

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

**TERRENO UBICADO
ENTRE LAS CALLES SAN LUIS NORTE Y SANTA LAURA
Y ENTRE EL ESTERO LAS CRUCES Y AVENIDA NUEVA VÍA
COMUNA DE QUILICURA**

Revisión 0

15 de febrero de 2021

Preparado para: Inmobiliaria Los Silos

Proyecto N°1121

ÍNDICE

	Pág.
1. ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO	3
1.1. Descripción general del estudio	3
1.2. Uso y estado actual del sitio	5
1.3. Disposiciones legales	7
1.4. Factores climáticos y ecosistema	9
2. FACTORES GEOMORFOLÓGICOS Y TOPOGRÁFICOS	17
3. RECURSOS HÍDRICOS	19
3.1. Cursos de agua superficiales	19
3.2. Napas subterráneas	20
4. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL SUBSUELO	22
4.1. Exploración del subsuelo	22
4.2. Descripción estratigráfica	24
4.3. Incidencia del tipo de suelo en la conformación de humedales	24
5. FACTIBILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL SITIO	25
6. BIBLIOGRAFÍA	27

Anexo 1 : Exploración del Sitio del Proyecto.

Anexo 2 : Fotografías y Comentarios.

1. ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

1.1. Descripción general del estudio

Inmobiliaria Los Silos, propietaria de un terreno ubicado entre las calles San Luis Norte por el oriente, Santa Laura por el poniente, el estero Las Cruces por el norte, y Avenida Nueva Vía (proyectada) por el sur, en la comuna de Quilicura (ver Fig. 1), está evaluando la factibilidad hidrogeológica para materializar futuros proyectos habitacionales en el sitio ya identificado. La extensión del mismo es de aproximadamente 56 hectáreas.

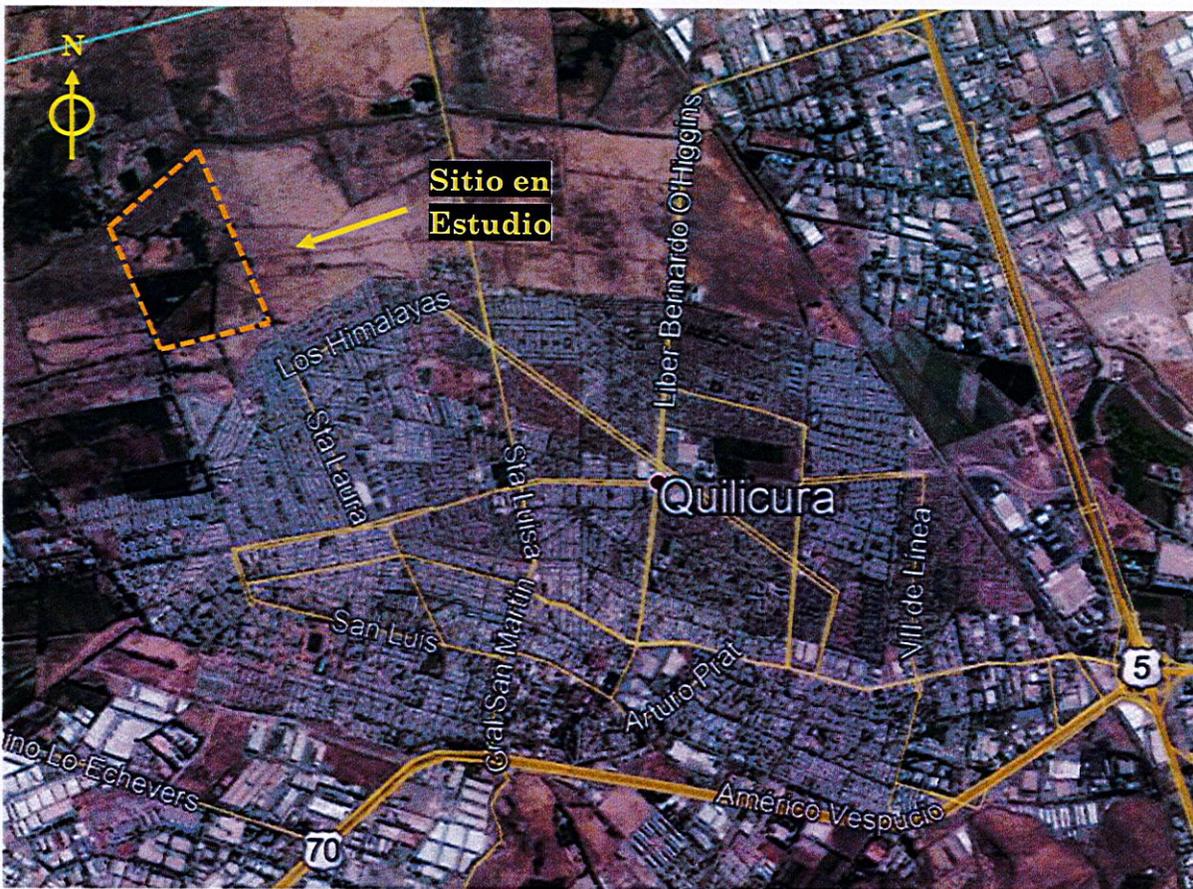


Fig. 1. Ubicación del sitio en estudio.

Dentro del sitio, la autoridad municipal ha propuesto preliminarmente una posible zona con presencia de humedales, la que se delimita en la Fig. 2. Considerando la relevancia de este antecedente por los efectos ecológicos y medio ambientales, como así también su incidencia en la materialización de futuros proyectos inmobiliarios, se ha

procedido con el desarrollo de un Estudio Hidrogeológico, que comprenda la identificación y cuantificación de los recursos hídricos del sitio en estudio (causes superficiales, napas subterráneas y pluviometría de la zona). Toda esta información hídrica más la caracterización del subsuelo (espesor de capa orgánica, tipología del subsuelo, presencia de suelos lacustres y contenido de humedad), permitirá establecer o descartar posibles humedales presentes en el sitio.

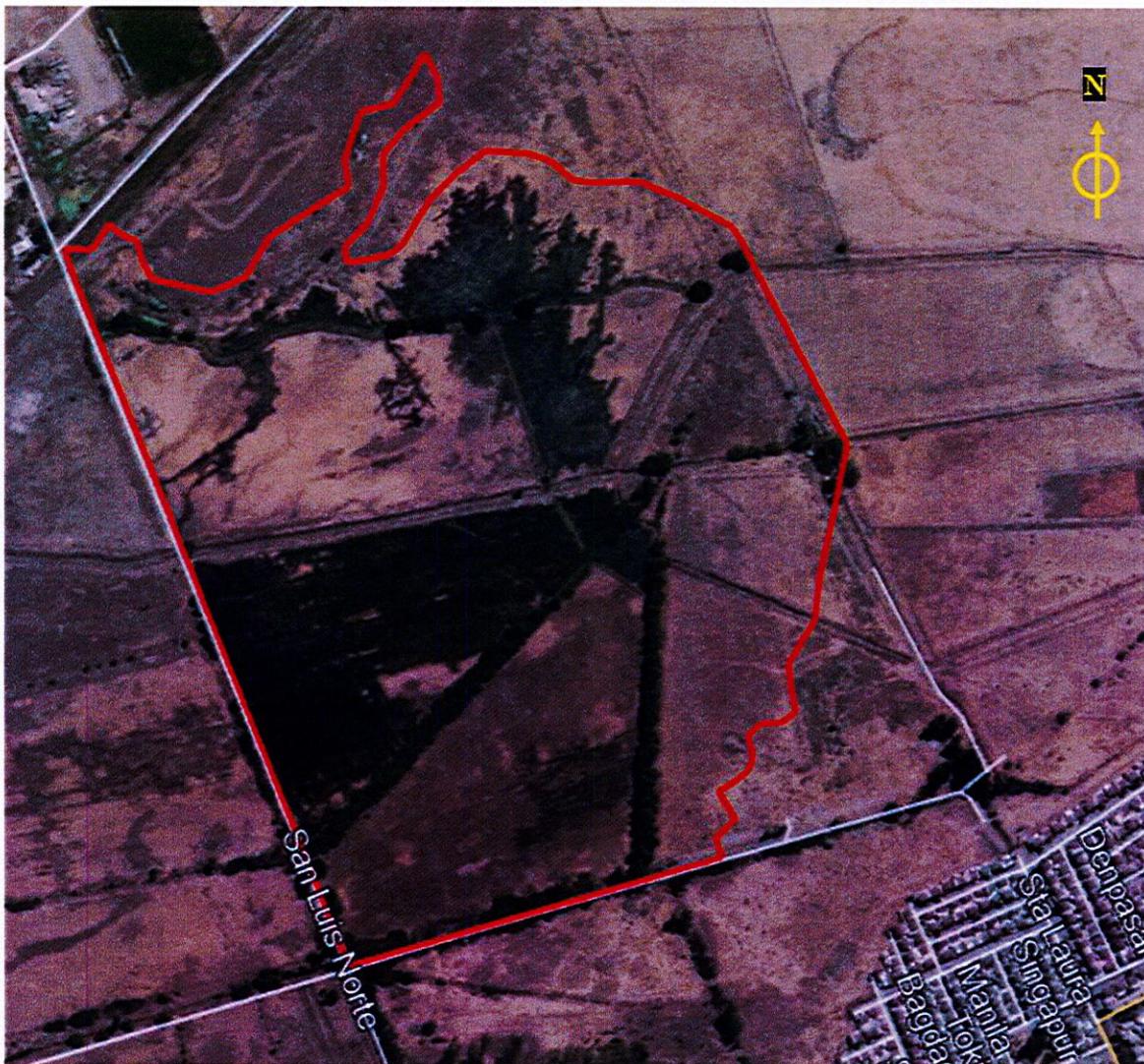


Fig. 2. Delimitación preliminar de la autoridad municipal de una zona con posible presencia de humedales.

Como base de este estudio, Estrata Ingenieros Civiles Ltda. ha considerado los antecedentes geomorfológicos y topográficos del sector, y los ha complementado con una exploración completa del sitio ejecutada por ingenieros civiles de Estrata Ltda.

La exploración del sitio consistió en la ejecución y revisión de 8 calicatas de profundidades entre 2.10 y 3.10 m excavadas en puntos representativos, con el propósito de determinar las características del suelo y la profundidad del nivel freático.

Junto con la exploración mediante calicatas, se realizó un vasto recorrido del sitio identificando los recursos hídricos, y las características geomorfológicas y topográficas de la zona.

Recabada toda la información antes expuesta, en el presente estudio se realiza un análisis de los factores hidrogeológicos y topográficos, de las características físicas del subsuelo y su capacidad drenante, con el fin verificar o descartar la presencia de humedales en el sitio en estudio.

1.2. Uso y estado actual del sitio

Actualmente, el sitio se encuentra desocupado y sin proyectos habitacionales en ejecución. Aprovechando la proximidad del Estero Las Cruces, parte del sitio se ha destinado para el cultivo de pastizales del tipo pasto ovido (*dactylis glomerata*), ocupado para alimentación o forraje de animales (ver Fig. 3).

Además de la vegetación parcial compuesta por pastizales, se aprecia también arbustos y algunos árboles en sectores adyacentes a cursos de agua artificiales, esto es, canales de riego (ver Fig. 4).



Fig. 3. Vista panorámica desde la Calicata C-2 hacia el poniente (ver ubicación en Anexo 1). Se aprecia en primer plano la presencia de pastizal del tipo dáctilo o pasto ovillo, el que es utilizado principalmente como forrajero.



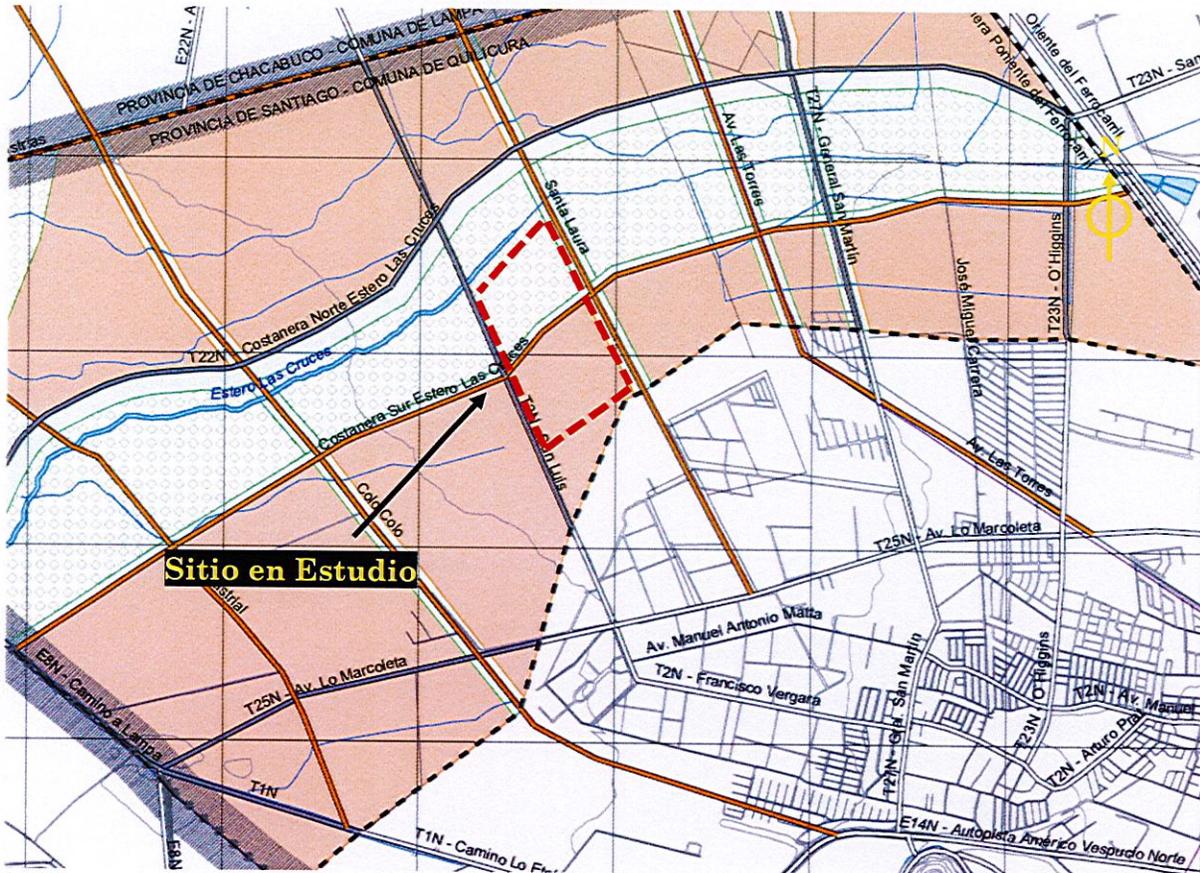
Fig. 4. Vista desde la Calicata C-6 hacia el oriente (ver ubicación en Anexo 1). En segundo plano se aprecia mayor vegetación debido a la presencia de canal que otorga una condición relativamente permanente de riego superficial.

1.3. Disposiciones legales

Para evaluar las disposiciones legales de la ubicación del sitio en estudio, se encuentra disponible el Plan Regulador Comunal de Quilicura, publicada en el Diario Oficial con fecha 08 de mayo de 1985, el cual tuvo una actualización que comprende una Evaluación Ambiental Estratégica con fecha junio de 2016.

Entre los objetivos de la actualización del Plan Regulador, se destaca la protección de zonas de fragilidad ambiental (entre los cuales se cuenta los humedales de la comuna), mediante la restricción del desarrollo urbano (Evaluación Ambiental Estratégica, Cap. 2). No obstante, el resguardo y protección de humedales en la comuna se indican de manera general, sin acotar zonas específicas o con deslindes explícitos (Evaluación Ambiental Estratégica, Cap. 3.i).

Además, en la actualización del Plan Regulador se hace referencia al Plan Regulador Metropolitano de Santiago (Evaluación Ambiental Estratégica, Cap. 1.4), en particular a la Modificación MPRMS-100 (Actualización Extensión Urbana y Reconversión - Zonificación Usos de Suelo - Sector Norte - Comunas de Quilicura, Renca, Cerro Navia y Pudahuel) que establece los distintos usos de suelo a partir de la revisión de las condiciones de desarrollo de las comunas de la Región Metropolitana.



2. ÁREA EXTENSIÓN URBANA

- ◆ ◆ ◆ ◆ Límite Urbanizable
- Zona Urbanizable Condicionada
- Parque Intercomunal
- Área Verde Forestación
- Área Riesgo

Fig. 5. Ubicación del sitio en estudio en el MPRMS-100, de Junio de 2009.

Según lo establecido en el MPRMS-100, la mitad norte del sitio en estudio se ubica en el Área de Riesgo por Inundación del Estero Las Cruces, y la mitad sur se emplaza en Zona Urbanizable Condicionada (ver Fig. 5).

La eventual inundación que el MPRS-100 establece para la mitad norte del sitio, ha dado lugar a un Estudio de Riesgo de Inundación actualmente en desarrollo por Estrata Ingenieros Civiles Ltda., el que determinará las cotas de inundación para un período de retorno de 100 años. En el caso que se verifique zonas inundables, se establecerán las medidas de mitigación y control necesarios para el desarrollo de un futuro proyecto habitacional.

En cuanto a la Zona Urbanizable Condicionada, ésta se aplica al desarrollo de nuevos proyectos inmobiliarios en suelos incorporados de origen rural, en donde los desarrolladores privados de dichos proyectos tienen que asumir en gran medida los costos asociados al cambio de uso de suelo. La nominación Condicionada, obedece a que el desarrollador puede optar por condiciones más favorables o convenientes, siempre que cumpla con requerimientos específicos. Así, una Zona Urbanizable Condicionada no tiene restricciones que imposibiliten el desarrollo de proyectos inmobiliarios.

Luego, por lo antes señalado, la normativa vigente no establece restricciones específicas para el desarrollo de proyectos inmobiliarios para el sitio en estudio, con excepción de las consideraciones por riesgo de inundación.

1.4. Factores climáticos y ecosistema

La comuna de Quilicura se ubica en una zona de clima mediterráneo caracterizada por estaciones bien marcadas y con lluvias de mediana pluviosidad entre los meses de mayo y agosto, mientras que, entre los meses de noviembre y febrero, se tiene estaciones muy secas.

Tomando como referencia para la Región Metropolitana los reportes de la Estación Pluviométrica “Río Mapocho Rinconada de Maipú”, cuyas coordenadas UTM son 331049 E y 6291804 N (ver Fig. 6), puede observarse la variación de las precipitaciones mensuales promedio entre enero de 2014 y diciembre de 2015 (ver Fig. 7), verificándose estaciones bien definidas, y que corresponde a la tendencia estadística de la última década.

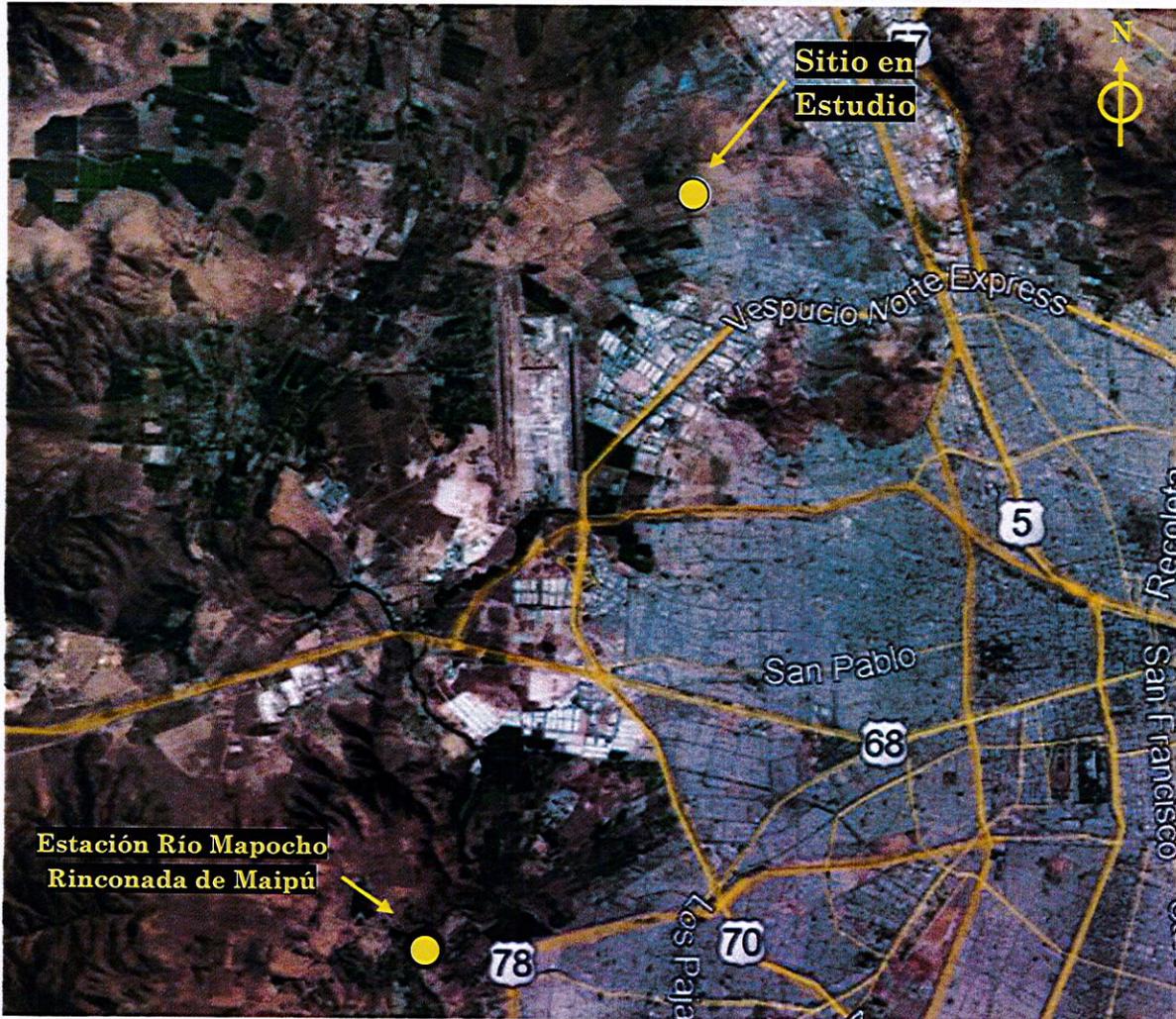


Fig. 6. Ubicación de estación pluviométrica Río Mapocho Rinconada de Maipú.

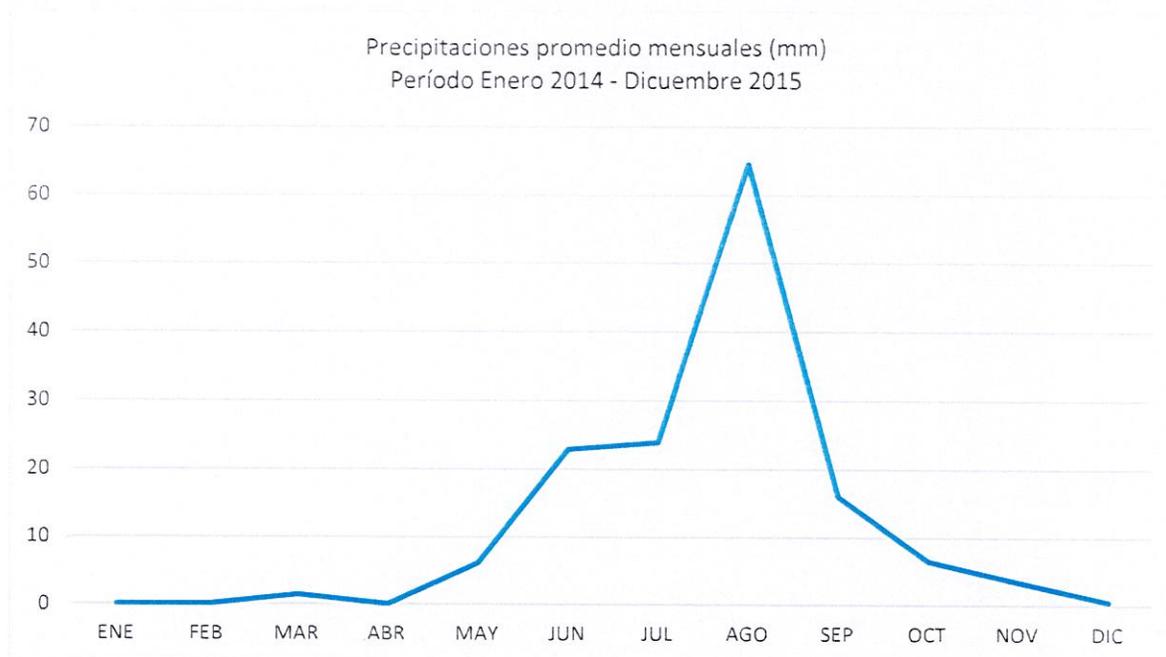


Fig. 7. Precipitaciones promedio mensuales para el período 2014 – 2015. (Datos disponibles en DGA).

Por otra parte, la Cordillera de los Andes que, por el fenómeno de derretimiento de las nieves, constituye la fuente principal de los ríos y esteros de la Región Metropolitana en el período estival, permite que los cursos naturales de aguas en superficie (ríos, esteros, etc.) sean de régimen nivopluvial, permitiendo el regadío durante todo el año, aunque en magnitudes algo restringidas en periodo estival.

La condición de pluviosidad antes descrita junto con las características geomorfológicas del suelo del sector determina, en gran parte, la flora presente en la zona, correspondiente a vegetación matorral y árboles de baja a mediana altura.

En particular, en el sitio en estudio se encuentran especies arbóreas y arbustos sólo adyacentes a los canales de riego. Como condición general, el sitio en estudio presenta algunos pastizales, los que se mantienen verdes en la medida que son regados por estas fuentes artificiales.



Fig. 8. Vista panorámica desde la Calicata C-5 hacia el poniente. Se aprecia sólo pastizal seco, sin presencia de árboles ni arbustos, debido a que no es regada de manera permanente por los canales existentes.



Fig. 9. Vista desde la Calicata C-6 hacia el oriente. En segundo plano se aprecia mayor vegetación debido a la presencia de canal que otorga una condición relativamente permanente de riego superficial.



Fig. 10. Vista del canal que corre en sentido norte sur, adyacente a la Calicata C-4. La presencia del canal genera condiciones que permiten el crecimiento localizado de pastizales y árboles del tipo sauce.



Fig. 11. Vista panorámica hacia el sur de zona anegada por canal de riego que corre en sentido norte-sur, próximo a la Calicata C-6. El anegamiento es de tipo temporal causado sólo por el escurrimiento de una fuente artificial como es el canal de riego.

El anegamiento que se aprecia en los sectores donde se encuentran los canales de riego, se debe a la prácticamente nula pendiente que poseen los canales y el terreno en estudio. Es decir, el anegamiento es el mero resultado de una condición topográfica que limita el escurrimiento en superficie.

Por lo tanto, tratándose de anegamientos temporales sujetos a la eventualidad de los cursos de agua artificiales y no a fuentes hídricas naturales (napas freáticas del tipo acuífero libre o semiconfinado, o lagunas endorreicas), los tales no pueden ser considerados como humedales que generen las condiciones de un ecosistema particular.

La insuficiencia de los anegamientos temporales para dar lugar a un ecosistema particular y distinguible del tipo humedal en el sitio en estudio, se verificó en la exploración realizada por Estrata Ltda., toda vez que no se encontró vestigio alguno de

especies de animales, aves, anfibios, peces ni reptiles comunes de los humedales. Tampoco se observó el crecimiento de totoras o juncales propias de las lagunas endorreicas.

2. FACTORES GEOMORFOLÓGICOS Y TOPOGRÁFICOS

El sitio en estudio se ubica en la unidad geológica *Finos del Noroeste*, y corresponde a un depósito de crecidas pretéritas de los esteros de Lampa y Colina. La topografía del sector muestra una pendiente promedio de 1.5% que miente hacia el poniente (ver Fig. 12), lo que es relativamente bajo, limitando significativamente el escurrimiento superficial. En cuanto a la dirección norte-sur, la pendiente en gran parte es nula, y en promedio no supera el 0.6% (ver Fig. 13).

La condición geomorfológica observada, condiciona como una fuerte limitante del escurrimiento en superficie ya sea de aguas lluvias, como de aguas provenientes desbordes localizados o evacuaciones parciales provenientes de canales de riego. No obstante, estos anegamientos temporales no caben en la nominación conceptual de un humedal, toda vez que éste último se enmarca en una condición de saturación permanente generada por una napa freática del tipo acuífero libre o semiconfinado, o por los factores hídricos que resultan de una laguna endorreica de origen natural, los que de acuerdo con la exploración realizada por ingenieros civiles de Estrata Ltda., éstos no se presentan en el sitio en el Estudio.

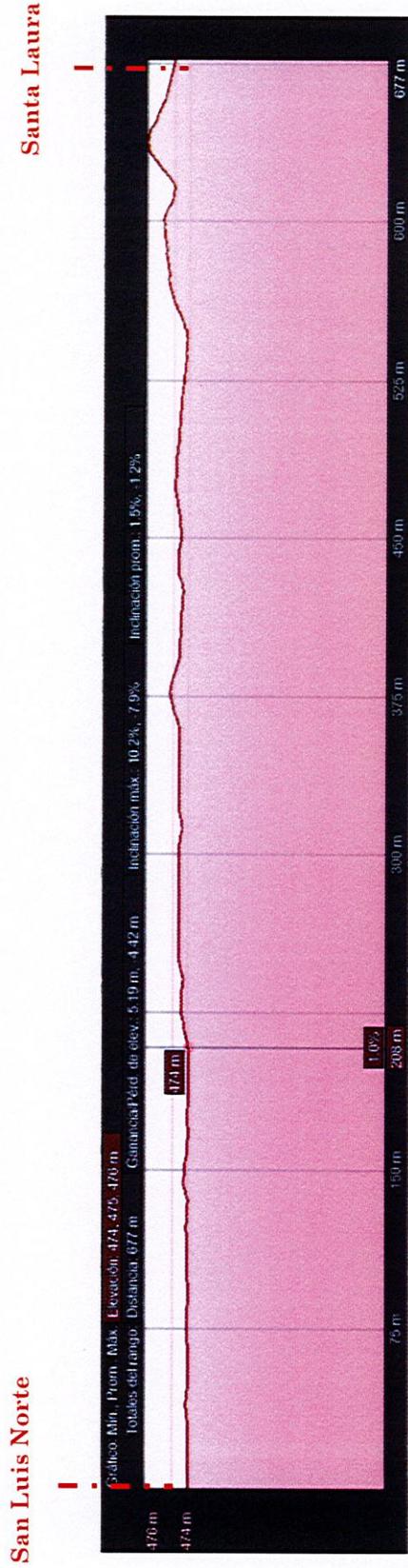


Fig. 12. Perfil longitudinal del sitio dirección poniente-oriente. La pendiente promedio de la superficie de terreno que mantea hacia el poniente es de 1.5%.



Fig. 13. Perfil longitudinal del sitio dirección norte-sur. Si bien la pendiente promedio de la superficie de terreno que mantea hacia el norte es de 0.6%, en gran parte la pendiente del sitio en esta dirección es nula.

3. RECURSOS HÍDRICOS

Con fecha 04 de febrero de 2021 se realizó una exploración hidrogeológica se sitio mediante un recorrido completo del terreno en estudio, con el propósito de identificar y cuantificar los recursos hídricos del sitio.

3.1. Cursos de agua superficiales

En la exploración realizada, se observó varios cursos de agua en superficie, todos del tipo artificial (ver Fig. 14), esto es, canales de riego. Éstos tienen por finalidad única la irrigación de pastizales del tipo dáctilo o pasto ovillo, ocupado para alimentación o forraje de animales.

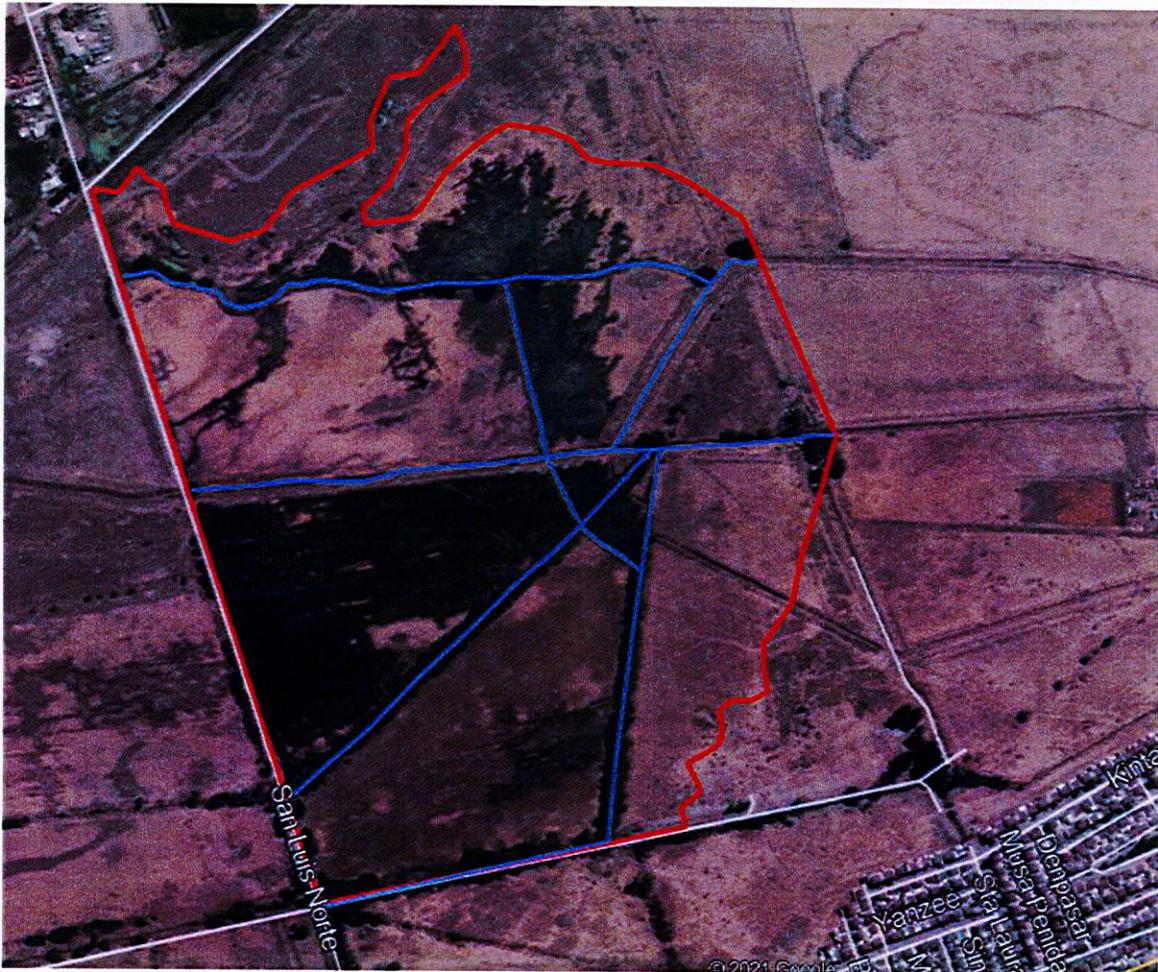


Fig. 14. Cursos de agua en superficie (demarcados en color celeste). Todos los cursos de agua presentes en el sitio en estudio son artificiales.

3.2. Napas subterráneas

En la exploración realizada se ejecutaron 8 calicatas de profundidades entre 2.10 y 3.10 m ubicadas en puntos representativos el sitio y, en particular, en zonas de abundantes pastizales, con el propósito de determinar las características del suelo y la profundidad del nivel freático (ver ubicación de calicatas en Capítulo 4.1, Fig. 16).

Como resultado de la exploración, se verificó la ausencia de napas freáticas en todas las calicatas y en toda la profundidad explorada. No se observaron acuíferos libres ni acuíferos semiconfinados. Tampoco se presentaron napas del tipo artesianas (colgadas) al interior de las calicatas.



Fig. 15. Vista interior de la Calicata C-3. Esta calicata se ubica en la zona de anegamiento por canales de riego con abundantes pastizales (ver Fig. 16). No obstante, se genera sólo una irrigación muy superficial. A mayor profundidad, se aprecia una humedad baja y ausencia total de napas freáticas.

La condición anterior, permite afirmar que la humedad generada por el anegamiento temporal de los canales de riego alcanza muy poca profundidad, toda vez que el subsuelo del sitio presenta suelos cohesivos de estructura homogénea (ver Anexo 1). En particular el primer metro de suelo corresponde a una arcilla de alta plasticidad, con una permeabilidad prácticamente nula, lo que impide la infiltración de los cursos de agua superficiales en el subsuelo, lográndose sólo una saturación de muy poco espesor.

La impermeabilidad del subsuelo más la ausencia de napas freáticas, impide las condiciones necesarias de irrigación que permitan la generación de humedales, aun cuando se tenga largas temporadas de irrigación por los canales existentes.

Por otra parte, en la exploración hidrogeológica realizada se verificó que la proximidad del estero no constituye una fuente hídrica suficiente para elevar el nivel freático en el sitio en estudio. En efecto, el contenido de humedad al interior de las calicatas se elevaba en los estratos más superficiales como resultados de los riegos de pastizales, mostrando en profundidad una tendencia a una humedad baja, independiente de la distancia de la calicata al estero. Estos resultados permiten afirmar que tanto el bajo caudal del estero como la baja capacidad drenante del subsuelo reducen, por parte del estero, la alimentación de una napa freática en el sitio en estudio.

4. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL SUBSUELO

4.1. Exploración del subsuelo

Para determinar las propiedades físicas del subsuelo, se realizó una inspección visual de 8 calicatas de exploración, las que se ubicaron en el sitio según se muestra en la Fig. 16. Esta exploración se efectuó por ingenieros de Estrata Ltda. especialistas en caracterización hidrogeológica, con fecha 04 de febrero de 2021.

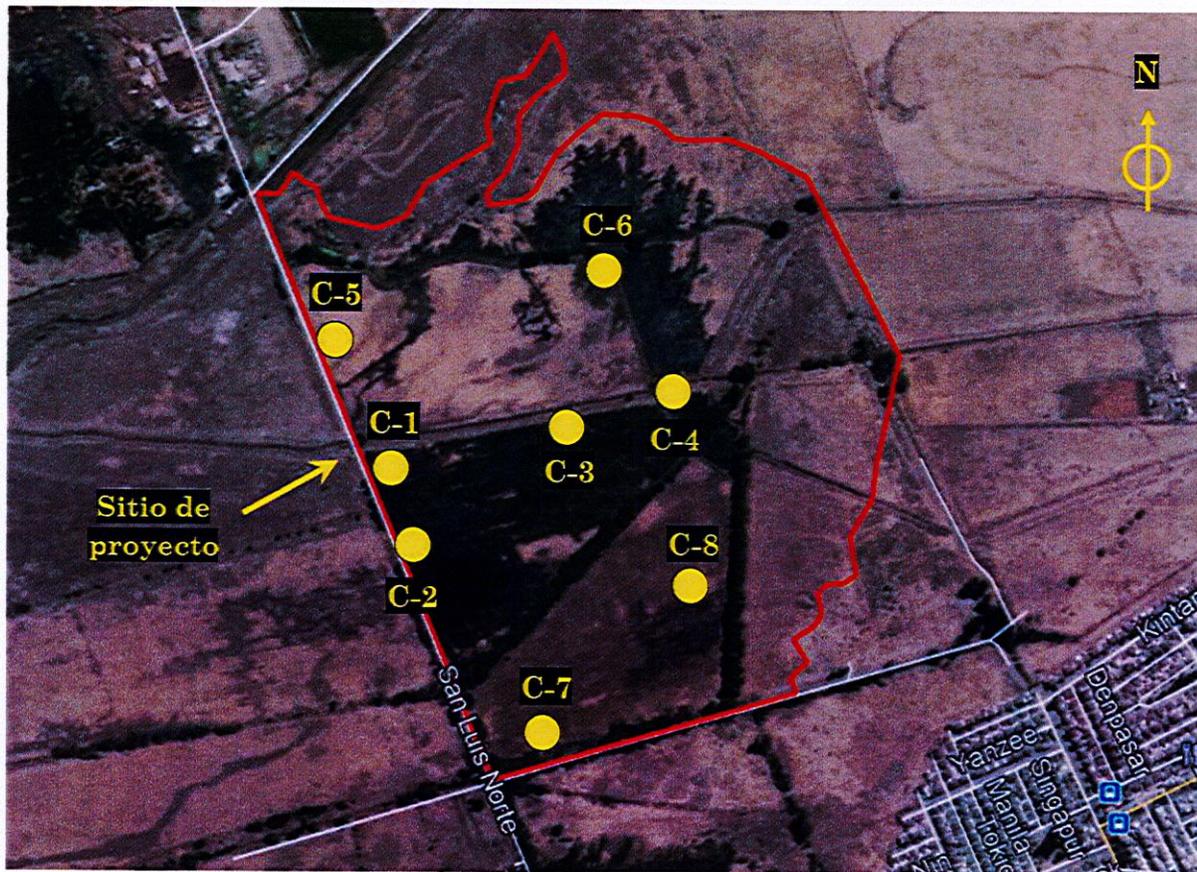


Fig. 16. Ubicación de las calicatas de la exploración geohidrológica.

En total se inspeccionaron 8 calicatas de profundidades entre 2.10 y 3.10 m, cuya descripción estratigráfica se incluye en el Anexo 1. Además, en el Anexo 2, se muestran fotografías del sitio, de las calicatas y del subsuelo, con sus respectivos comentarios.

Como se aprecia en la estratigrafía (ver Anexo 1), en las calicatas exploradas se observa una capa vegetal o suelo removido por actividad de cultivo de 0.20 a 0.60 m de espesor.

Luego se presenta una arcilla color café negruzco, de consistencia mediana para una humedad mediana, pero que puede ser alta a saturada en zonas próximas a canales de riego. Este estrato es de plasticidad alta, estructura homogénea y muy baja capacidad drenante. Estas propiedades físicas generan que la humedad sea retenida por este estrato, sin que pueda alcanzar mayores profundidades. Este estrato se presenta hasta una profundidad de 0.60 m como mínimo y 2.00 m como máximo.

Bajo el estrato antes descrito, se presenta una arcilla limosa a limo arcilloso, de color café, consistencia mediana a dura para una humedad mediana, plasticidad, estructura homogénea.

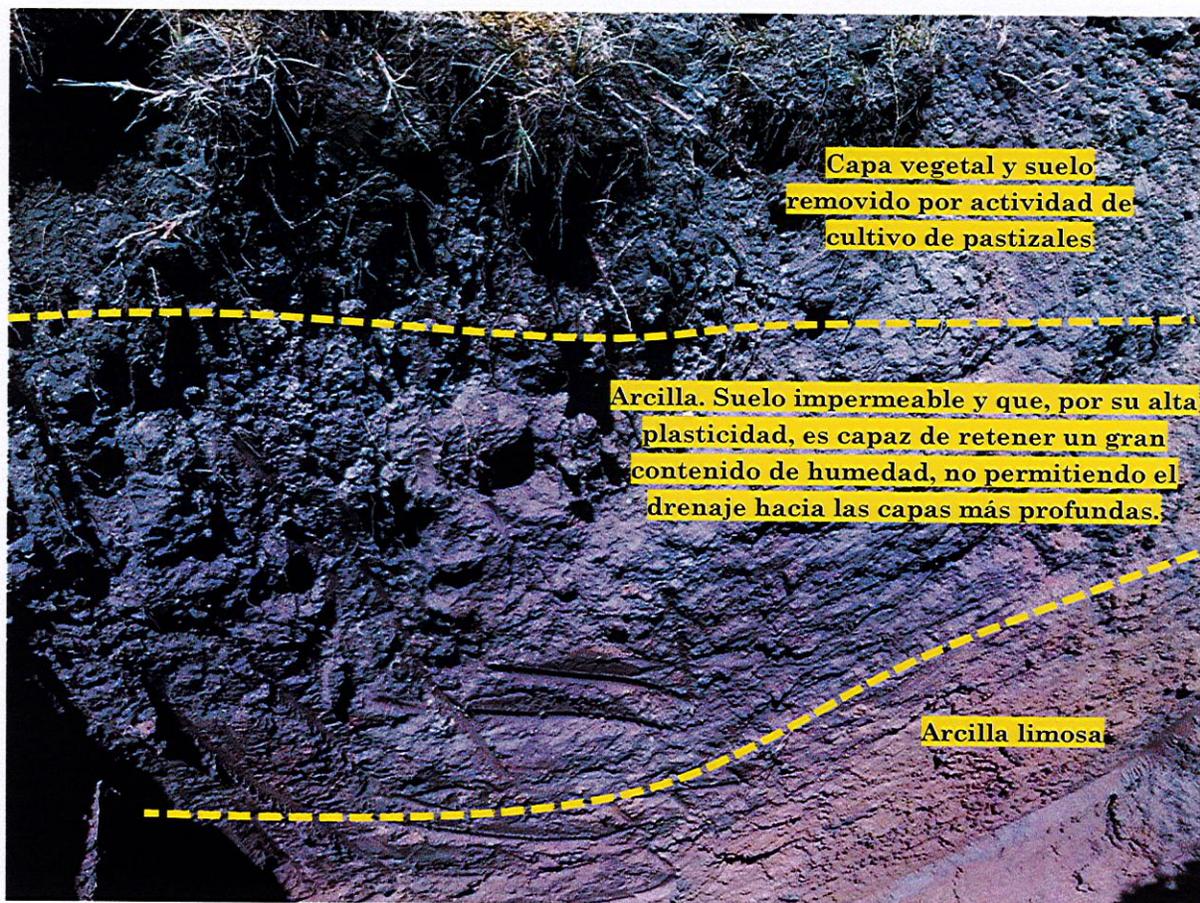


Fig. 17. Pared de la Calicata C-6. Se aprecia que hacia el fondo de la calicata el contenido de humedad es bajo, no presentándose napas colgadas. La impermeabilidad de la arcilla plástica impide el drenaje de estratos subyacentes.

4.2. Descripción estratigráfica

A partir de toda la información antes comentada, se adopta la siguiente modelación estratigráfica del subsuelo:

Estratigrafía del subsuelo

Estrato	Profundidad (m)	Descripción
Estrato 1	0.00 – 0.40	Capa vegetal y suelo removido por actividad de cultivo de pastizales.
Estrato 2	0.40 – 1.20	Arcilla color café negruzco, de consistencia mediana para una humedad mediana, pero que puede ser alta a saturada en zonas próximas a canales de riego. Plasticidad alta, estructura homogénea y muy baja capacidad drenante.
Estrato 3	1.20 – 3.00	Arcilla limosa a limo arcilloso de color café a café claro, consistencia dura para una humedad baja a mediana, plasticidad mediana, estructura homogénea.

Nivel freático: No se presenta napa freática en ninguna de las calicatas exploradas, a la fecha de efectuada la exploración (04 de febrero de 2021).

4.3. Incidencia del tipo de suelo en la conformación de humedales

La alta plasticidad del suelo, la nula presencia de gravas y gravillas, y el bajo contenido de arenas, dan lugar a una estructura homogénea de suelo con muy baja porosidad, lo que no permite la oxigenación ni la irrigación suficiente que necesita la raíz de una planta para su crecimiento.

Así, si los canales de riego dejaran de estar en servicio, el plantío existente correspondiente a pastizales, se secaría con la venida del próximo estío, no teniendo posibilidades naturales de conformar humedales.

5. FACTIBILIDAD HIDROGEOLÓGICA DEL SITIO

Como resultado de la exploración hidrogeológica realizada por ingenieros civiles de Estrata Ltda. y los análisis antes expuestos en detalle, se puede generar la siguiente Tabla de Incidencia Hidrogeológica para la conformación de humedales en el sitio:

Factor	Tipo observado en el sitio	Incidencia hidrogeológica
Geomorfología y Topografía del sector	Depósito "Finos del Noroeste". Topografía de muy baja pendiente.	No se presentan lagunas endorreicas, ni suelos lacustres, que pueda dar lugar a humedales. Las inundaciones en superficie son causadas artificialmente por los canales de riego y la baja pendiente topográfica.
Ecosistema	Pastos del tipo pasto ovillo	No se encontró vestigios de especies de animales, aves, anfibios, peces ni reptiles comunes de los humedales. Tampoco se observó el crecimiento de totoras propias de las lagunas endorreicas.
Fuentes hídricas en superficie	Cursos artificiales de régimen temporal utilizados para riego de pastizales	No se presentan cursos de aguas naturales que generen inundación permanente del sitio. Tampoco se presenta afluentes que generen lagunas endorreicas, que puedan dar lugar a humedales. El estero Las Cruces es insuficiente como alimentador de una napa freática, dado su bajo caudal y la baja o nula capacidad drenante del subsuelo.
Napas freáticas	No se presenta en ninguna de las calicatas de exploración, hasta una profundidad de 3.10 m.	En sectores inundados se verificó la ausencia de napas freáticas del tipo libre, semiconfinadas y colgadas. Luego, por concepto de napas freáticas, se descarta la posibilidad de conformación de humedales.
Propiedades físicas del subsuelo	Bajo la capa vegetal se presenta arcillas de plasticidad alta y muy baja a nula capacidad drenante.	La alta plasticidad del subsuelo, la nula presencia de gravas y gravillas, y el bajo contenido de arenas, dan lugar a una estructura homogénea de suelo con muy baja porosidad, lo que no permite la oxigenación ni la irrigación suficiente que necesita la raíz de una planta para su crecimiento, lo que imposibilita la conformación natural de humedales.

Por lo antes expuesto, habiéndose verificado para cada uno de los factores hidrogeológicos la ausencia de incidencia para la conformación de humedales en el sitio del proyecto, se afirma que un nuevo proyecto habitacional es factible hidrogeológicamente, debiendo sólo atenderse las cotas de inundación del Estero Las Cruces dadas por el Estudio de Riesgo de Inundación y eventuales medidas de mitigación por este concepto.

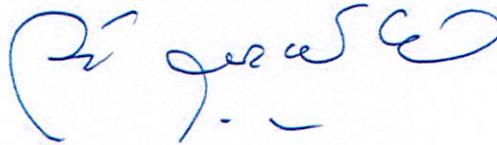
6. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). *Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Modificación MPRMS-100. Actualización Extensión Urbana y Reconversión. Zonificación Usos de Suelo. Sector Norte. Comunas de Quilicura, Renca, Cerro Navia y Pudahuel.* Junio de 2009.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). *Plan Regulador Comunal de Quilicura.* Diario Oficial, 15 de marzo de 1985.
- Municipalidad de Quilicura. *Evaluación Ambiental Estratégica Actualización.* Junio de 2016.
- SERNAGEOMIN. *Mapa Geológico de Chile.* Publicación Geológica Digital N°4. 2003.
- Valenzuela, G. *Suelo de Fundación del Gran Santiago.* Instituto de Investigaciones Geológicas. Boletín N°33. 1978.

Santiago, 15 de febrero de 2021.



VÍCTOR CASTILLO P.
Ingeniero Civil - Universidad de Chile



ESTEBAN JAMETT Q.
Ingeniero Civil - U. de Santiago de Chile

File: INFORME_Estudio Hidrogeológico San Luis Norte Quilicura_Rev. 0

ANEXO N° 1

Exploración del Sitio del Proyecto

EXPLORACIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO

PROYECTO:
TERRENO EN SAN LUIS NORTE
COMUNA DE QUILICURA. REGIÓN METROPOLITANA.

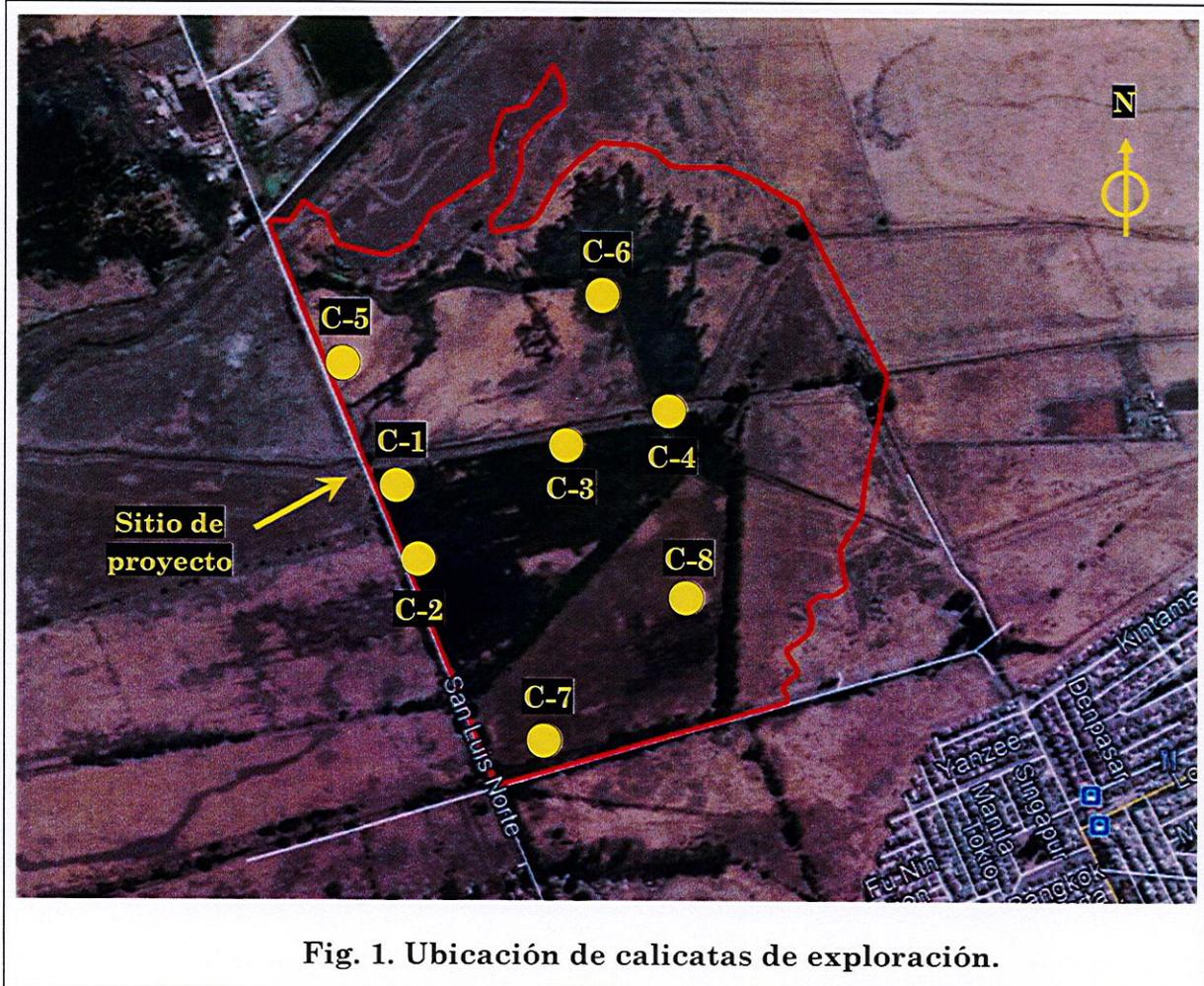


Fig. 1. Ubicación de calicatas de exploración.

COORDENADAS UTM DE CALICATAS**DATUM: WGS84**

Calicata	Coordenada	
	ESTE	NORTE
C-1	336214	6308667
C-2	336247	6308579
C-3	336419	6308730
C-4	336556	6308766
C-5	336145	6308825
C-6	336465	6308917
C-7	336404	6308364
C-8	336578	6308538

CALICATA C-1

Fecha de exploración: 04 de febrero de 2021.

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.30	Capa vegetal.
0.30 – 2.00	Arcilla, color café negruzco, consistencia mediana para una humedad alta, plasticidad alta, estructura homogénea.
1.40 – 3.10	Arena arcillosa con gravas aisladas de color café, compacidad alta, humedad mediana, estructura homogénea. Los finos son de plasticidad mediana. Las gravas son de formas angulosas y subangulosas.

Profundidad del Nivel Freático: No se presenta.

Otras observaciones: -

CALICATA C-2

Fecha de exploración: 04 de febrero de 2021.

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.20	Capa vegetal.
0.20 – 1.20	Arcilla color café negruzco, de consistencia mediana para una humedad alta a saturada, plasticidad alta, estructura homogénea.
1.20 – 2.10	Arcilla limosa de color café, consistencia mediana a dura para una humedad alta a mediana con la profundidad, plasticidad alta a mediana, estructura homogénea.

Profundidad del Nivel Freático: No se presenta.

Otras observaciones:

CALICATA C-3

Fecha de exploración: 04 de febrero de 2021.

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.30	Capa vegetal.
0.30 – 0.90	Arcilla color café negruzco, de consistencia mediana para una humedad alta a saturada, plasticidad alta, estructura homogénea.
0.90 – 1.50	Arcilla limosa de color café, consistencia mediana a dura para una humedad alta, plasticidad alta, estructura homogénea.
1.50 – 2.90	Limo arcilloso, color café claro, consistencia mediana a dura para una humedad alta a mediana con la profundidad, plasticidad mediana, estructura homogénea.

Profundidad del Nivel Freático: No se presenta.

Otras observaciones:

CALICATA C-4

Fecha de exploración: 04 de febrero de 2021.

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.40	Suelo removido
0.40 – 1.60	Arcilla color café negruzco, de consistencia mediana para una humedad mediana a baja, plasticidad alta, estructura homogénea.
1.60 – 1.90	Arcilla de color café, consistencia mediana a dura para una humedad mediana, plasticidad alta, estructura homogénea.
1.90 – 2.80	Limo arcilloso de color café claro, de consistencia dura para una humedad mediana a baja, plasticidad mediana, estructura homogénea a migajón.

Profundidad del Nivel Freático: No se presenta.

Otras observaciones:

CALICATA C-5

Fecha de exploración: 04 de febrero de 2021.

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50	Suelo removido.
0.50 – 1.00	Arcilla color café negruzco, de consistencia mediana a dura para una humedad mediana, plasticidad alta, estructura homogénea.
1.00 – 2.20	Arcilla de color café, consistencia mediana a dura para una humedad mediana, plasticidad alta, estructura homogénea.
2.20 – 2.70	Limo arcilloso de color café claro, de consistencia dura para una humedad mediana a baja con la profundidad, plasticidad mediana, estructura homogénea a migajón.

Profundidad del Nivel Freático: No se presenta.

Otras observaciones:

CALICATA C-6

Fecha de exploración: 04 de febrero de 2021.

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.60	Suelo removido.
0.60 – 1.20	Arcilla color café negruzco, de consistencia dura para una humedad baja, plasticidad alta, estructura homogénea.
1.20 – 2.10	Arcilla color café, consistencia dura para una humedad baja, plasticidad mediana a alta, estructura homogénea.
2.10 – 2.50	Arena arcillosa color café claro a amarillento, compacidad alta, humedad baja, estructura homogénea. Los finos son de plasticidad baja a mediana.

Profundidad del Nivel Freático: No se presenta.

Otras observaciones: -

CALICATA C-7

Fecha de exploración: 04 de febrero de 2021.

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.20	Capa vegetal
0.20 – 0.60	Arcilla color café negruzco, de consistencia mediana para una humedad mediana a baja, plasticidad alta, estructura homogénea.
0.60 – 1.50	Arcilla de color café oscuro, consistencia mediana a dura para una humedad mediana, plasticidad alta, estructura homogénea.
1.50 – 2.50	Arcilla limosa de color café claro algo amarillento, de consistencia dura para una humedad baja, plasticidad mediana, estructura homogénea a migajón.

Profundidad del Nivel Freático: No se presenta.

Otras observaciones:

CALICATA C-8

Fecha de exploración: 04 de febrero de 2021.

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.40	Suelo removido con presencia de capa vegetal
0.40 – 1.30	Arcilla color café negruzco, de consistencia mediana a dura para una humedad mediana a baja, plasticidad alta, estructura homogénea. Con presencia de raicillas.
1.30 – 2.10	Arcilla de color café, consistencia mediana a dura para una humedad baja a mediana, plasticidad alta, estructura homogénea.
2.10 – 2.50	Limo arcilloso de color café claro algo amarillento, de consistencia mediana para una humedad baja con la profundidad, plasticidad mediana, estructura homogénea a migajón.

Profundidad del Nivel Freático: No se presenta.

Otras observaciones:

ANEXO N° 2

Fotografías y Comentarios



Foto N°1: Interior de la Calicata C-1, ubicada en zona inundada por canales de riego. Se aprecia escurrimiento de agua superficial hacia el interior de la calicata. No obstante, el subsuelo se encuentra naturalmente con una humedad mediana, la que se reduce mientras mayor es la profundidad.



Foto N°2: Material extraído de la Calicata C-1 y entorno de la calicata. Se ve abundante pastizal del tipo dátilo o pasto oville, que crece únicamente por el riego abundante de cursos artificiales.



Foto N°3: Material extraído de la Calicata C-2 ubicada en zona inundada por canales de riego. El material extraído se aprecia de humedad mediana, muy plástico. Sin embargo, debido a que los canales se encontraban en riego, luego de unos minutos la calicata fue inundada parcialmente por el agua de los mismos.



Foto N°4: Interior de la Calicata C-3 ubicada en zona inundada por canales de riego. Se aprecia arcillas de alta plasticidad y contenido de humedad alta en los estratos más superficiales, y mediano en los más profundos. Se observa, además, escurrimientos leves de agua que provienen del riego en superficie.



Foto N°5: Vista panorámica desde la Calicata C-3 hacia el sur del sitio. Se observa abundante pastizal regado por fuentes artificiales.

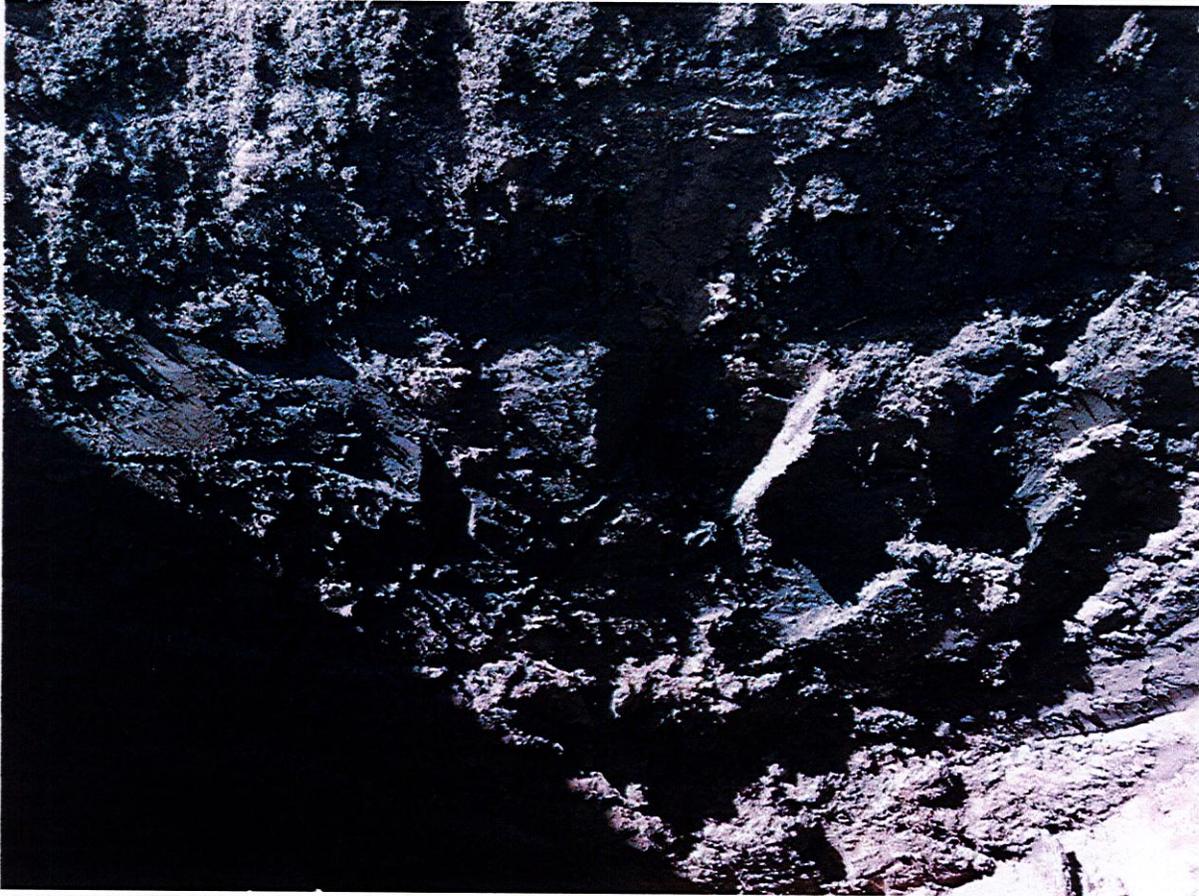


Foto N°6: Pared de la Calicata C-4 ubicada aledaña a las zonas de riego. Se observa que las paredes presentan una humedad mediana a baja, descartándose la presencia de napas freáticas.

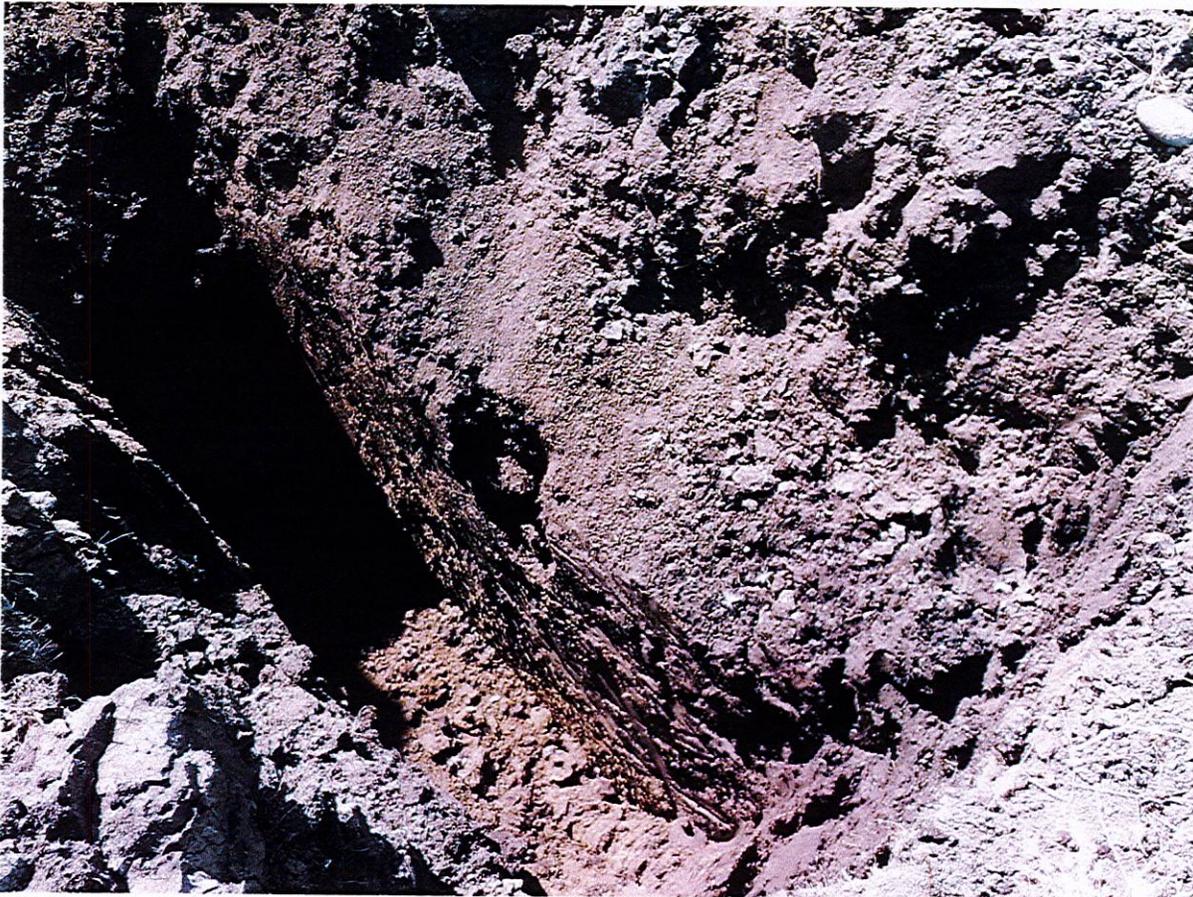


Foto N°7: Pared de la Calicata C-5 ubicada fuera de las zonas de riego, pero más próxima al estero Las Cruces. Se observa que las paredes presentan una humedad muy baja, descartándose la presencia de napas freáticas, lo que verifica que la proximidad del estero no constituye una fuente hídrica suficiente para elevar el nivel freático en el sitio en estudio.



Foto N°8: Pared de la Calicata C-6 ubicada adyacente de las zonas de riego, y próxima al estero Las Cruces. Se verifica una humedad muy baja, descartándose la presencia de napas freáticas. Se confirma que la proximidad del estero no constituye una fuente hídrica que pueda generar una elevación del nivel freático en el sitio en estudio.



Foto N°9: Entorno de la Calicata C-6. Hacia la derecha de la fotografía se presenta cursos de agua artificiales que inundan parcialmente el sitio. No obstante, en la calicata no se presenta afloramiento de napas freáticas.



Foto N°10: Zona parcialmente inundada por canal de riego próxima a Calicata C-6. Sin embargo, en la calicata no se presenta afloramiento de napas freáticas.



Foto N°11: Interior de la Calicata C-7. A pesar de que esta calicata se ubicaba junto a un canal de riego y zona parcialmente inundada, la humedad al interior de la calicata es muy baja.



Foto N°12: Vista desde la Calicata C-7 hacia el sur. Se aprecia pastizal regado por canal que cruza el sitio, y que permite el crecimiento de arbustos y árboles. No obstante, en la calicata la humedad del subsuelo es muy baja.



Foto N°13: Vista interior de la Calicata C-8. Se mantiene la condición observada en todo el sitio, esto es, una humedad muy baja mientras mayor es la profundidad.