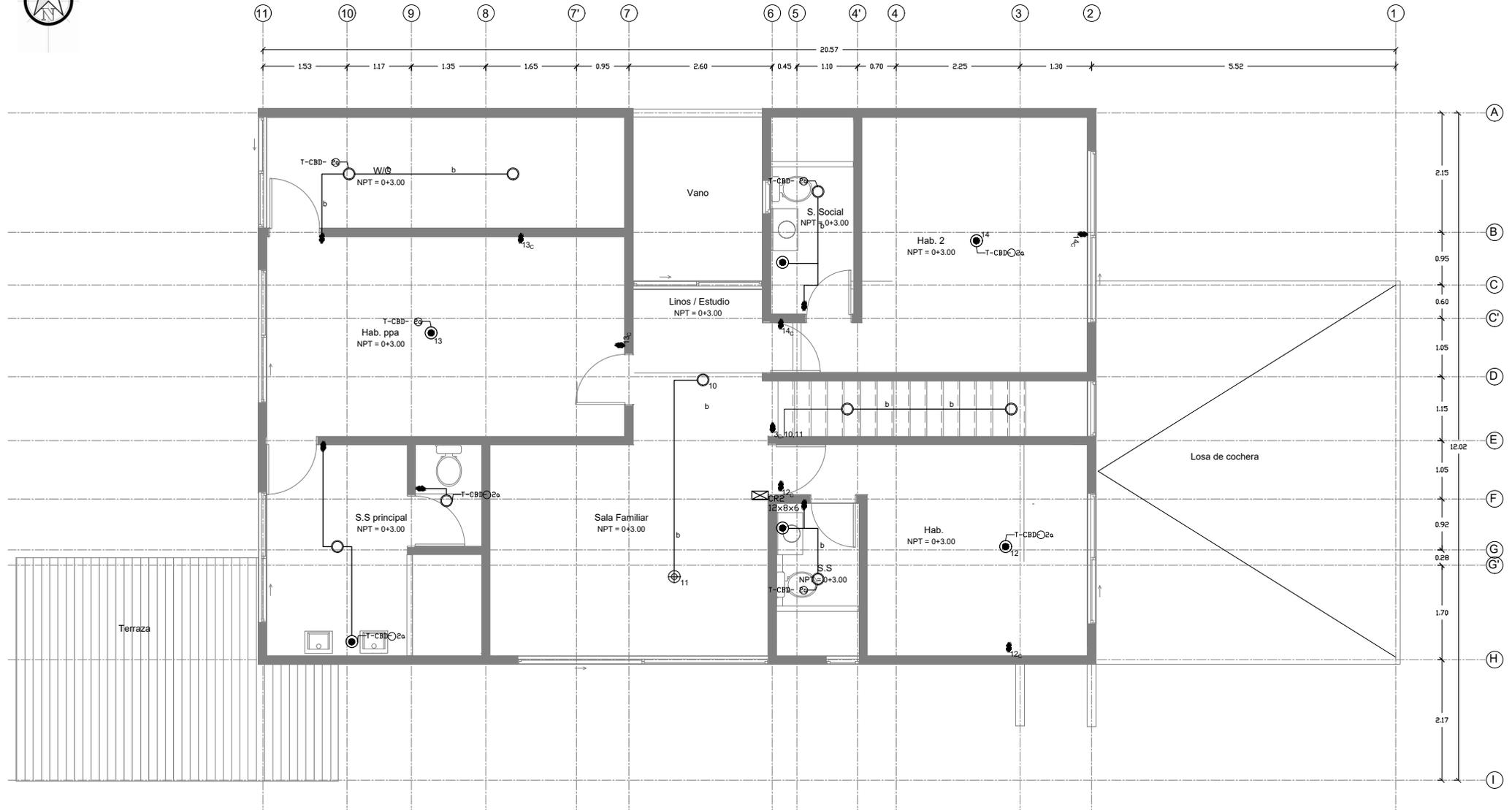
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantía Profesional



HOJA N°

19/21

Escala: 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

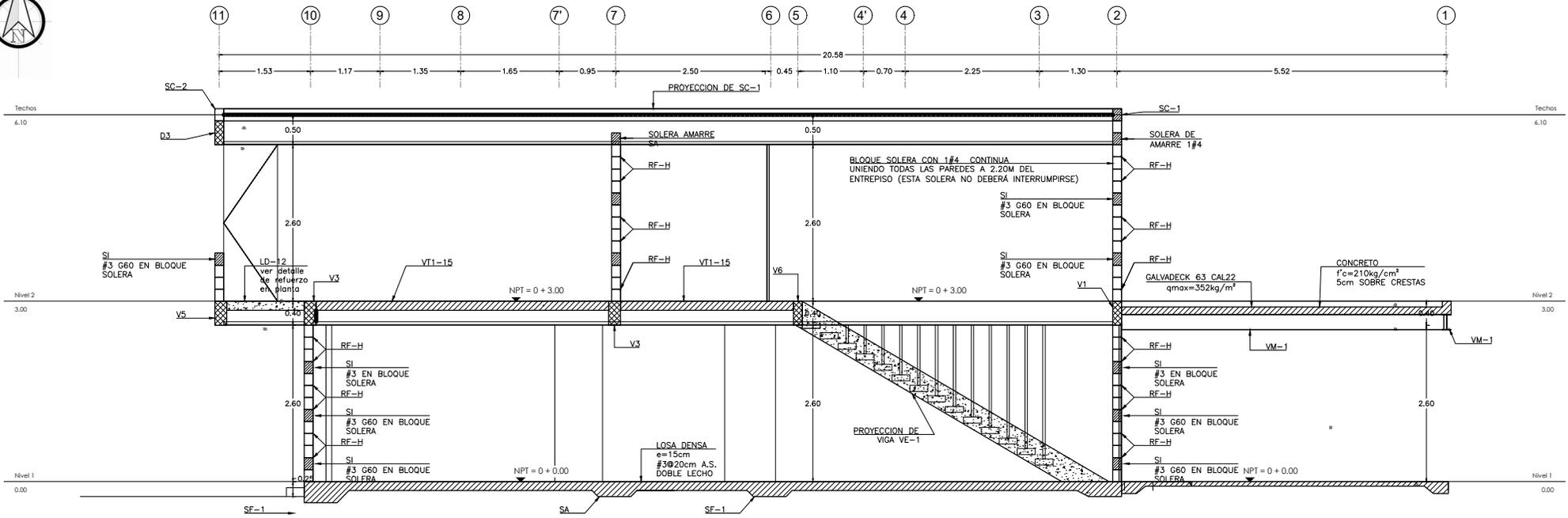
PROYECTO: " Casa la Ladera "
CONTENIDO: Planta de Instalaciones Electricas, Luminarias Nivel 2
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

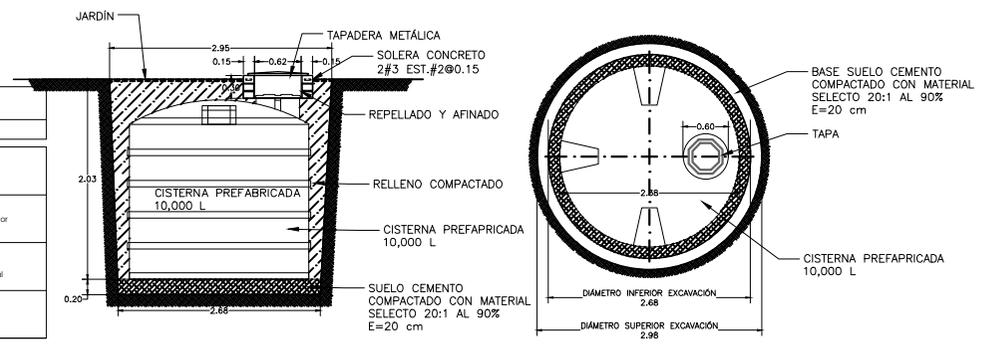
20/21

Escala: 1 : 100



DETALLE EN ELEVACION SECCION ESTRUCTURAL 1
ESC 1:100

Acabado paredes		Acabado paredes		Acabado pisos		Acabado cielos	
Tipo	Descripción	Tipo	Descripción	Tipo	Descripción	Tipo	Descripción
M-01	pared de bloque de concreto con acabado enchape tipo fachaleta de arcilla	M-06	pared de concreto con acabado de enchape tipo azulejo centroamericano 15 x 15	1	letra negra vegetal + grama san agustín.	1	cielo de latón yeso con acabado pastado, lijado y pintado color blanco puro a 2 manos.
M-02	Pared de bloque de concreto con acabado tipo stucco, color Urban bronze código: SW7048.	M-07	pared de bloque de concreto con enchape cuadrado tipo porcelanato formato grande 40 x 40	2	Piso con acabado de porcelanato formato 40 x 40.	2	cielo para exteriores, derrugado con acabado pastado, lijado y pintado color blanco puro a 2 manos.
M-03	Pared de bloque de concreto con acabado tipo stucco y pintado color blanco puro, código: SW7005	M-08	Base de pintura anticorrosiva, y acabado pintura de aceite color negro satinado	3	piso de concreto armado con acabado de azulejo centroamericano 15 x 15.	3	Cielo de policarbonato tipo lechoso, y estructura de tubo metálico tipo industrial
M-04	Pared de bloque de concreto con aplicación de microcemento color negro			4	piso con acabado de adoquín 10x10		
M-05	Pared de bloque de concreto con aplicación de microcemento gris			5	Piso de porcelanato exterior, tipo madera formato 15 x 90.		
				6	piso de concreto armado afinado		
				7	piso cerámico inferior 30x30		
				8			



DETALLE DE CISTERNA PREFABRICADA, 10,000 Lt.
ESC 1:100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Secciones y Detalles

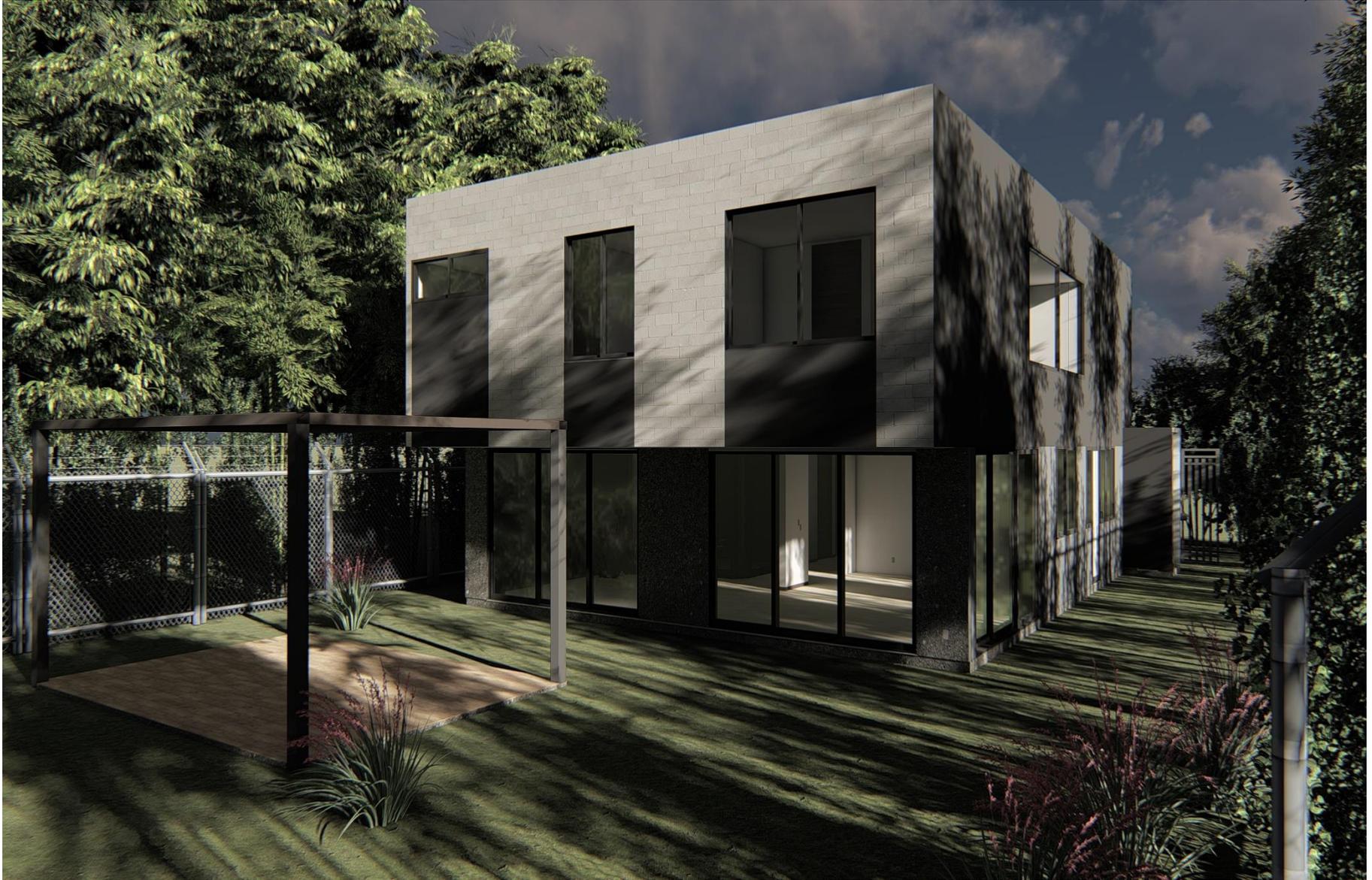
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional

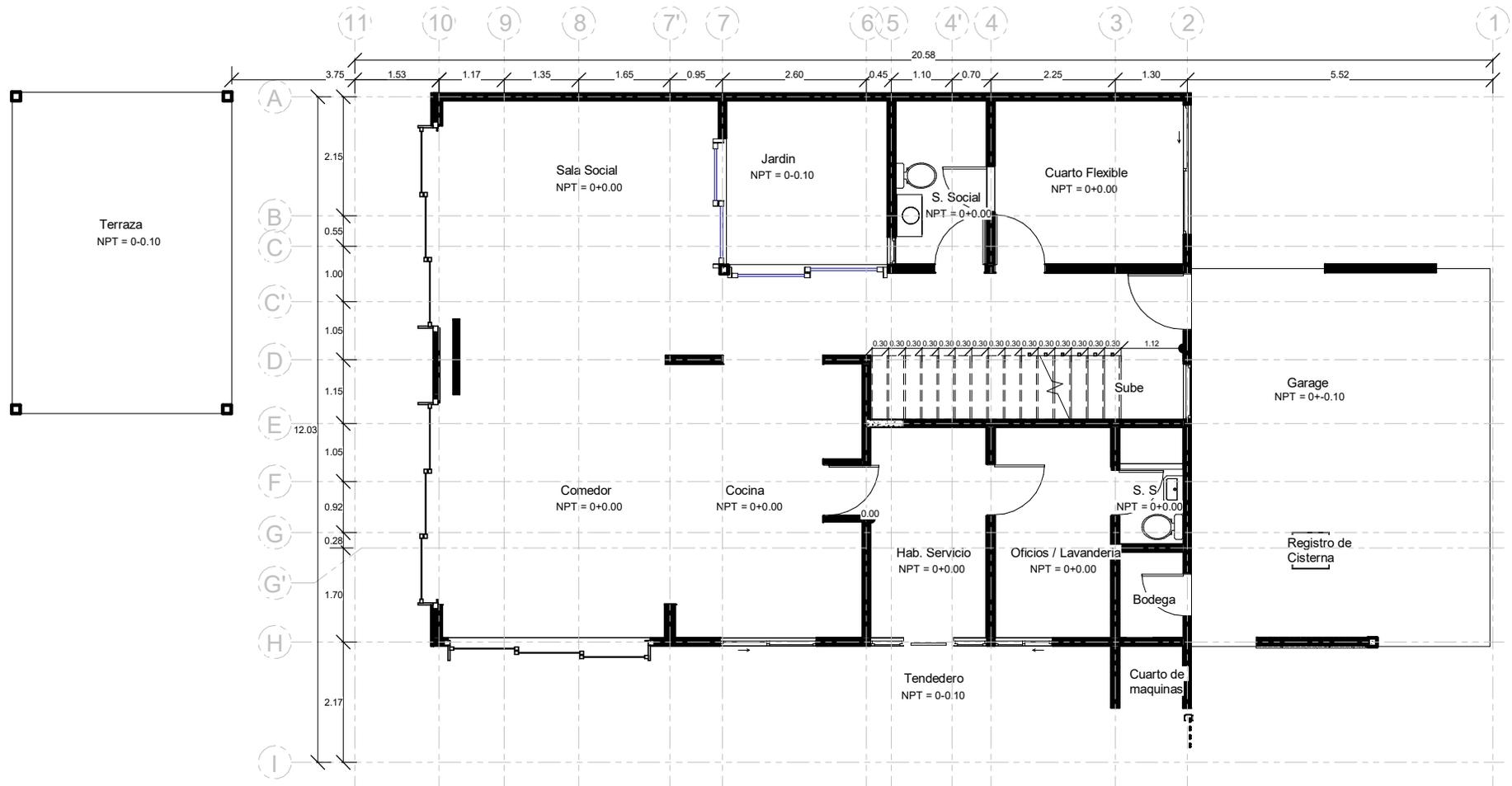


HOJA N°
21/21
Escala: 1 : 100

nexo 5: MODELO DE CAMBIOS, CASA LA LADERA (REVIT)







1 Planta Arq. Nivel 1
1/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta Arquitectonica Nivel 1

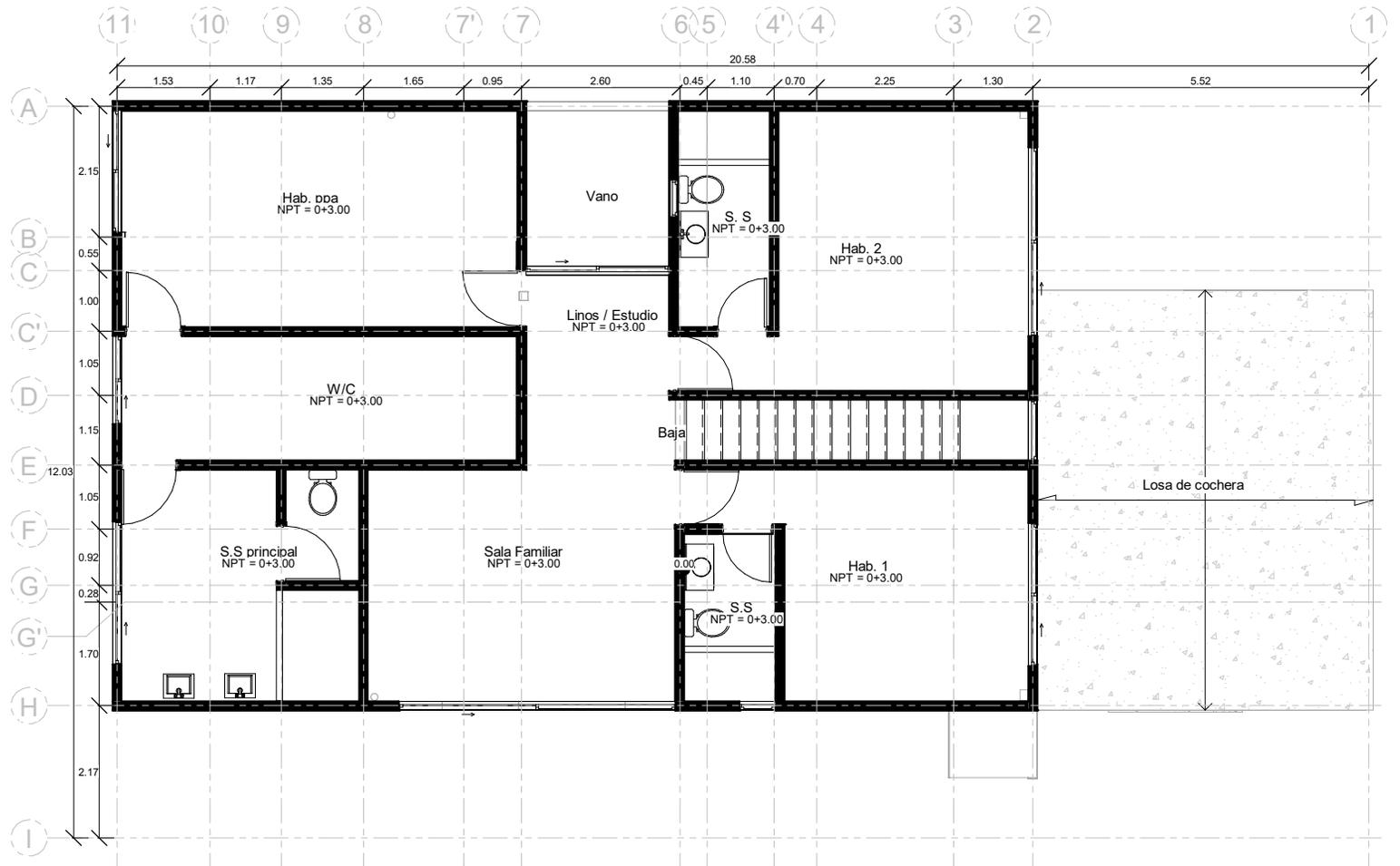
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

1/19

Escala: 1 : 100



1 Planta Arq. Nivel 2
2/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta Arquitectonica Nivel 2

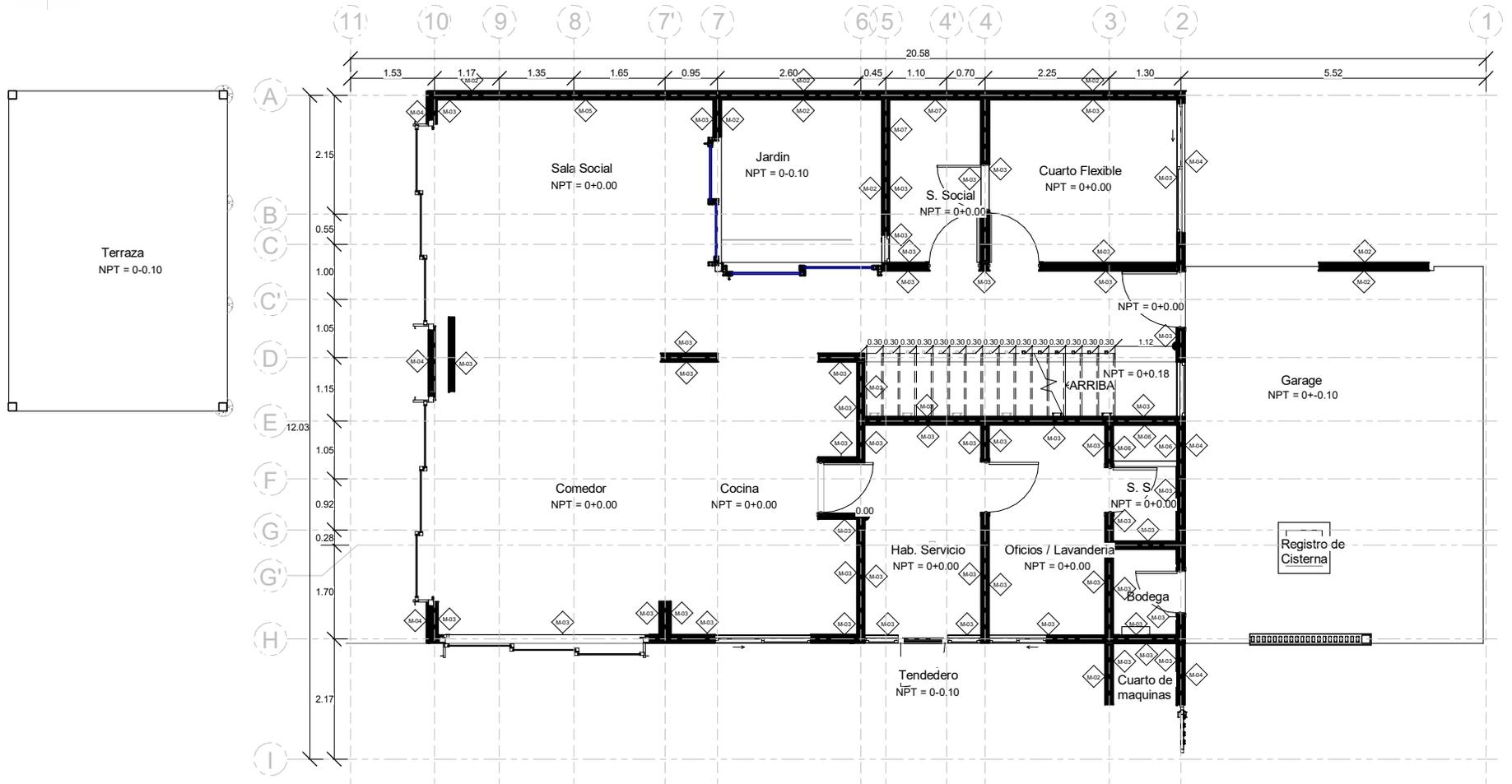
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

2/19

Escala: 1 : 100



NOTA: Se consideraron los cuadros de acabados del diseño original, por esta razón no serán colocados en los planos

1 **Planta Acab. Nivel 1**
3/19 1 : 100

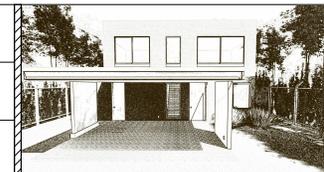


PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Acabados Nivel 1

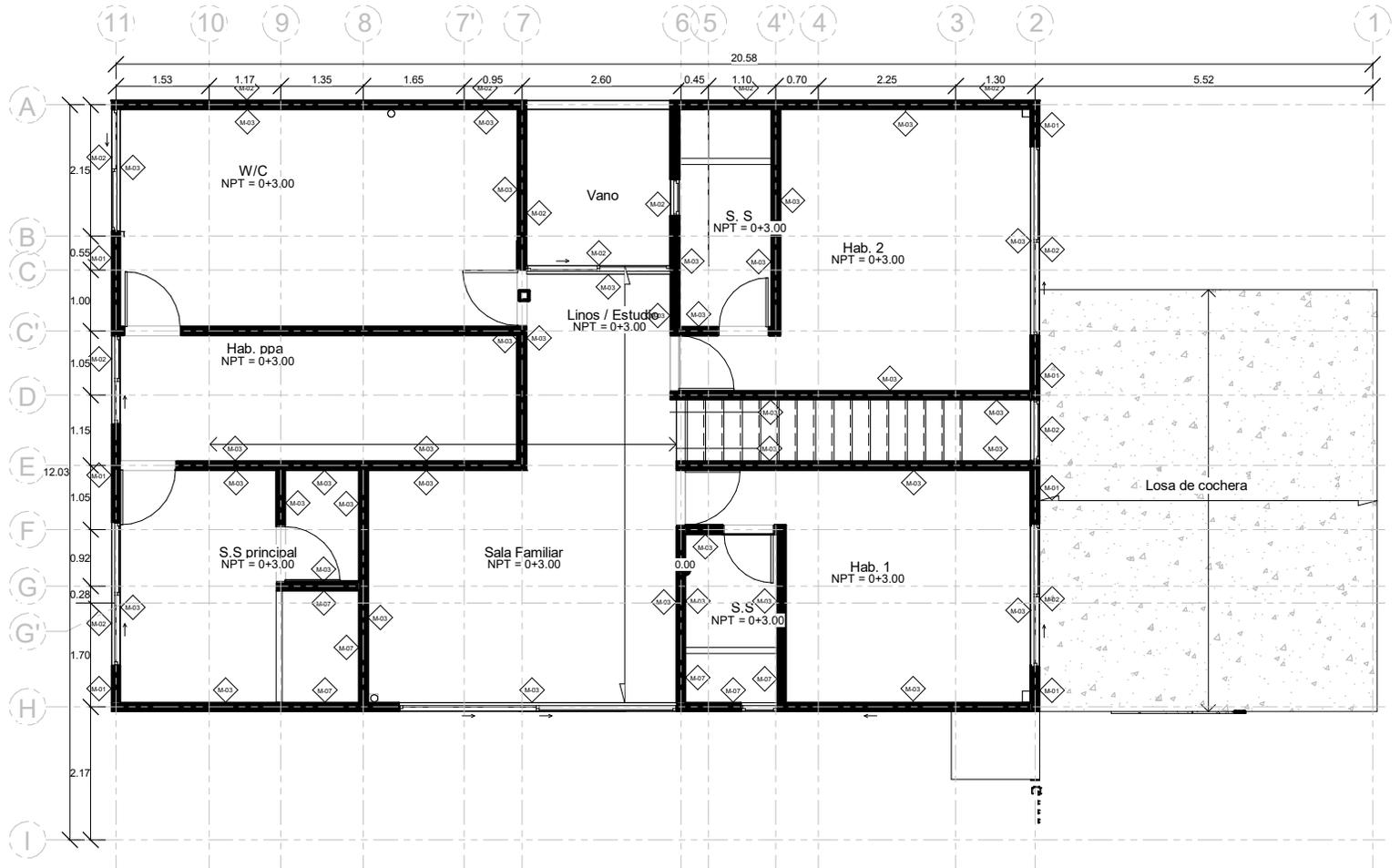
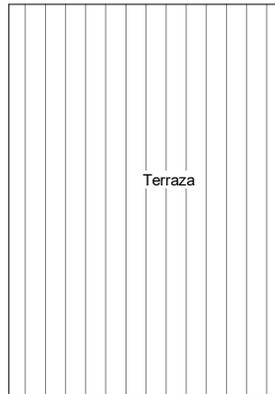
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

3/19

Escala: 1 : 100



NOTA: Se consideraron los cuadros de acabados del diseño original, por esta razon no seran colocados en los planos

1 Planta Acab. Nivel 2
4/19 1 : 100

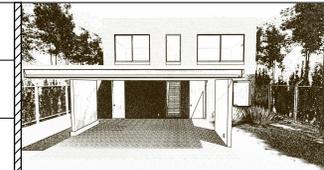


PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Acabados Nivel 2

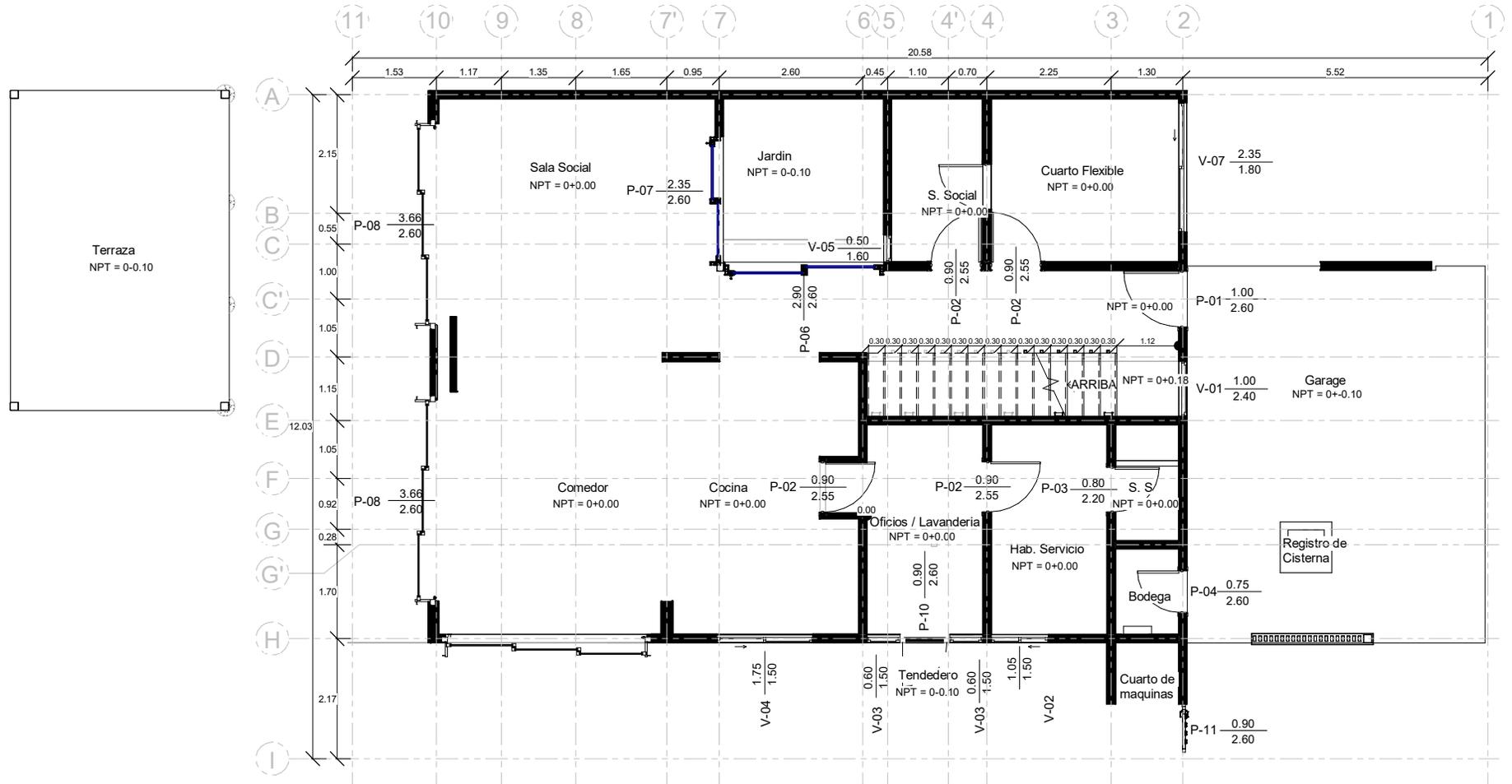
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

4/19

Escala: 1 : 100



1 Planta PV. Nivel 1
5/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Puertas y Ventanas Nivel 1

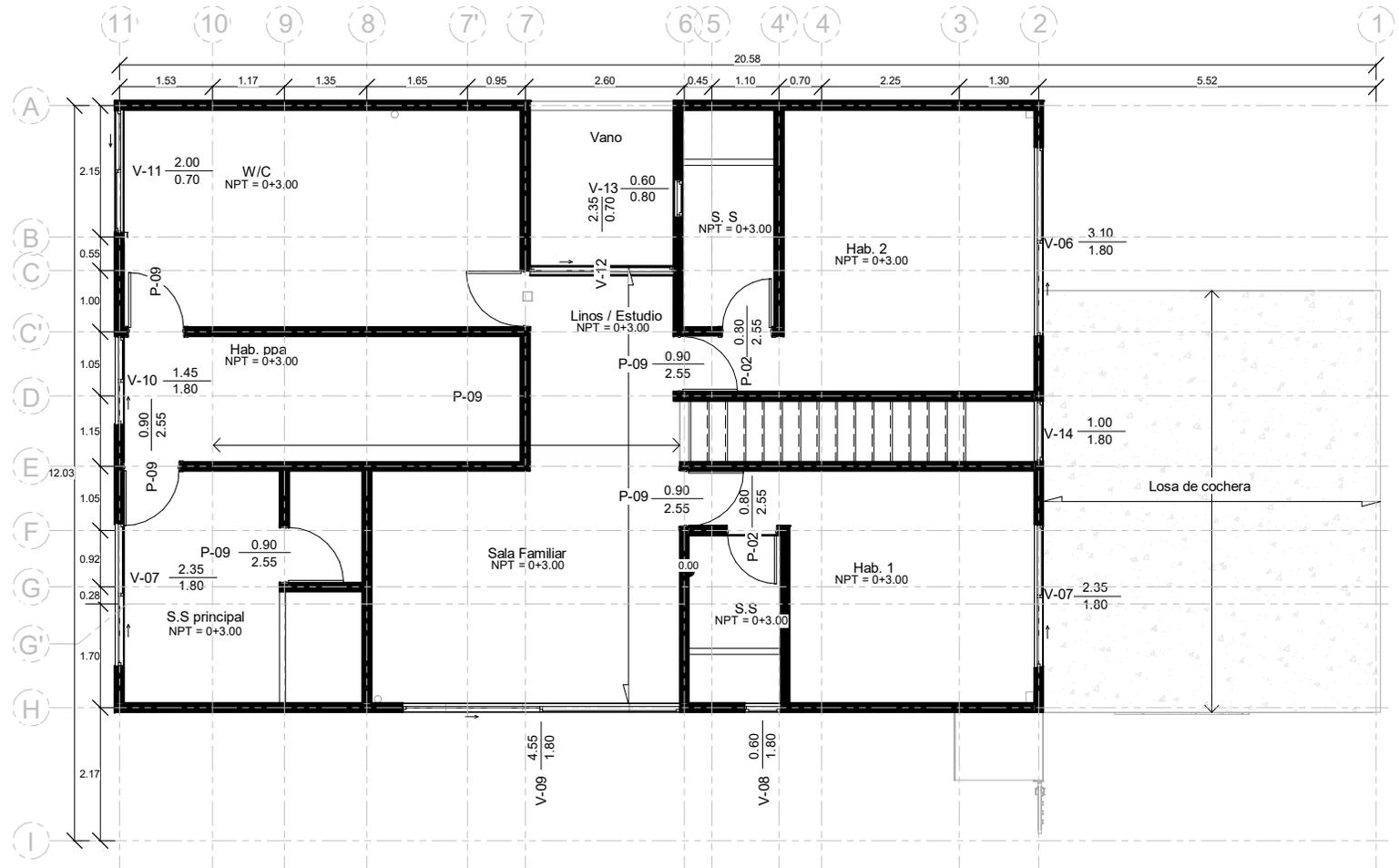
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

5/19

Escala: 1 : 100



1 Planta PV. Nivel 2
6/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Puertas y Ventanas Nivel 2

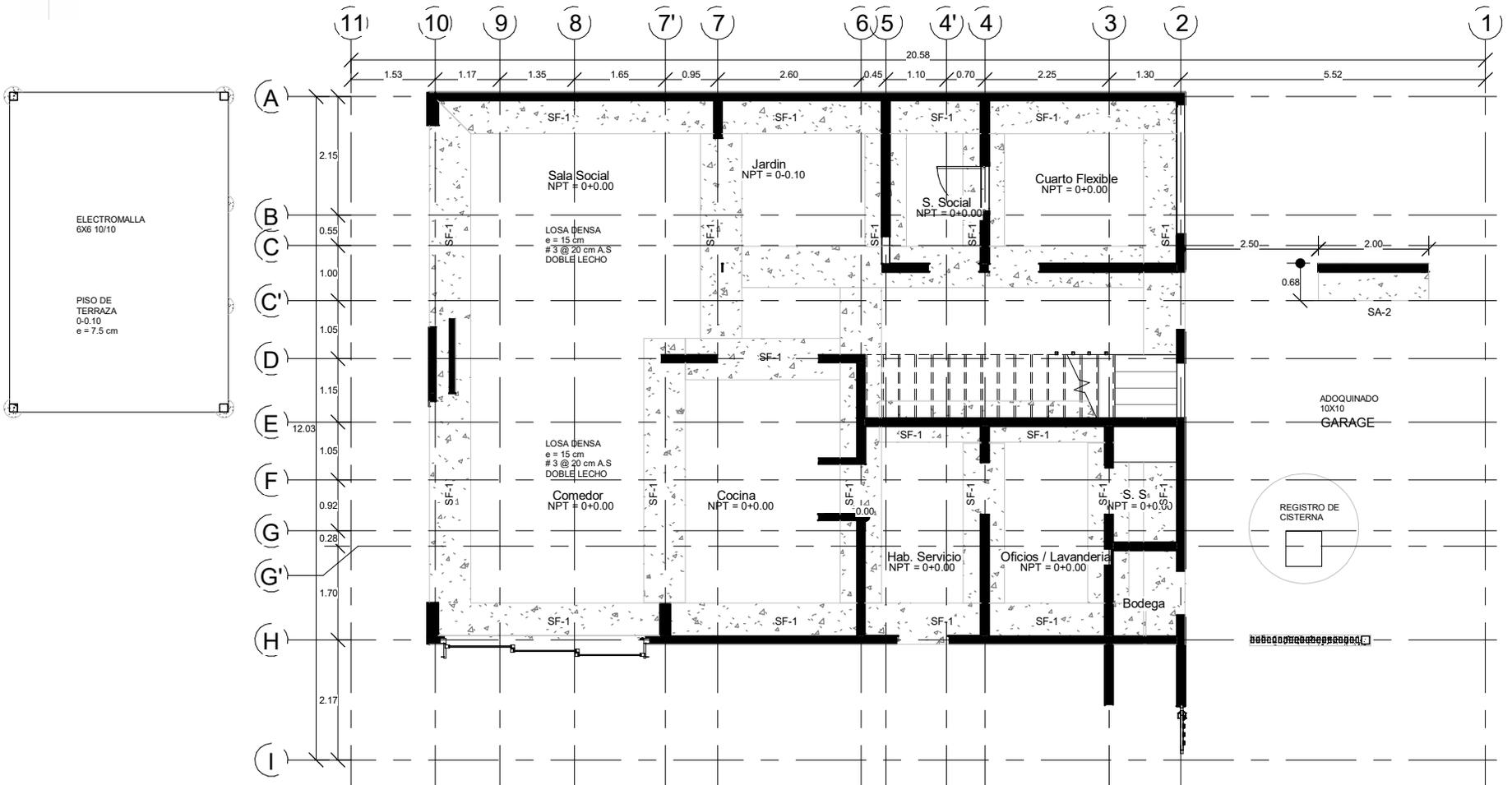
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

6/19

Escala: 1 : 100



1 Estructural Fundaciones
7/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta Estructural de Fundaciones

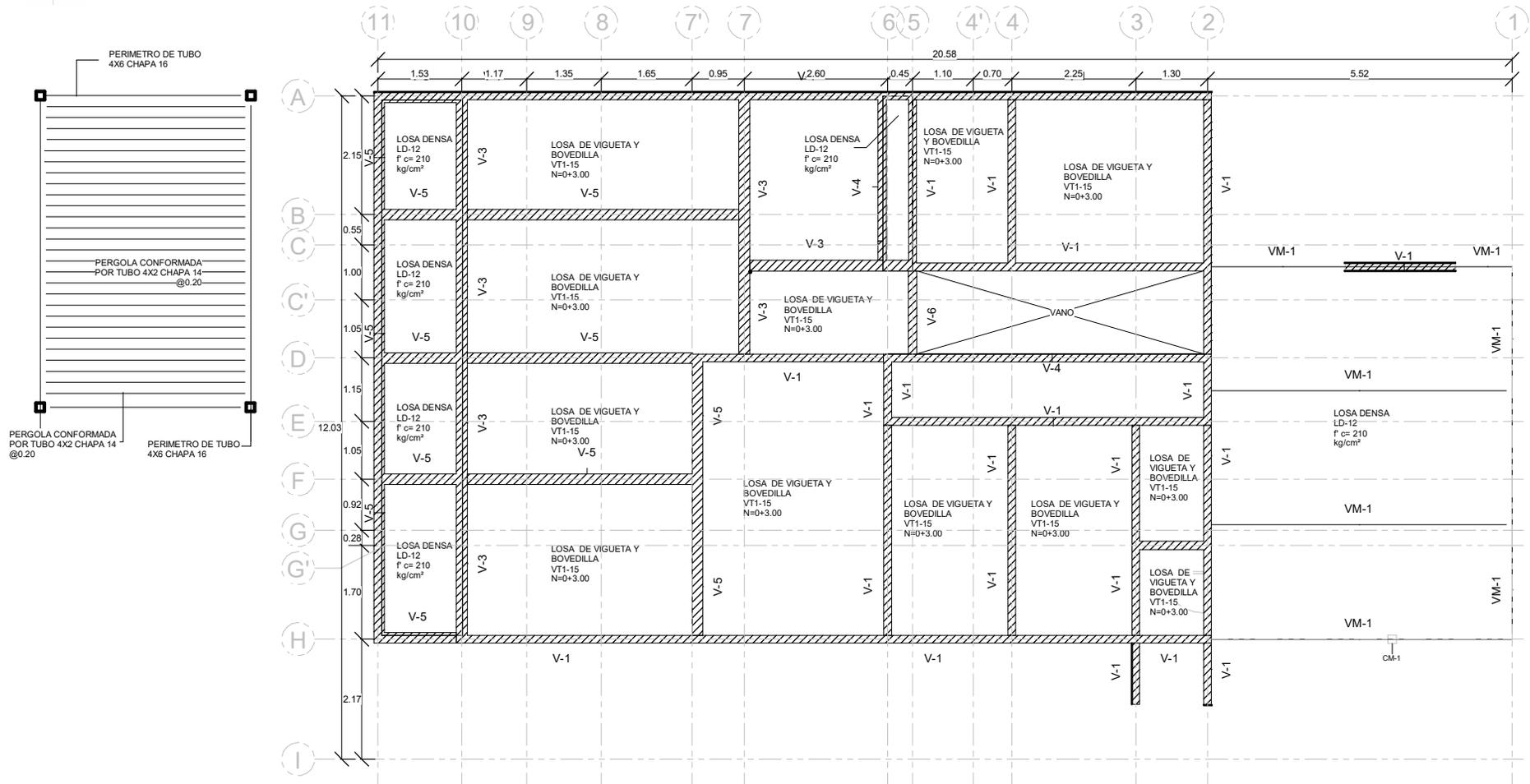
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

7/19

Escala: 1 : 100

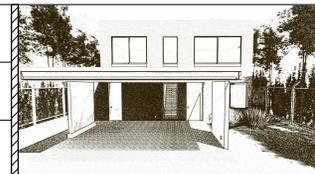


1 Estructural de Entrepiso
8/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

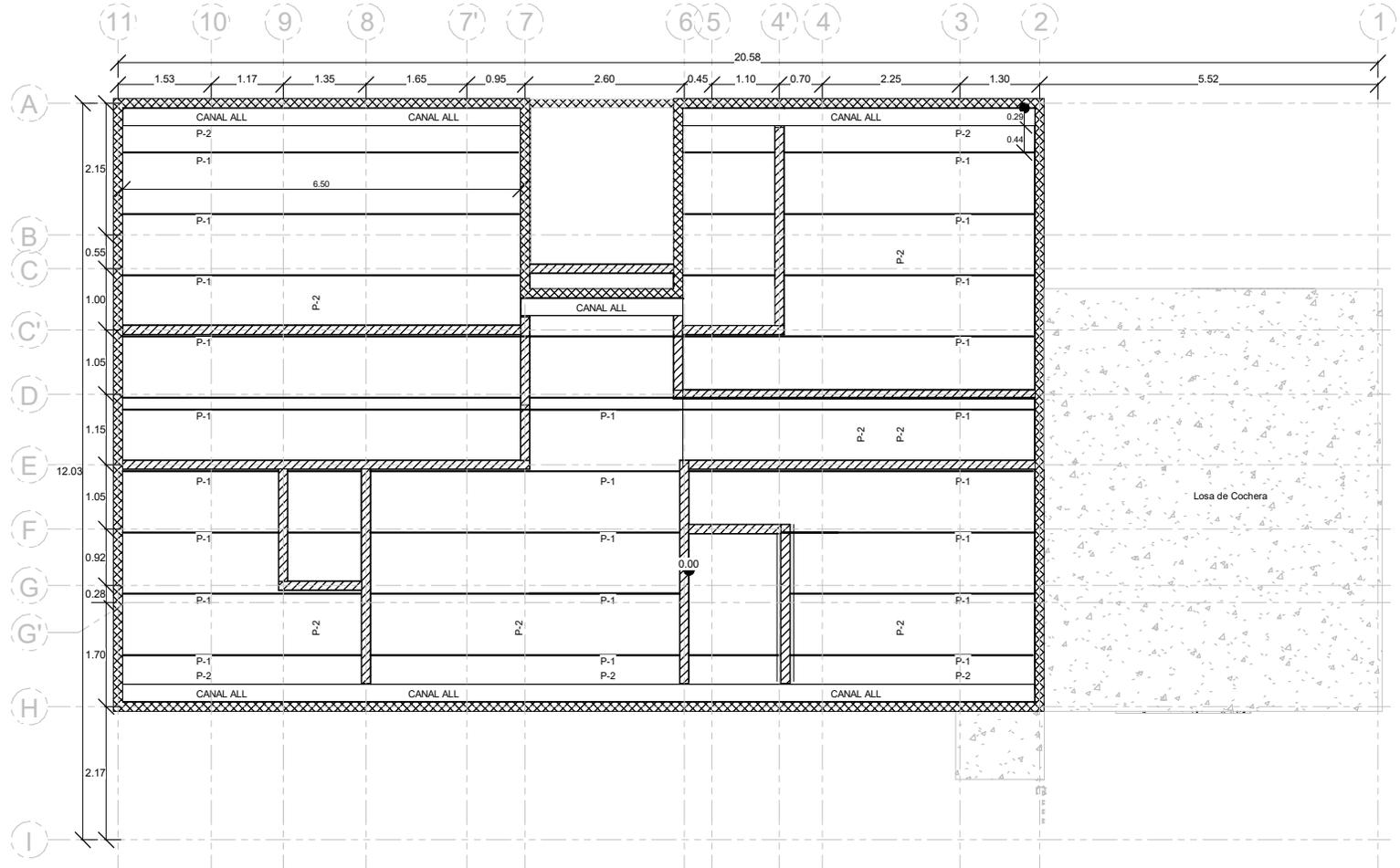
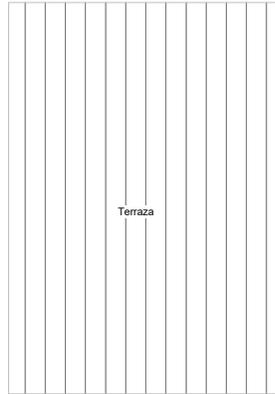
PROYECTO: " Casa la Ladera "
CONTENIDO: Planta Estructural de Entrepiso
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

8/19

Escala: 1 : 100



1 Est. Techos
9/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta Estructural de Techos

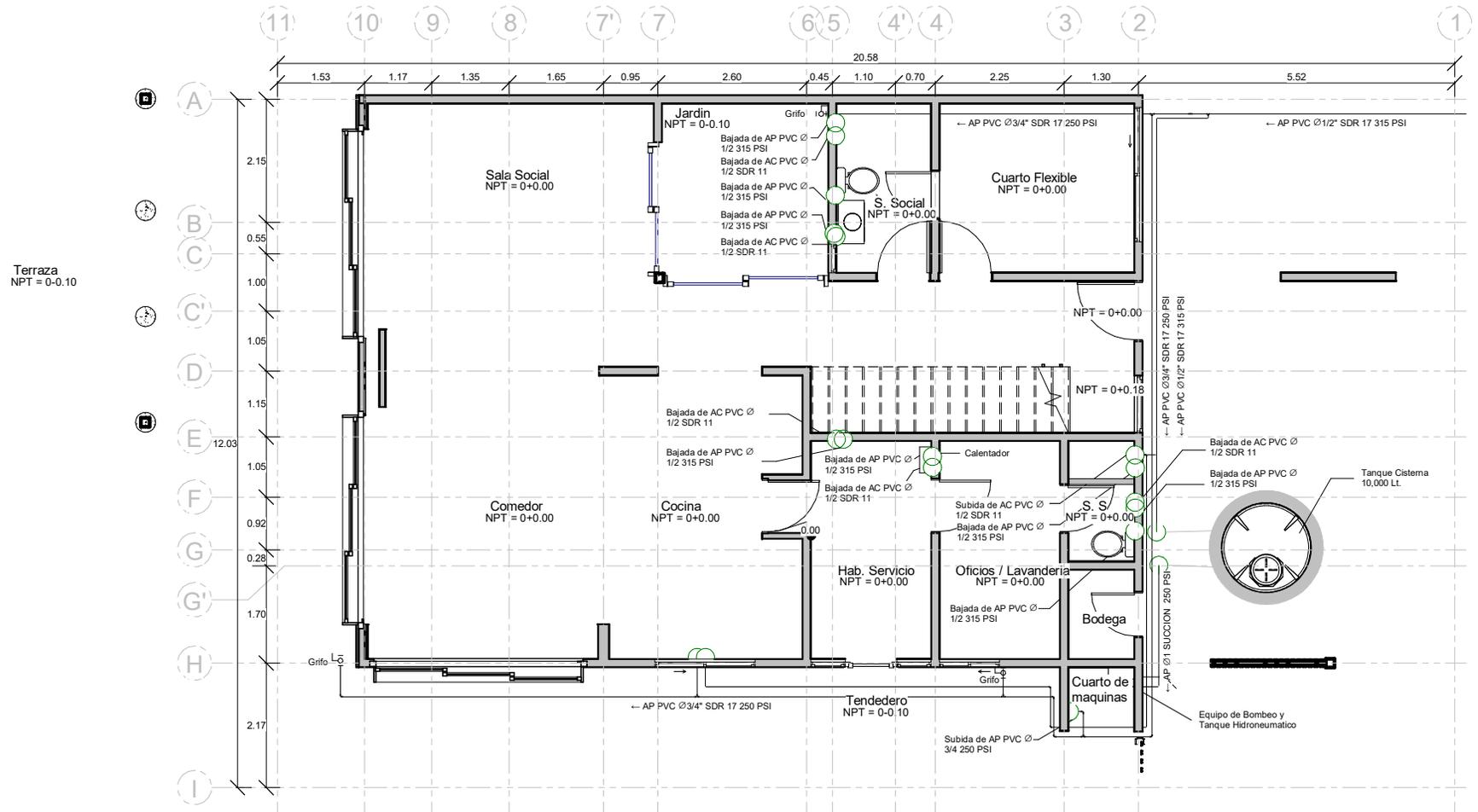
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

9/19

Escala: 1 : 100



1 Agua Potable Subterranea
10/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalacion de Agua Potable Subterranea

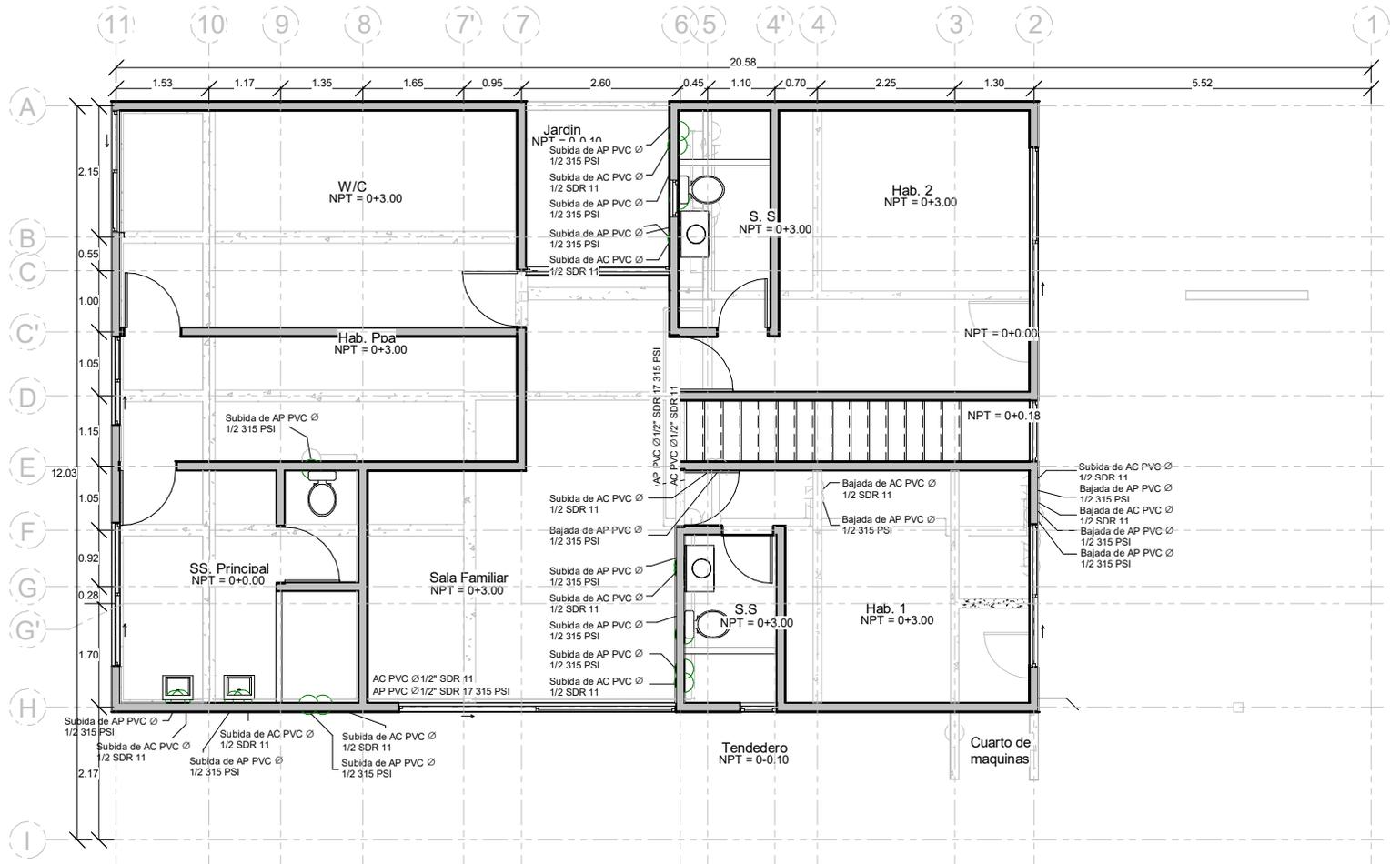
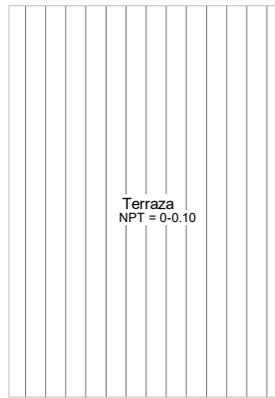
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

10/19

Escala: 1 : 100



1 Agua Potable Aerea
11/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalacion de Agua Potable Aerea

MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



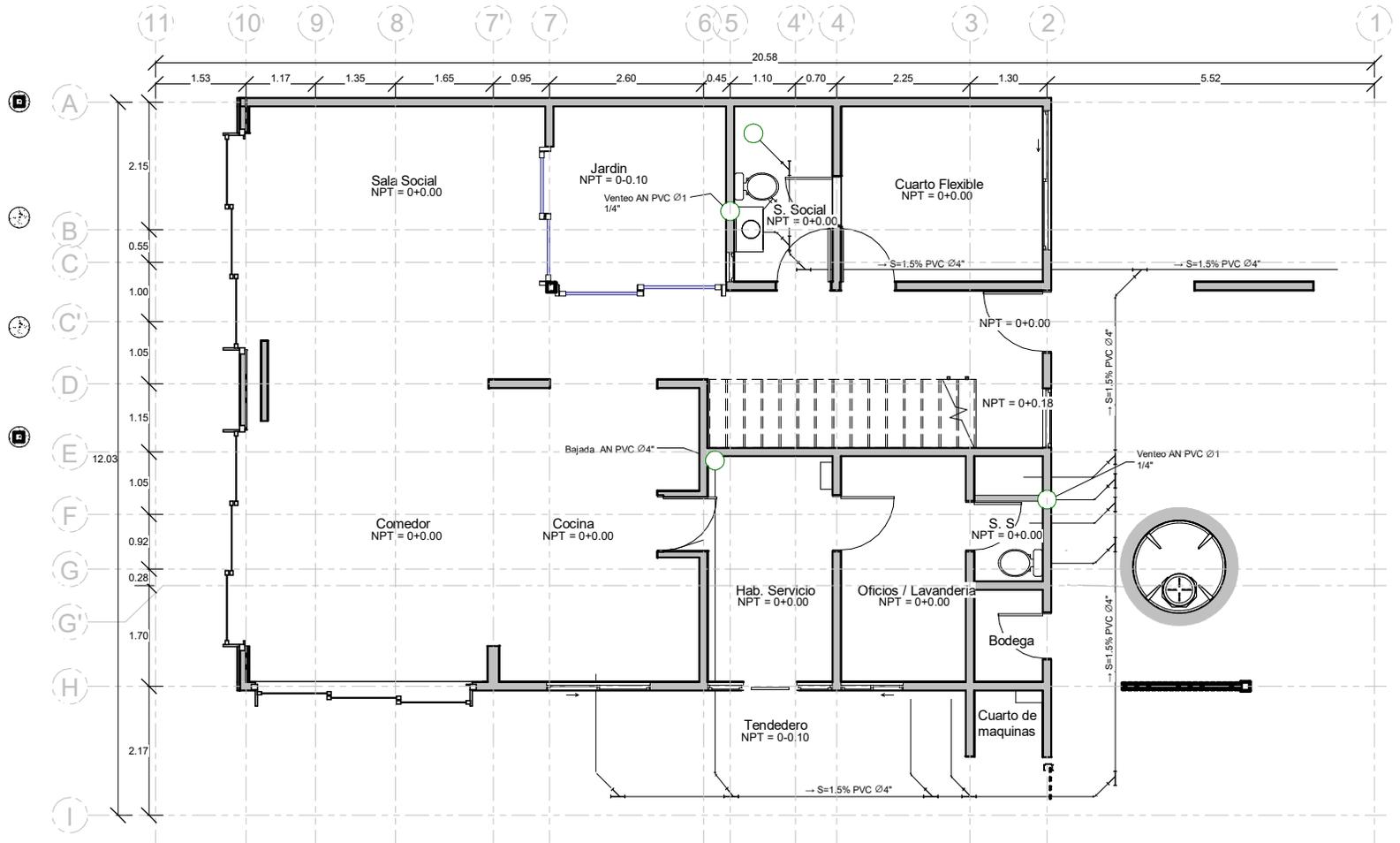
HOJA N°

11/19

Escala: 1 : 100



Terraza
NPT = 0-0.10



1 Aguas Negras 1 Nivel
12/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalacion de Aguas Negras 1 Nivel

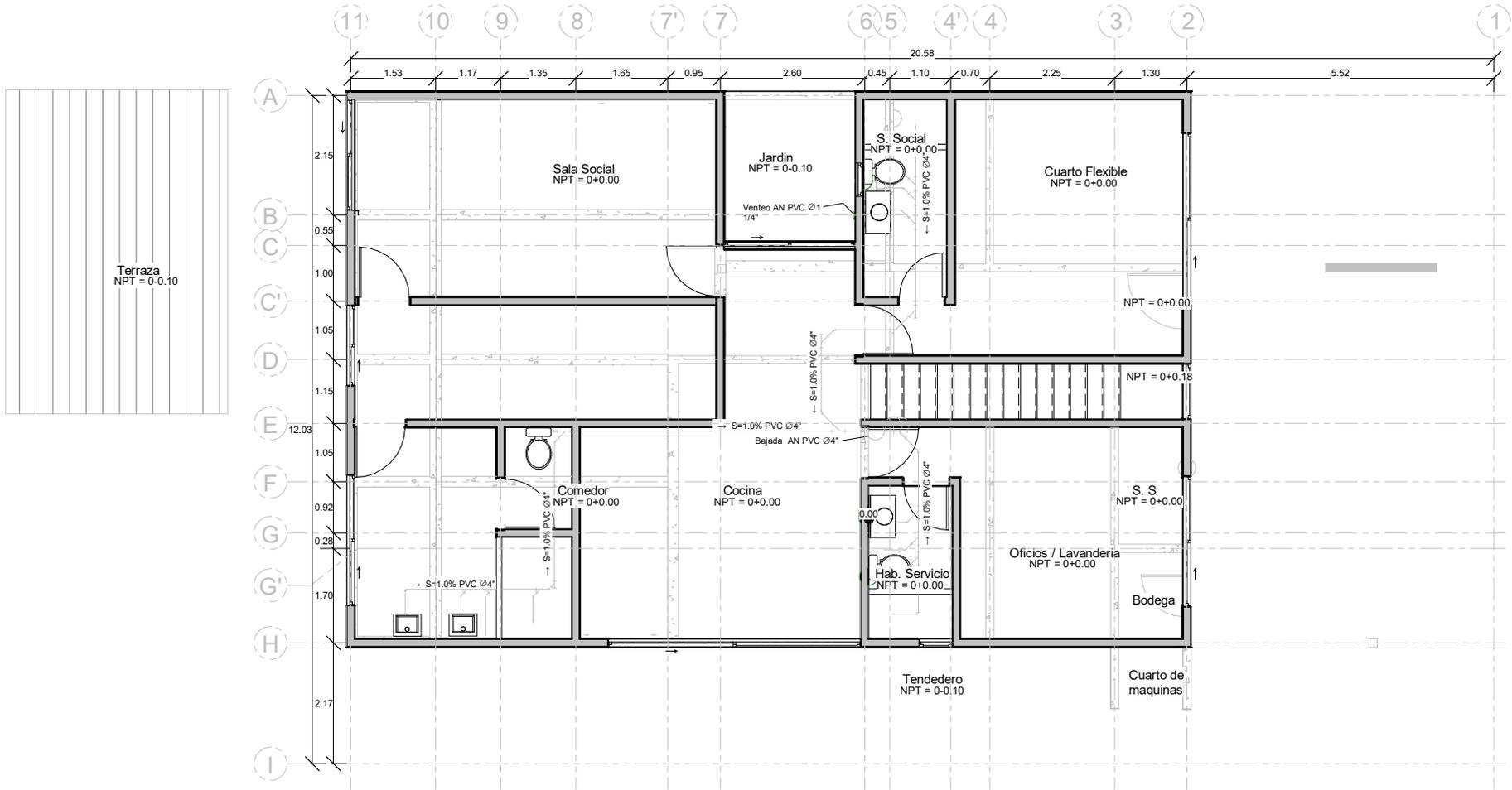
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

12/19

Escala: 1 : 100



1 Aguas Negras 2 Nivel
13/19 1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalacion de Aguas Negras 2 Nivel

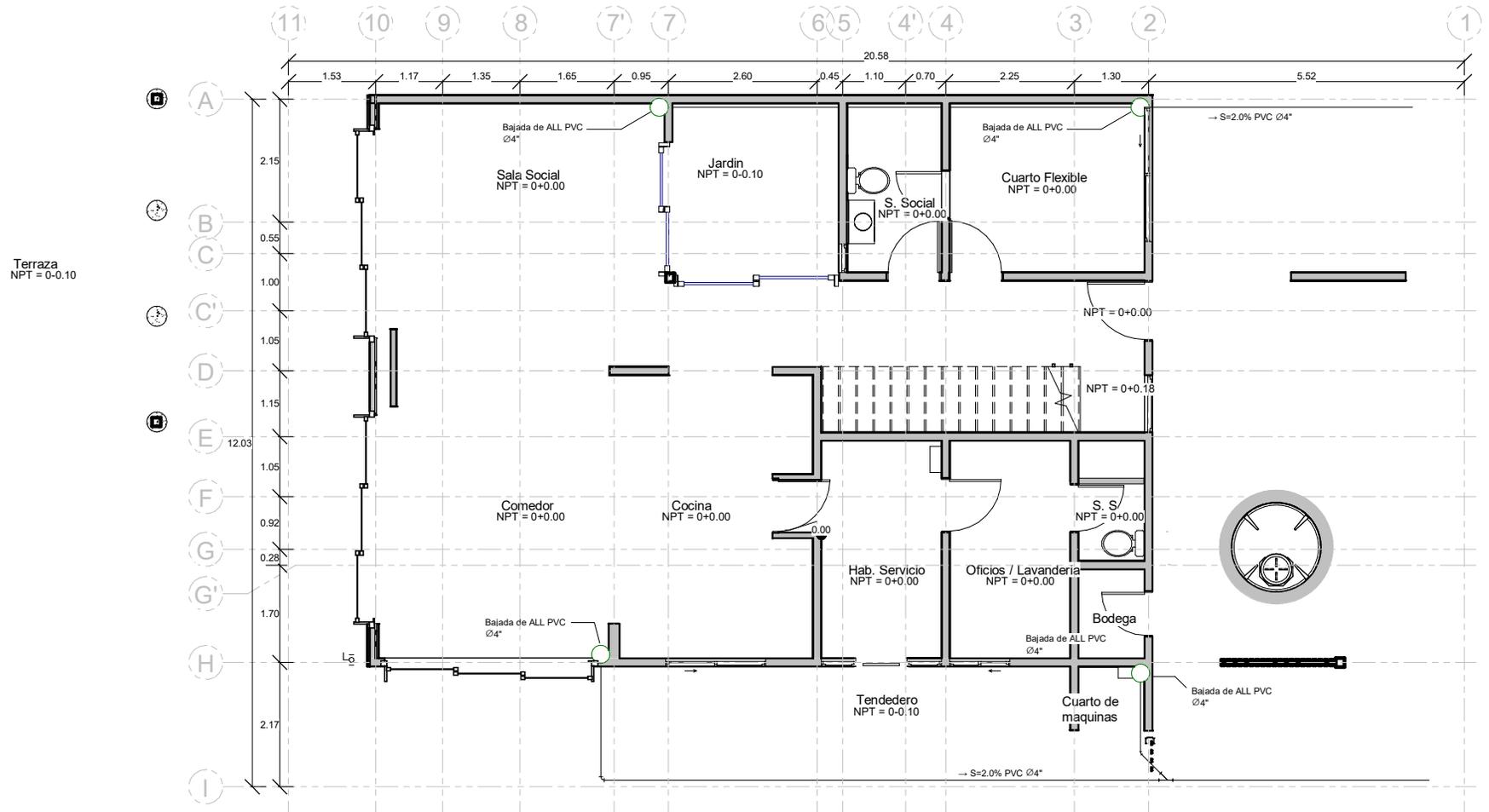
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

13/19

Escala: 1 : 100



1 Aguas Lluvias 1 nivel
14/19 1 : 100

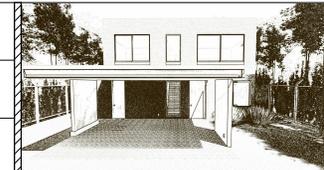


PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalacion de Aguas Lluvias Nivel 1

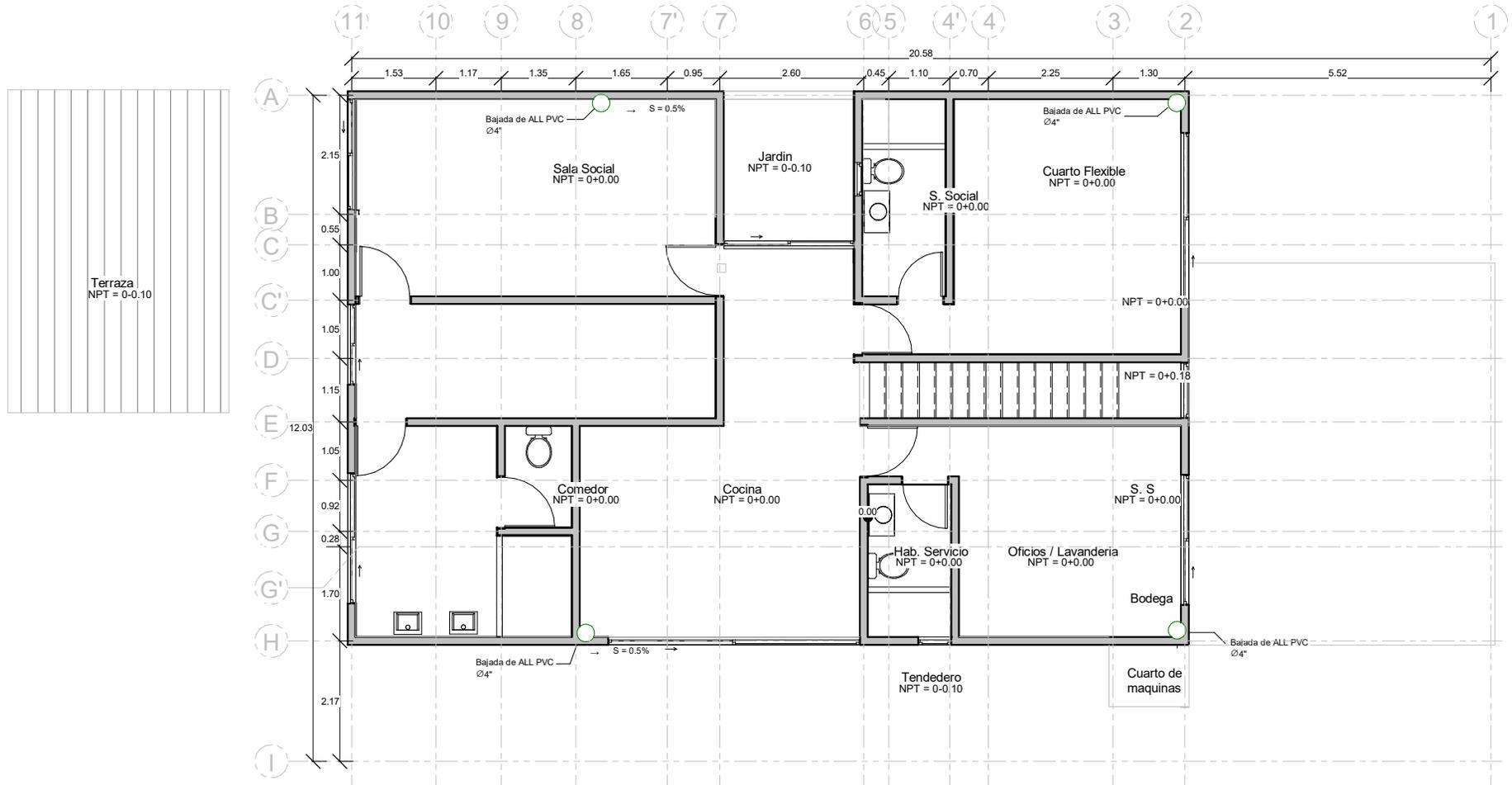
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

14/19

Escala: 1 : 100



1 **Aguas Lluvias 2 Nivel**
15/19 1 : 100

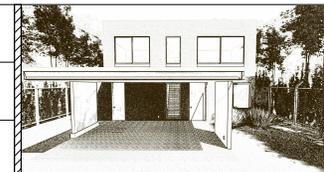


PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalacion de Aguas Lluvias Nivel 2

MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



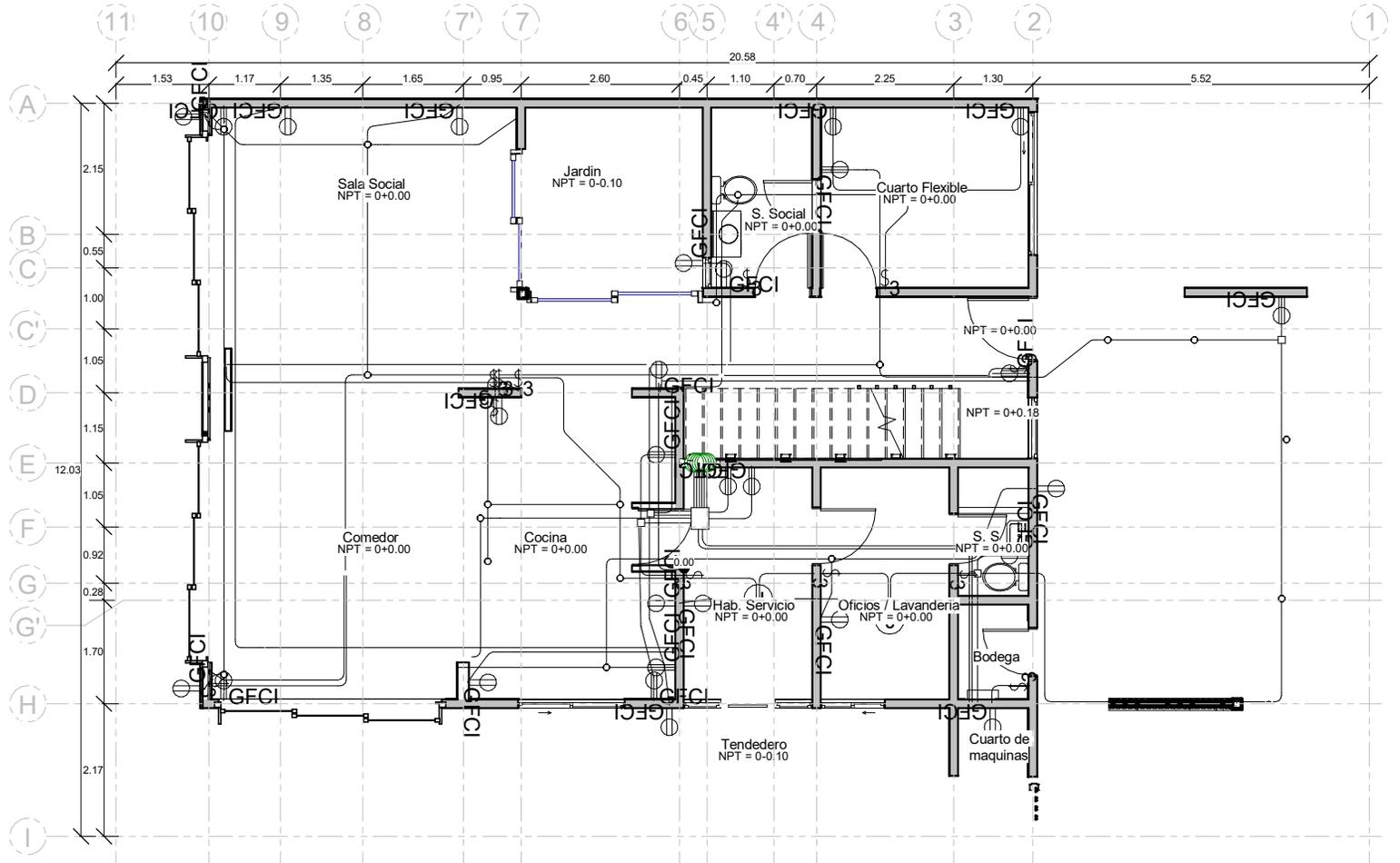
HOJA N°

15/19

Escala: 1 : 100



Terraza
NPT = 0-0.10



1	Instalaciones Elec. 1 nivel
16/19	1 : 100



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalaciones Electricas Nivel 1

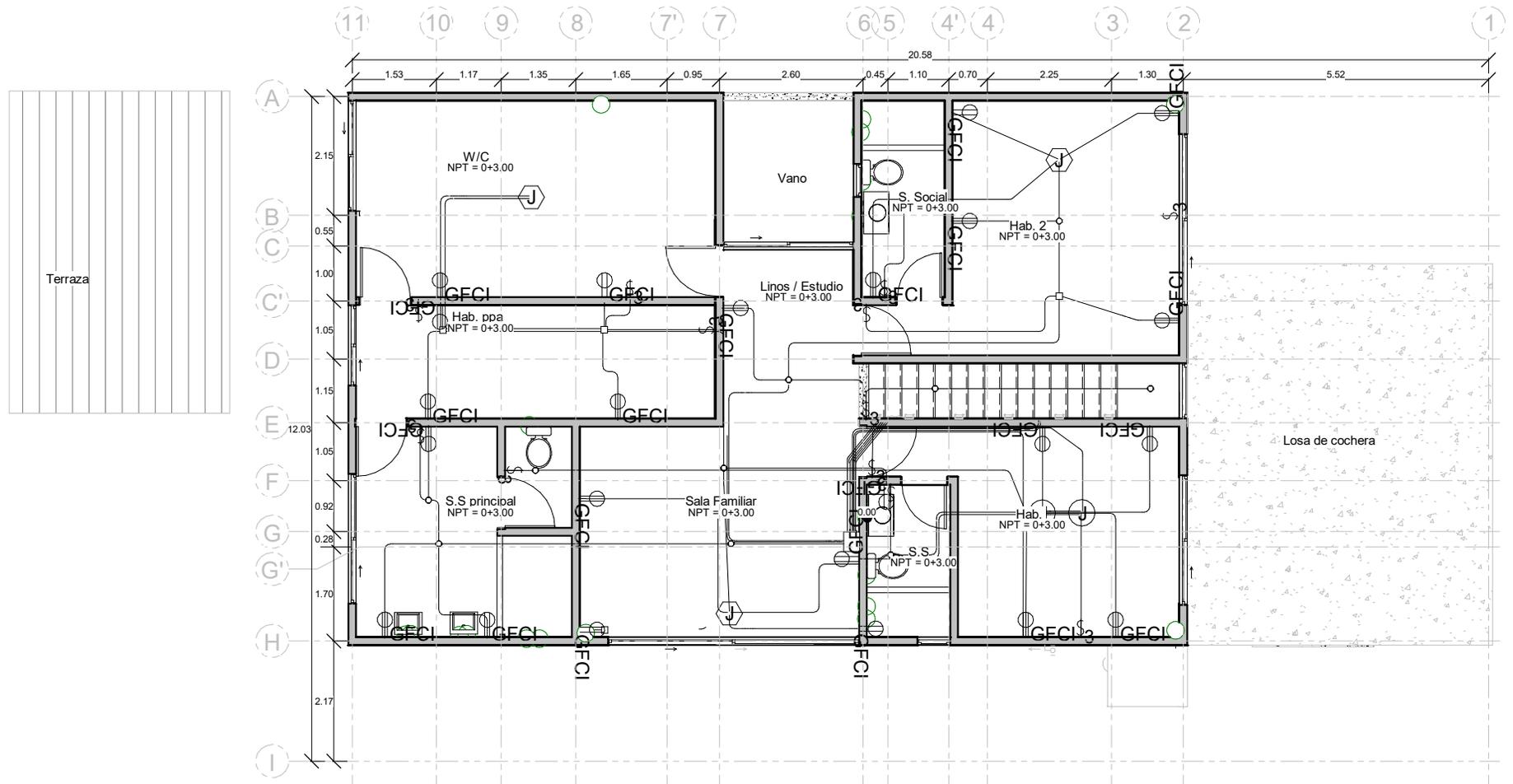
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

16/19

Escala: 1 : 100



1 Instalaciones Elec. 2 nivel
17/19 1 : 100

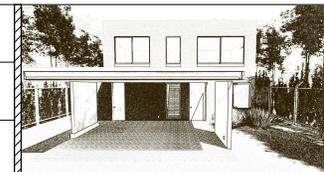


PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Planta de Instalaciones Electricas Nivel 2

MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

17/19

Escala: 1 : 100



11

10

9

8

7'

7

6

5

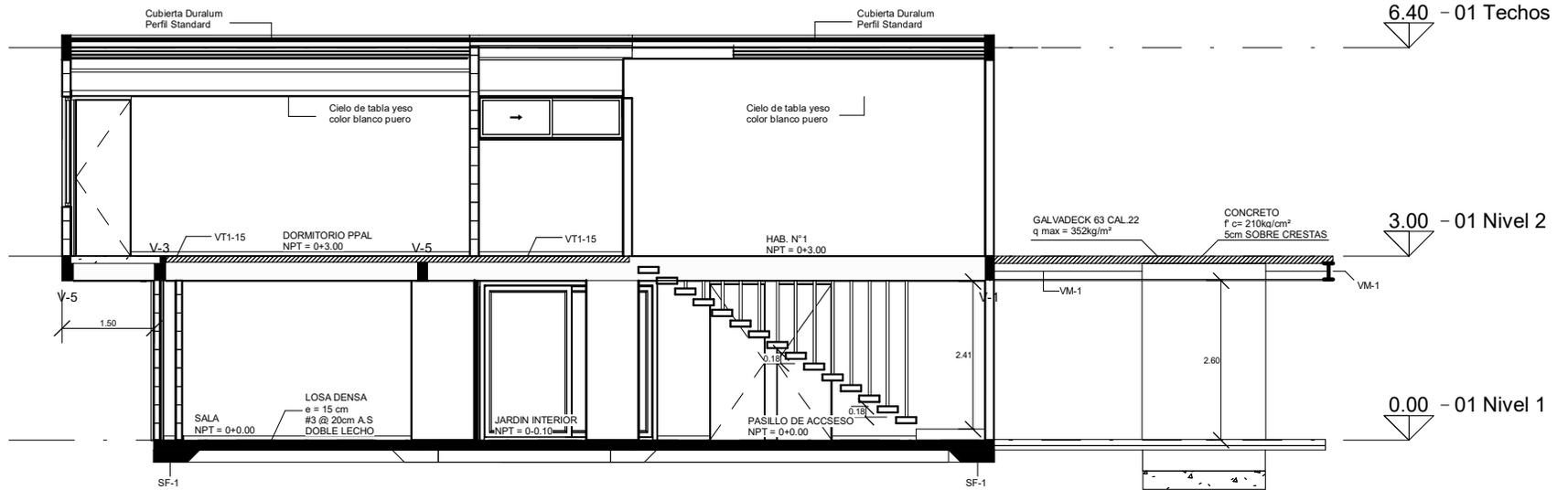
4'

4

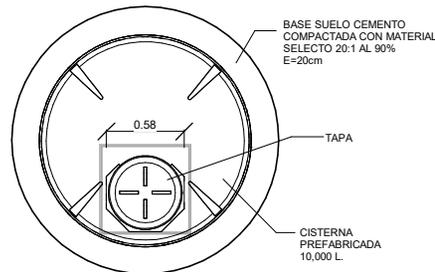
3

2

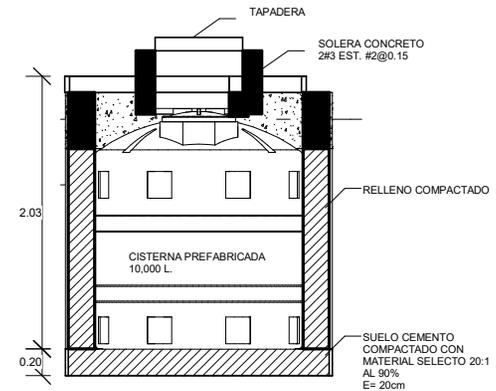
1



1 **Sección 1**
18/19 1 : 100



3 **Detalle Cisterna**
18/19 1 : 50

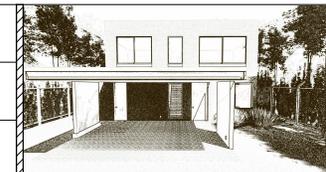


2 **Sección 2**
18/19 1 : 50



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "
CONTENIDO: Secciones y detalles
MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°
18/19
Escala: Como se indica



FACHADA FRONTAL ESTE : "CASA LA LADERA"



PERSPECTIVA TRACERA OESTE : "CASA LA LADERA"



VISTA INTERIOR, VANO DE GRADAS : "CASA LA LADERA"



VISTA INTERIOR, SALA Y JARDIN : "CASA LA LADERA"



PRESENTA:
Br. Josselin Janeth
Vaquerano Ortega

PROYECTO: " Casa la Ladera "

CONTENIDO: Renders

MODALIDAD: Trabajo de graduacion, Pasantia Profesional



HOJA N°

19/19

Escala: