ESTUDO EDAFOLÓXICO DO LEITO DO RÍO DOS GAFOS

CARACTERIZACIÓN FÍSICA E QUÍMICA DO LEITO DO RÍO DOS GAFOS NO TRAMO A BOULLOSA (VILABOA)-O MARCO (PONTEVEDRA)

ÁREA DE PROSPECCIÓN E INVESTIGACIÓN MINEIRA
E.T.S.I. de MINAS. UNIVERSIDADE DE VIGO

ANTÓN VIDAL ALONSO

Inxeniería Superior de Minas
Especialidade: Ambiental e Mineira. Universidade de Vigo.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN E OBXECTIVOS 5

1.1. ANTECEDENTES 5

1.2. OBXECTIVOS 6

CAPÍTULO 2. ZONA DE ESTUDO 7

2.1. SITUACIÓN XEOGRÁFICA 7

2.1.1. Vilaboa 7

2.1.2. Pontevedra 8

2.1.3. Vías de comunicación 9

2.1.4. Pontes 9

2.2. CARACTERÍSTICAS XERAIS DO RÍO 9

2.2.1. Dimensións 9

2.2.2. Caudal 10

2.2.3. Leito 10

2.2.4. Afluentes 10

2.2.5. Biótopos 11

2.3. CARACTERÍSTICAS XEOMORFOLÓXICAS 13

2.3.1. Topografía 13

2.3.2. Altitude 13

2.3.3. Pendente 13

2.3.4. Exposición 13

2.4. CARACTERÍSTICAS XEOLÓXICAS 14

2.4.1. Historia xeolóxica 16

2.4.2. Complexo Cabo Home-A Lanzada 17

2.4.3. Cuaternario 17

2.4.4. Tectónica 19

2.4.5. Petroloxía 20

2.5. CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓXICAS 26

2.5.1. Factores de formación 26

2.5.2. Caracterización xeral do chan 27

2.5.3. Tipos de horizontes 29

2.5.4. Descrición do chan 29

2.6. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓXICAS 30
2.6.1. Características xerais 31
2.6.2. Datos da estación – Lourizán 31
2.7. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓXICAS 32
2.7.1. Descrición da conca 33
CAPÍTULO 3. TOMA DE MOSTRAS 34
3.1. DELIMITACIÓN DA ÁREA 35
3.2. ÉPOCA DE MOSTRAXE 35
3.3. MATERIAL A UTILIZAR 35
3.4.TOMA DE MOSTRAS 36
3.4.1. Número de mostras e submostras 36
3.4.2. Profundidade 38
3.4.3. Percorrido 39
3.4.5. Identificación 42
3.4.6. Precaucións 43
3.5. PLANIFICACIÓN DA CAMPAÑA DE CAMPO 44
3.6. PREPARACIÓN DA MOSTRA 47
3.6.1. Material 47
3.6.2. Recepción da mostra 47
3.6.3. Almacenamento das mostras 47
3.6.4. Secado da mostra 48
3.3.4. Realización do cuarteo dunha mostra 48
CAPÍTULO 4. PROPIEDADES FÍSICAS 50
4.1. ANÁLISE GRANULOMÉTRICO POR PENEIRADO 50
4.1.1. Material 51
4.1.2. Procedemento 52
4.1.3. Cálculos 53
4.2. TEXTURA. MÉTODO DO DENSÍMETRO DE BOUYOUCOS 53
4.2.1. Material 55
4.2.2. Procedemento 56
4.2.3. Cálculos 56

4.3. DENSIDADE APARENTE DUN TERREO. MÉTODO DO CILINDRO..... 57
4.3.1. Material 57
4.3.2. Procedemento 58
4.3.3. Cálculos 58
4.4. DENSIDADE REAL. MÉTODO ALTERNATIVO DO PICNÓMETRO 59
4.4.1. Material 59
4.4.2. Procedemento 59
4.4.3. Cálculos 59
4.5. POROSIDADE 60
4.5.1. Determinación da porosidade 61
CAPÍTULO 5. PROPIEDADES QUÍMICAS 62
5.1. SALINIDADE. MÉTODO DO CONDUCTIVÍMETRO 62
5.1.1. Material 62
5.1.2. Procedemento 63
5.1.3. Medida de condutividade 64
5.2. ACIDEZ. MÉTODO DO PHMETRO 64
5.2.1 Material 65
5.2.2. Procedemento 65
5.2.3. Cálculos 66
5.3. DETERMINACIÓN DO CONTIDO EN CALCIO E MAGNESIO DUN CHAN 67
5.3.1. Material 67
5.3.2. Procedemento 68
5.3.3. Cálculos 69

CAPÍTULO 6. RESULTADOS E CONCLUSIÓNS 70

6.1. RESULTADOS 70

6.1.1. Análise Granulométrico 70

6.1.2. Textura 73

6.1.3. Densidade Aparente 76

6.1.4. Densidade Real 78

6.1.5. Porosidade 80

6.1.6. Salinidade 82

6.1.7. Acidez 85

6.1.8. Contido en Calcio e Magnesio 88

6.2. REPRESENTACIÓN DOS RESULTADOS 90

6.3. CONCLUSIÓNS 90

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN E OBXECTIVOS

A asociación Vaipolorío mediante o convenio de colaboración educativa coa Universidade de Vigo para a realización de prácticas preprofesionais dos alumnos da devandita Universidade no río dos Gafos, asinado o 18 de decembro do 2009; solicitou, despois da realización dos estudos hidrolóxico e de toponimia, e das catalogacións botánica, micolóxica, ornitolóxica e entomolóxica; un estudo sobre as características e propiedades do leito fluvial.

Dende a Área de Prospección e Investigación Mineira da Universidade de Vigo proponse este proxecto realizando unha campaña de mostraxes e análises co fin de definir as características físicas e químicas do propio leito.

1.1. ANTECEDENTES

Vaipolorío nace da necesidade de recuperar o río dos Gafos, ante a deterioración medioambiental que estaba a sufrir e a falta de preocupación das distintas institucións que se supón que teñen que velar pola súa saúde; o colectivo constituíuse legalmente en novembro do 2001 e o seu ámbito territorial de actuación son os concellos de Vilaboa e Pontevedra. Ten o seu domicilio social en Preescolar de Cabanas, Salcedo, Pontevedra.

A existencia deste colectivo ten como fins a promoción, o coidado, a defensa, a limpeza e o mantemento do río dos Gafos, así como todas aquelas actividades e accións que vaian en beneficio do dito río e do seu contorno, en todo o seu percorrido, dende o seu nacemento en Figueirido (Vilaboa) ata a súa desembocadura na ría de Pontevedra.

O río dos Gafos ten as súas fontes no Mato da Xestiña, lugar da Boullosa, en Figueirido, concello de Vilaboa, e despois de percorrer 10.830 m verte as súas augas xunto coas do río Lérez na Ría de Pontevedra, no barrio pontevedrés das Corbaceiras.

O seu leito, como consecuencia directa da dispersión poboacional galega, discorre case sempre á beira de asentamentos humanos máis ou menos densos e o seu máximo expoñente na cidade de Pontevedra; polo tanto as súas marxes vense constantemente alteradas por mor das diversas actividades humanas do territorio: agricultura, obras públicas e infraestruturas entre outras. Estas accións supoñen unha grande ameaza de contaminación para a auga do río pois a chuvia pode arrastrar con facilidade fertilizantes, pesticidas, herbicidas e demais compostos ata o leito do río, co conseguinte impacto na súa calidade físico-química e biodiversidade.

1.2. OBXECTIVOS

O obxectivo principal deste proxecto é avaliar o estado actual do leito do río mediante a caracterización física e química no tramo Boullosa- Marco, xa que a partires de aquí o río está moi modificado tanto por obras civís como pola canalización deste no tramo urbano. Para isto o traballo tense estruturado en tres fases diferenciadas:

Fase de Campo

Esta fase consiste principalmente na toma de mostras ao longo do percorrido do río. Para isto establecéronse unha serie de criterios para dividir dito traxecto en varias zonas e posteriormente realizouse a toma de mostras propiamente dita. Tomouse un total de 10 mostras en tomamostras cilíndricos, para os ensaios puntuais e outras tantas en bolsas plásticas para facer unha mostra conxunta e as determinacións por zoas.

Fase de Laboratorio

Unha vez preparadas as mostras estudaranse no laboratorio as seguintes propiedades físicas e químicas:

Propiedades físicas:

- Granulometría
- Textura
- Densidade Real
- Densidade Aparente
- Porosidade

Propiedades químicas:

- Acidez
- Salinidade
- Contido en Calcio e Magnesio

Fase de Gabinete

Os resultados obtidos representáronse en mapas, localizando os puntos mostreados e xeorreferenciándoos cartograficamente mediante o programa gvSIG, facendo reflexar nestes a variación espacial de cada unha das propiedades analizadas e interpretáronse estes.

Con esta caracterización tense avaliado o estado actual do leito do río con vistas a futuros obxectivos. Entre estes, por exemplo, poderíase realizar como obxectivo a medio prazo unha correlación entre as características do leito e o crecemento das diferentes especies arbóreas das beiras do río.

CAPÍTULO 2. ZONA DE ESTUDO

2.1. SITUACIÓN XEOGRÁFICA

O río nace no Mato da Xestiña, lugar da Boullosa , parroquia de Figueirido no concello de Vilaboa. Antes de entrar na cidade de Pontevedra, onde desemboca na ría co seu mesmo nome no lugar de A Moureira de Abaixo (As Corbaceiras), pasa polas parroquias de Bértola, Tomeza e Salcedo.

Figura 2.1. Situación xeográfica

2.1.1. Vilaboa

Municipio da provincia de Pontevedra que vai dende as cimas da Serra de Domaio ata a marxe esquerda da ría de Vigo, aínda que dende o punto de vista funcional intégrase na Comarca Urbana de Pontevedra, pertence ao partido xudicial de Cangas de Morrazo.

Superficie: 37,5 km²

Poboación: 5.853 habitantes

Parroquias: Cobres (Santo Adrián), Figueirido (Santo André), Santa Comba de Bértola (Santa Comba), Santa Cristina de Cobres (Santa Cristina), Vilaboa (San Martiño).

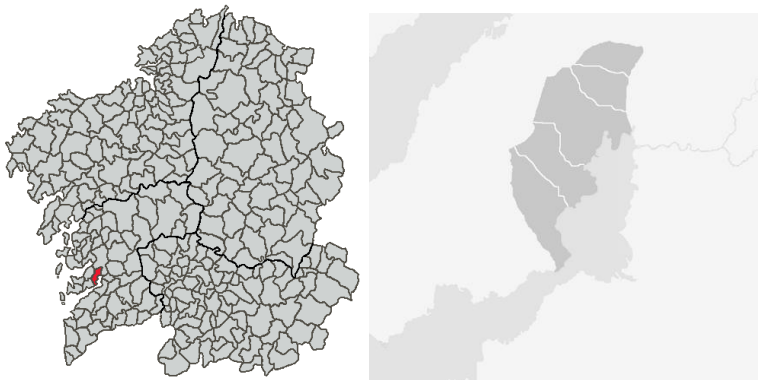


Figura 2.2. Vilaboa e parroquias

2.1.2. Pontevedra

O municipio de Pontevedra alóngase de norte a sur case 20 quilómetros e o seu núcleo urbano localízase no fondo da ría de Pontevedra, na desembocadura do Lérez. Esténdese pola parte sur da ría que leva o seu nome, onde ocupa os vales fluviais do Lérez e do río dos Gafos. Cara ao sur, chega ata a desembocadura do río Verdugo, en Ponte Sampaio, xa na ría de Vigo. Aséntase rodeado de catro sectores montañosos separados entre si por dúas crebas, unha de dirección meridiana e a outra nordeste-sureste pola que transcorre o leito do río Lérez.

Superficie: 117,6 km²

Poboación: 78.715 habitantes

Parroquias: Alba (Santa María), Bora (Santa Mariña), Campañó (San Pedro), A Canicouva (Santo Estevo), Cerponzóns (San Vicente), Lérez (San Salvador), Lourizán (Santo André), Marcón (San Miguel), Mourente (Santa María), Ponte Sampaio (Santa María), Salcedo (San Martiño), Santa María de Xeve (Santa María), Tomeza (San Pedro), Verducido (San Martiño), Xeve (Santo André).

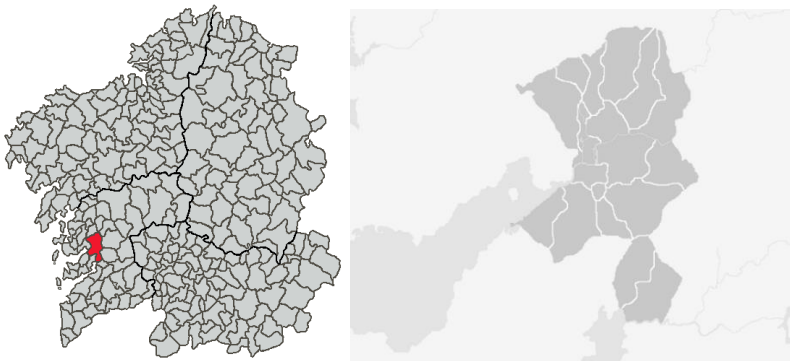


Figura 2.3. Pontevedra e parroquias

2.1.3. Vías de comunicación

As vías de comunicación máis importante van acompañando paralelamente ao río, estas son:

- Autoestrada A-9.
- Nacional N-550. Pontevedra-Vigo.
- Provincial EP-0002.
- Vía férrea Pontevedra-Vigo.
- Camiño portugués a Santiago de Compostela.

2.1.4. Pontes

O curso principal do río pode vadearse por medio de varias pontes, entre as que caben destacar as seguintes:

- En Bértola: Ponte dos Rocíos.
  Ponte da Ansuíña.
  Ponte da Leira Longa.
  Pontella do Toxal.
- En Tomeza: Ponte Rebón.
  Ponte da Condesa.
  Ponte Valentín.
- En O Marco: Ponte do Couto.
- En Pontevedra: Ponte Bolera.
  Ponte da Tablada (Campolongo).

2.2. CARACTERÍSTICAS XERAIS DO RÍO

2.2.1. Dimensións

O río dos Gafos recorre unha distancia de 10,830 m dende o seu nacemento ata a súa desembocadura.

A súa canle varía bastante dependendo do treito a observar. No treito urbano, no barrio de Campolongo o río descorre canalizado durante uns 520 m ata a súa desembocadura onde amplía a súa anchura e minora a súa profundidade polo efecto das mareas. Sen embargo augas arriba na súa zona rural a súa canle oscila entre os 3 e 4 metros na meirande parte do seu descorrer.

2.2.2. Caudal

O aumento e descenso do nivel das súas augas ven dado, de forma evidente, pola pluviosidade das estacións do ano. Sendo as estacións de outono e inverno as que obteñen niveis mais altos debido a que son as épocas de grandes choivas.

No verán, polo contrario, é cando menos auga leva, xa que é o período mais seco do ano. Tamén hai que considerar o uso excesivo que se fai para o rego das fincas limítrofes, utilizando ben canles e gabias ou ben extraendo auga directamente por bombeo.

2.2.3. Leito

Como consecuencia estreita da dispersión poboacional galega o río descorre case sempre a carón de asentamentos humanos mais ou menos densos, onde o seu máximo expoñente é a cidade de Pontevedra.

Polo tanto, as súas marxes vense constantemente alteradas por mor das diversas actividades sobre o terreo ligadas ao ser humano, isto é, agricultura, obras públicas, infraestruturas...

Accións deste tipo supoñen unha grande ameaza de contaminación para o río, pois a choiva pode arrastrar con facilidade fertilizantes, pesticidas, herbicidas e demais compostos ata o leito do río, co conseguinte impacto na súa calidade fisicoquímica e na súa biodiversidade. Isto implica moitas veces unha forte regresión ou mesmo desaparición da vexetación da ribeira.

2.2.4. Afluentes

Marxe dereita: ríos Bois, Barco, Pombal e Pintos.

Marxe esquerda: río Bala e regatos Antiguidá e Miñoto.

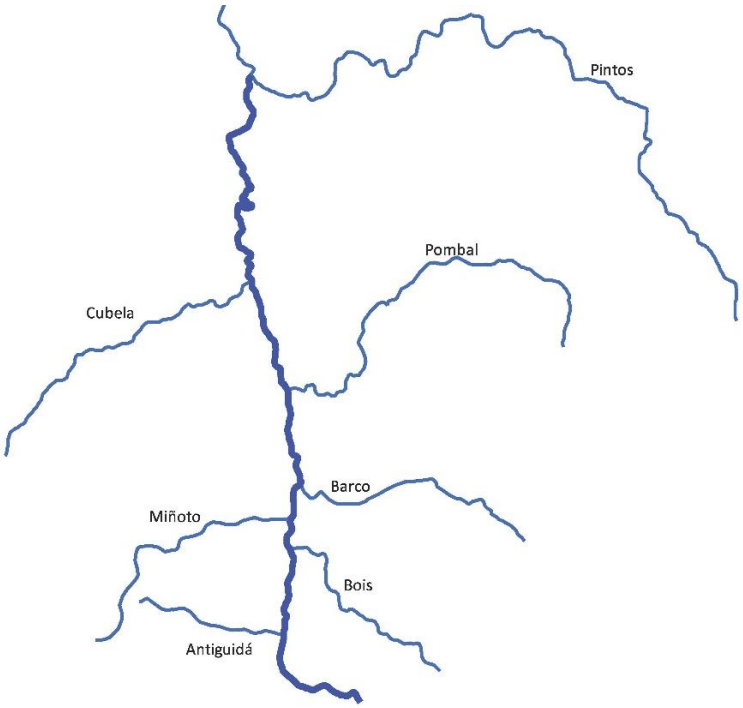


Figura 2.4. Afluentes

2.2.5. Biótopos

Entendendo por biótopo o medio físico ocupado por unha comunidade ou poboación determinada de seres vivos, e partindo desta acepción. Chégase á conclusión que existen diferentes biótopos en toda a súa lonxitude.

Para favorecer a súa caracterización clasifícanse atendendo á relación existente entre eses lugares e a presencia humana, como factor decisivo á hora de falar de zona natural ou non.

Así, segundo o tipo e porcentaxe de superficie cuberta, podemos falar dos seguintes biótopos:

<u>Áreas urbanas ou semiurbanas</u>

Representan o 20% aproximadamente da superficie total que rodea o río e encádranse no seu tramo final, é dicir, no seu percorrido pola zona urbana da cidade.

O río aparece moi alterado nas súas marxes e na calidade das súas augas xa que recibe numerosas canles e sumidoiros, ademais da xa comentada canalización.

O bosque de ribeira desaparece por completo, o que deixa as beiras do río moi desprotexidas ante os axentes contaminantes, erosión, etc.

Áreas mixtas

Representan aproximadamente un 40% do territorio polo que descorre o río, dende o seu nacemento ata os límites con Pontevedra.

Caracterízanse por un grao medio-baixo de alteración por parte do ser humano, son zonas onde a actividade principal está vinculada á explotación agroforestal da terra.

O río representa, en liñas xerais, un bo estado de conservación, excepto en certos puntos negros nos que aínda pódese observar vertidos contaminantes ou a destrución masiva da vexetación de ribeira.

Nestas zoas é tamén moi frecuente a substitución das especies autóctonas por outras de crecemento rápido, sobre todo eucaliptos, que transforman por completo a paisaxe natural do río e provoca unha diminución da súa riqueza biolóxica.

Áreas naturais

Aproximadamente o 40% da superficie total do percorrido do río.

A vexetación de ribeira chega a ser en certos lugares de gran densidade, sobre todo no referente ao estrato herbáceo e ao sotobosque, como son fentos, liques, etc.

Con respecto ao bosque de ribeira cabe destacar a variedade de especies encontradas, así como a densidade dalgunha delas.

Con todo, podemos facer unha clasificación destes bosques en:

- Brañas: un dos tipos máis abundantes e característicos do noso país, definidos por un elevado grao de humidade e de inundación da capa superficial do chan.
- Fragas: trátase do bosque tradicional galego, mestura de diversas especies de árbores. Aparecen en zonas mais ou menos dispersas pero en condicións de conservación case óptimas.
- Soutos: bosques monoespecíficos de castiñeiros.

2.3. CARACTERÍSTICAS XEOMORFOLÓXICAS

2.3.1. Topografía

A topografía do terreo ven condicionada por ser unha ribeira fluvial e estar directamente relacionada coa climatoloxía. O río circula por máxima pendente cunha media de 0.78%.

2.3.2. Altitude

A altitude é a altura dun terreo en relación co nivel de mar. Determina a fisioloxía da vexetación situada na zoa. Ademais que a temperatura do chan diminúe coa altitude.

É unha característica fundamental e primordial á hora de instalarse un tipo ou outro de especies vexetais.

A zona que abrangue o proxecto está comprendida entre unhas altitudes de 0 a 50 m.

2.3.3. Pendente

Este factor ten unha importante influencia no que se refire á profundidade e a calidade do chan, posto que determina a intensidade da erosión e o lavado do mesmo, tamén inflúe na distribución das especies vexetais polo grao de insolación.

Respecto ao crecemento das especies arbóreas serán mellores aquelas pendentes comprendidas entre os 5º e 30º. Para pendentes superiores deberase ter en conta a erosión hídrica á que está sometido o terreo.

A pendente media da zona onde se atopa o río é do 0,78%.

2.3.4. Exposición

A exposición defínese como a orientación dun terreo respecto ao Norte. Segundo a vexetación distinguimos as exposicións de sol con orientación Sur – Oeste e de sombra con orientación Norte – Este. Esta orientación afecta á distribución das especies vexetais, estando relacionada coa latitude e a altitude. É un factor determinante nesta distribución xa que inflúe de forma directa no grao de insolación e indirectamente noutros factores como a temperatura e a humidade.

2.4. CARACTERÍSTICAS XEOLÓXICAS

A zona de estudo sitúase no sector NW da Península Ibérica, comprendida entre as coordenadas 8° 31´e 8° 41´de lonxitude W (meridiano de Madrid) e 42° 20´ e 42° 30´ de latitude N. Dende o punto de vista xeolóxico sitúase dentro da chamada zona Centro-Ibérica.

Na figura preséntase o mapa xeolóxico da zona de estudo na folla Nº 04-10 (185) Pontevedra do Mapa Xeolóxico de España, xunto coa súa lenda.

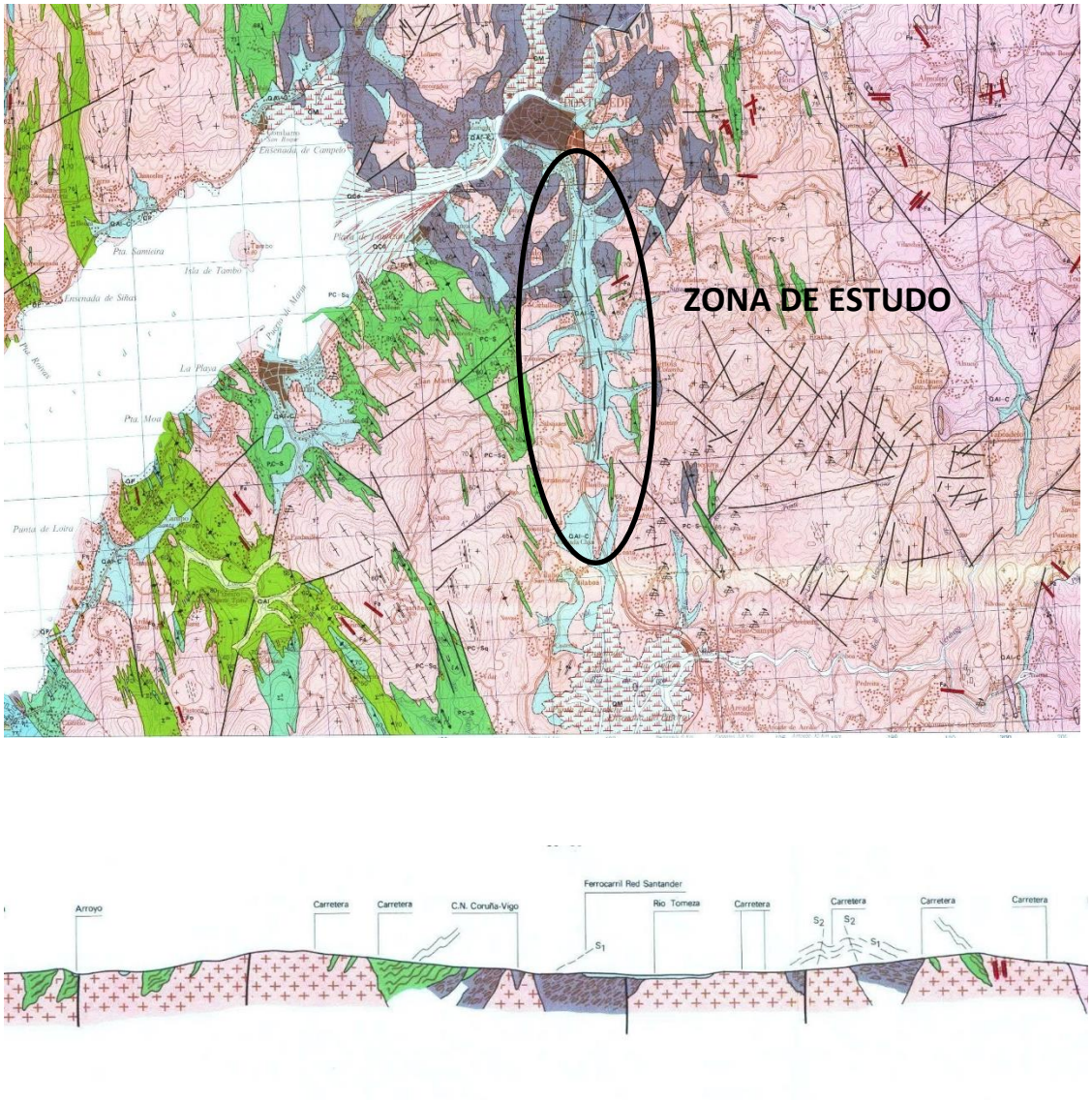


Figura 2.5. Mapa e corte xeolóxico

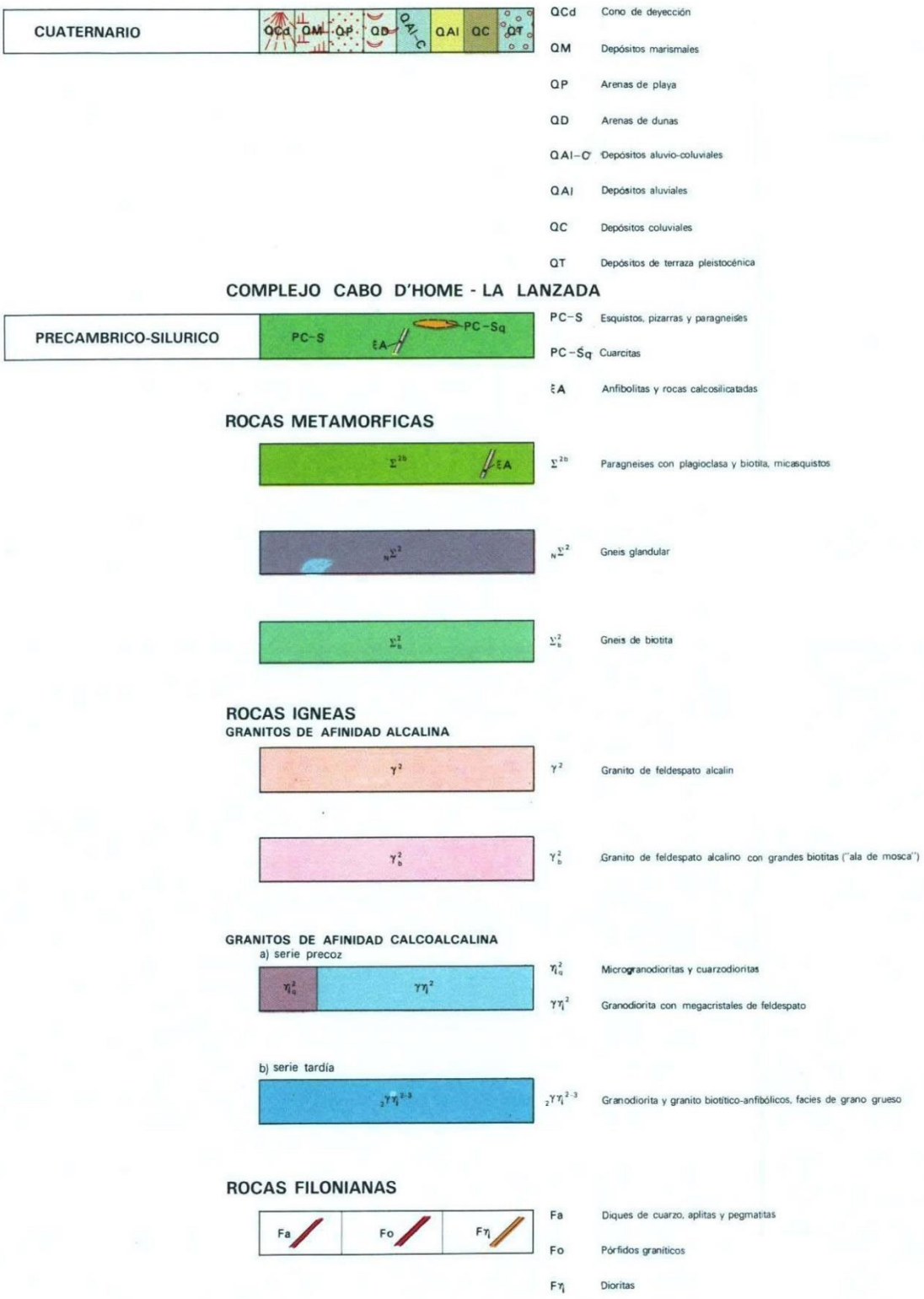


Figura 2.6. Lenda

2.4.1. Historia xeolóxica

Evolución Prehercínica

As rocas máis antigas que afloran son un conxunto de paragneises de biotita, posiblemente en parte equivalentes aos termos máis baixos do Complexo Vigo-Tui e quizais de idade Precámbrico; paralelamente, e en parte con posterioridade prodúcese a sedimentación, baixo condicións diferentes, dun conxunto de rocas que na actualidade aparecen como micasquistos e lousa.

Durante o Ordovícico produciuse a intrusión de rocas ígneas e que actualmente maniféstanse como ortoxénese leucocráticos, nalgúns diques e afloramentos de escasa entidade cartográfica. Quizais ao mesmo tempo que producíase o emprazamento destas rocas ígneas produciuse o emprazamento duns granitoides de carácter máis calcoalcalino e textura porfiroide que actualmente preséntanse como gneises glandulares. O actual aspecto destas formacións graníticas é debido á actuación sobre estas da deformación e metamorfismos hercínicos.

Evolución Hercínica

O ciclo hercínico maniféstase unicamente polo desenrolo dunha importante etapa oroxénica de tipo polifásico, acompañada por unha elevación de temperatura a escala rexional, e outro a nivel local producido pola intrusión de diferentes corpos graníticos.

A granodiorita precoz fórmase despois da primeira etapa de deformación e antes da segunda, pois está claramente deformada pola actuación da fase II.

Os granitos de dous micas emprázanse un pouco antes ou durante a actuación da fase II, pois atópanse na súa maioría moi debilmente deformados pola actuación desta fase.

Máis tarde prodúcese unha compresión N-S. Estas estruturas indican xa un comportamento ata certo punto ríxido do Eróxeno.

Evolución Posthercínica

Durante o Mesozoico o Macizo Hercínico sofre un acusado proceso erosivo, quedando como resto morfolóxico máis antigo, o nivel de cumios das serras da rexión. Estes constitúen os elementos topográficos máis importantes herdados do Mesozoico. Durante o Terciario e Cuaternario a rexión prosegue o proceso de desmantelamento, sucedéndose no Pleistoceno etapas sucesivas cíclicas de climas diferentes, glaciación e períodos interglaciares, que proporcionaron o establecemento de altiplanos de erosión, rochas costeiras e diversos niveis de terraza nos principais leitos da rexión.

2.4.2. Complexo Cabo Home-A Lanzada

Constitúe unha formación metasedimentaria probabelmente do Precámbrico Superior-Silúrico bastante diversificada na súa litoloxía, pese aos procesos metamórficos sufridos nas sucesivas etapas por intrusións de rocas ígneas de natureza ácida, acompañadas de cortexos filonianos diversos.

No seu conxunto é difícil establecer unha sucesión estratigráfica clara dentro desta formación.

Os litotipos mellor representados son os micasquistos andalucíticos e sillimaníticos, cuarzo-esquistos, micasquistos, areniscas e cuarcitas. Tamén testificáronse horizontes calcosilicatados que recordan, en certo modo, aos existentes en Monteferro, en numerosos puntos da costa entre Sanxenxo e Paxariñas por unha parte e no Complexo Vigo-Pontevedra pola outra.

Podemos atopar afloramentos localizados e de forma alargada ao sur de Pontevedra, ao este de Marín, en Santo Tomé de Piñeiro e en Catiñeiras.

2.4.3. Cuaternario

Os terreos cuaternarios e depósitos recentes constitúen extensas, aínda que moi pouco potentes formacións.

Todas estas formacións superficiais apóianse indistintamente sobre un substrato diverso, granítico, gnéisico ou esquistoso recubríndoo e dificultando, na maior parte das veces, a súa observación directa e o seu estudo.

Nos depósitos residuais recentes agrupáronse formacións superficiais de orixe diverso pero de entidade e litoloxía parecidas, isto supón un conxunto caótico de cantos heterométricos mesturados en proporcións diversas como limos areosos e arxilas.

Os chans aluvio-coluviais e coluviais ocupan fondos de vales. Constitúen formacións residuais do proceso de alteración e degradación do substrato sobre o que se apoia. O grado de aloctonía é moi baixo, podéndose estimar en poucos metros para as capas máis superficiais e nulo para os horizontes próximos ás cabeceiras das ría de Pontevedra, Vigo e Arousa.

Os chans aluviais están pouco representados, debido a que os leitos carecen de fondos planos e extensos, mesturándose co aluvión do tal-weg, os colusións dos interfluvios. Localmente foron cartografados e separados daqueles, aparecendo formados, en xeral, por gravas e areas lavadas.

Por último, como conos de dexección cartografáronse pequenos episodios detríticos depositados no tramo final dalgúns leitos sen importancia. Destaca, sen embargo o situado en Pontevedra que forma as amplas marxes do tramo final do río. Este cono de dexección participa tamén nos depósitos xacentes na cabeceira da Ría. A composición

granular caótica e a motilidade destas formacións os caracteriza, sendo interesante a súa cartografía e separación do resto dos depósitos superficiais á hora de realizar programas xeotécnicos de certa envergadura. Non existen apenas na zona estudiada, por canto a erosión areolar do interfluvio é maior que a linear do leito, quedando así inhibidos os procesos morfoxenéticos das típicas formacións "pé de monte" e "conos de dexección".

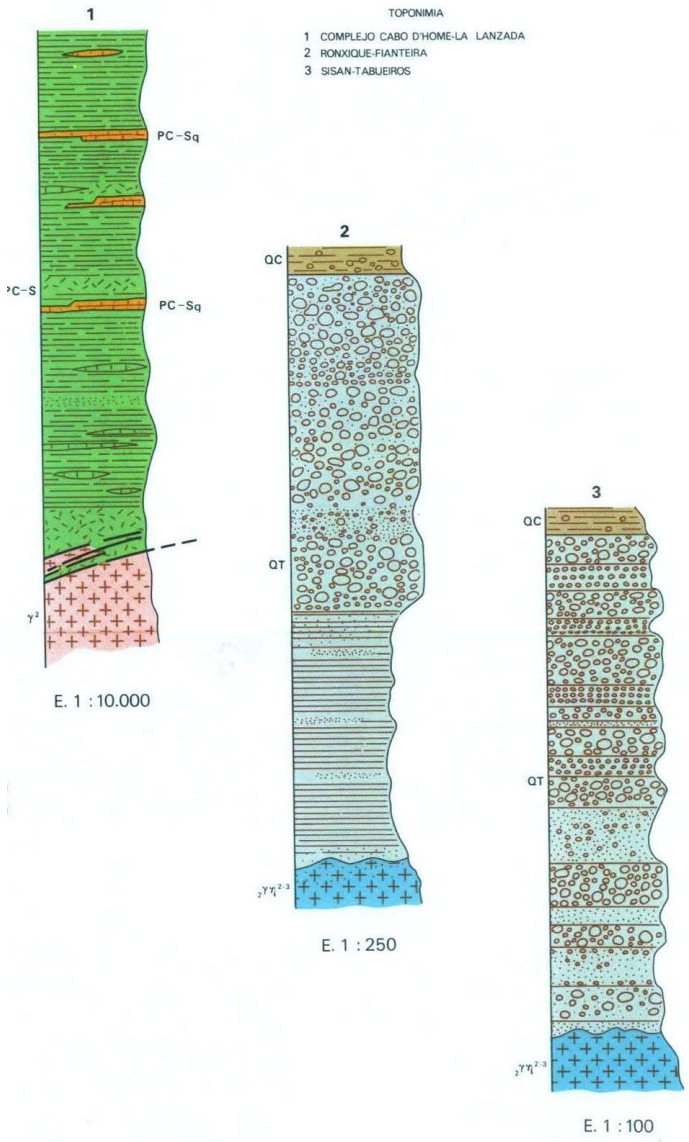


Figura 2.7. Columnas estratigráficas

2.4.4. Tectónica

Para abordar o estudo das deformacións; seguiremos unha orde cronolóxica, tomando como punto de referencia as deformacións hercínicas, debido a que durante esta oroxénese cando producíronse as máis importantes manifestacións tectónicas que quedan reflexadas nos materiais da área de estudo.

Deformación hercínica

Trátase, ao parecer, dunha etapa compresiva acompañada de un importante fluxo térmico causante do metamorfismo rexional e das granitizacións. Nesta etapa puidéronse diferenciar dúas fases de deformación, responsables no seu conxunto, das estruturas que aparecen actualmente; aínda que as únicas estruturas claramente visibles son as da Fase II.

- Fase I: Esta fase debeu alcanzar un gran desenrolo na área estudada, dando estruturas observables a tódalas escalas, aínda que na actualidade soamente obsérvanse planos de esquistosidade S_1, e non é fácil ver a escala cartográfica ningunha estrutura desta Fase. As direccións observadas da S_1 son N-160-E a N-S e coinciden en rumbo xeralmente coas de Fase II nos puntos nos que desenrólase esta, polo que poderíamos dicir que ambas partes son homoaxiais na súa actuación. Non coinciden, sen embargo, os buzamentos; apreciándose maior ángulo de inmersión nas superficies S_2.
- Fase II: Esta fase orixinou a maioría das estruturas visibles. No caso dos paragneis de biotita do Complexo Vigo-Pontevedra non se puido medir con certeza ningunha foliación que corresponda á esta fase, aínda que algunha das foliacións que se mediron como S_1 poderían ser en realidade S_2, xa que as dúas fases son homoaxiais na súa actuación. Atopáronse algúns micropregos que permítennos deducir que posiblemente existen estruturas maiores que non se puideron cartografar.
- Fases tardías: Non tiveron unha repercusión ostensible na zona estudada, se ben tense observado en áreas situadas ao sur e ao oeste repregamentos da S_2. A estas fases podería atribuírselles o feito que os eixos dos pregos da Fase 2 aparezan buzantes unhas veces ao norte e outra cara o sur, aínda que non se teñen visto eixos curvos, polo que aqueles poderían interpretarse como lixeiros fenómenos de esmagamento inhomoxéneo.

Deformación tardihercínica

Durante e trala actuación das fases hercínicas descritas, o macizo completou a súa elevación definitiva e acentuou a súa erosión e desmantelamento, adquirindo de maneira progresiva un comportamento de tipo ríxido fronte aos esforzos posteriores. En consecuencia formáronse nesta etapa, inmediata á hercínica, fracturas con funcionamento e saltos diversos; destacándose como principais descontinuidades unha rede de faias de desgarres subverticais cunha importante compoñente horizontal.

Non se observaron nas súas inmediacións pregos de eixos verticais, frecuentes en outras áreas máis orientais, como estruturas ligadas e acompañantes dos desgarres en deformación semidúctil, o que podería confirmar o estado mecánico ríxido do macizo durante esta etapa.

Máis tarde algunha destas fracturas rexurdiron en etapas distensivas, sendo aproveitadas para o emprazamento de diques xeralmente de natureza ácida. Estes desgarres van acompañados, nalgunhas ocasións, por bandas de franxas de cizalla con fenómenos de filonitización.

Deformación posthercínica

Tralo período tardihercínico non quedaron na rexión vestixios de novas etapas tectónicas ata o final do Terciario. Durante o Mesozoico producíronse algúns movementos de tipo isostático, quedando plasmado nas planicies das montañas galegas, que constituirán os restos morfolóxicos máis antigos da etapa posthercínica herdados do Mesozoico.

Finalmente, durante o Pleistoceno teñen lugar as glaciacións ocasionando descensos escalonados do nivel de base dos ríos, propiciando o desenrolo de terrazas, rasas costeiras e altiplanos de erosión a distintos niveis.

2.4.5. Petroloxía

Rocas metamórficas

Dentro deste tipo de rochas vanse considerar por separado as rochas orixinadas durante o metamorfismo rexional de presión intermedia e as orixinadas en virtude do metamorfismo de contacto producido por intrusións ácidas.

Tódolos materiais sedimentarios, salvo os depósitos cuaternarios, teñen sufrido alo menos un proceso de metamorfismo rexional de presión intermedia e cun alto gradiente térmico.

O Complexo Vigo-Pontevedra está completamente rodeado de rochas ígneas salvo nunha área próxima ao límite coa folla de Vigo, onde ponse en contacto cos metasedimentos do Complexo Cabo Home- A Lanzada. As pésimas condicións de

afloramento, sen embargo, impediron determinar o tipo de contacto e a relación existente entre ambas formacións.

Ante a imposibilidade, por outra parte, de establecer unha columna estratigráfica xeral suficientemente determinativa é polo que vanse a estudar por separado paragneis, micasquistos e anfibolitas.

- Paragneis normais: Trátase de gneis de biotita e plaxioclasa. Presenta unha grande diversidade de aspectos, tanto polos diferentes tamaños de gran como polas distintas proporcións entre os diferentes minerais da rocha. A esta escala de afloramento presentan estruturas planares, lineares ou masivas. Ao microscopio presentan texturas lipidoblásticas bandeadas ou gnéisicas. Os compoñentes principais son: cuarzo, plaxioclasa, biotita e nalgúns casos moscovita. A plaxioclasa oligoclasa ácida-andesina preséntase en cristais de ata 5 mm de diámetro máximo e é típico que mostre crecementos metablásticos. Posúe inclusións minerais de cuarzo, biotita e granate. Tanto o cuarzo como a biotita presentan (dentro de cada metablasto de plagioclasa) orientacións preferentes, dando lugar ao desenvolvemento de unha esquistosidade (S_1) que non se atopa fora dos cristais de plaxioclasa. As cantidades de cuarzo e biotita son moi variables. As paraxéneses máis frecuentes son:

  Cuarzo-plaxioclasa-biotita.
  Cuarzo-plaxioclasa-biotita-granate.
  Cuarzo-plaxioclasa-feldespato potásico-biotita-granate.
  Cuarzo-plaxioclasa-feldespato potásico-biotita-moscovita.
  Cuarzo-plaxioclasa-biotita-andalucita-sillimanita.

  Con anterioridade ao metamorfismo hercínico desenvolveuse un proceso metamórfico, posiblemente de maior presión e do que unicamente intúense vestixios pola aparición de inclusións helicíticas de granates turbios, cadeas de cuarzos alargados e láminas orientadas de biotita nos metablastos de plaxioclasa. Neste metamorfismo prehercínico non se observaron restos dunha marcada influencia térmica, polo que cabe supoñer que é máis antigo que a intrusión das formacións graníticas que actualmente aparecen como orotgneis. Os micasquistos son derivados metamórficos de sedimentos máis arxilosos que os paragneis. Mineraloxicamente, defiren daqueles pola ausencia de plaxioclasa.

- Anfibolitas: Están constituídas esencialmente por anfíbol monoclínico, plaxioclasa e cuarzo. Como minerais accesorios máis abundantes teñen biotita, opacos, esfena e feldespato potásico. A plaxioclasa sóese presentar como mineral metablástico con pequenos cristais deformados de cuarzo e biotita incluídos.

Ortogneis de biotita

Baixo esta denominación recóllese un conxunto de rochas ígneas en orixe de idade prehercínica, que afloran como pequenos stocks ou diques. Son rochas leucocráticas, ortometamórficas emprazadas en íntima relación co complexo Vigo-Pontevedra, no que son intrusitas. Tamén aparecen en relación cos granitos de feldespato alcalino e coa granodiorita precoz.

Non está moi desenvolvida neles a deformación planar, que é ben patente nos gneis leucocráticos do Complexo Vigo-Tui, aínda que si é máis característica destas rochas unha deformación plano-linear e incluso linear, resultado da orientación de agregados de cuarzo, feldespato e boitita que produciuse por recristalización metablástica e que conserva as directrices estruturais hercínicas.

Os compoñentes principais son: cuarzo, microclina, plaxioclasa, biotita e ocasionalmente moscovita.

A textura varía de lepidoblástica gnéisica a granoblástica con cataclase acusada.

Os cristais de microclina conteñen cristais pequenos de feldespato potásico, albita e cuarzo; e están recristalizados en porfiroblastos, onde o seu eixe soe coincidir coa aliñación da rocha.

O cuarzo disponse en bandas ou é intersticial, en cristais redondeados. Feldespatos e cuarzo presentan ocasionalmente unha débil extinción cataclástica nas zonas de borde, indicando unha fase tardía de esforzos.

As plaxioclasas son escasas e presentan pouca recristalización.

Como minerais accesorios teñen: apatito, circón, opacos, clorita e ocasionalmente epidota e granates.

Gneis glandular

Baixo esta denominación englóbanse un conxunto de rochas con clara estrutura gnéisica e un forte proceso de migmatización que forman un afloramento practicamente continuo duns 15-20 km^2 ao norte de Pontevedra e aparecen como enclaves dentro do granito de dúas micas ao sur e sureste de Pontevedra. Tamén existen asomos de poucos metros cadrados ao norte perto do contacto coa granodiorita de Caldas de Reis.

No borde occidental do afloramento póñense en contacto coa formación de metasedimentos do Complexo Cabo Home-A Lanzada; este contacto que segue a dirección xeral das estruturas de Fase I cremos que é de carácter intrusivo, pois téñense atopados pequenos afloramentos de gneis glandular no interior da formación metasedimentaria; nestes afloramentos o contacto era claramente intrusivo (diques ou pequenos stocks). A outra formación coa que póñese en contacto este gneis é cos granitos de dúas micas intrusivos.

Pódese esbozar para estas rochas a seguinte hipótese xenética. Con posterioridade á sedimentación do Complexo produciuse unha intrusión de rochas ígneas máis ou menos peralumínicas que orixinaron os ortogneis leucocráticos do Complexo Vigo-Tui e Vigo-Pontevedra, pero ao mesmo tempo que producíase a intrusión destes granitoides produciuse o emprazamento dunhas rochas de composición máis calcoalcalina e con texturas porfiroides. A actuación da Fase I hercínica debeu producir nestas rochas unha filonitización moi acusada e o metamorfismo rexional hercínico sería, así mesmo, o principal responsable da aparición das primeiras estruturas migmatíticas, e polo tanto, dos primeiros fenómenos de fusión parcial.

Os posteriores aumentos de temperatura producidos polo emprazamento dos granitos alóctonos de dúas micas e incluso dos granitoides do batolito de Caldas de Reis, produciron sucesivas mobilizacións no gneis glandular transformándoo, en ocasións, en granitos de dúas micas autóctonos e pouco homoxéneos.

Os principais criterios seguidos para considerar a orixe “orto” destes gneis glandulares son os seguintes:

- Presenza de pequenos corpos intrusivos de gneis glandular no Complexo.
- Presenza de estruturas pertíticas e mirmequíticas.
- Idiomorfismo dos circóns.
- Gran tamaño dos feldespatos, difícil explicar a orixe “para”.

O feldespato potásico preséntase formando glándulas con procesos de fusión parcial máis ou menos desenvolvidos, segundo as zonas, presenta inclusións de cuarzo e biotita; ocasionalmente pódense observar crecementos pertíticos.

A plaxioclasa (albita-oligoclasa ácida) preséntase en cristais subidiomorfos de menor desenrolo que os de feldespato potásico, frecuentemente afectados por procesos de sericitización.

O cuarzo é subidiomorfo en cristais que dificilmente superan os 5 mm de tamaño, presentan frecuentes pegadas de fusión incipiente e en ocasións procesos de recristalización.

A biotita é moito menos abundante que a moscovita e presenta frecuentes transformacións a clorita, en moitas ocasións mostra indicios de moscovitización.

A moscovita é claramente tardía e en ocasións medra a expensas da biotita e incluso do feldespato potásico. Este fenómeno de moscovitización tardía é moi frecuente nas zonas de borde próximas ao contacto cos granitos de dúas micas.

A sillimanita, aínda que é un mineral accesorio, a súa importancia como mineral índice de metamorfismo fai que a consideremos como mineral principal; preséntase nas zonas de migmatización máis acusadas en pequenos cristais que medran a expensas da moscovita.

Os accesorios máis frecuentes son: apatito, circón, rutilo, opacos e clorita.

Rocas ígneas

As rochas ígneas que afloran na zona de estudio pódense reunir en dous grandes grupos: granitos hercínicos e granitos prehercínicos.

Os granitos prehercínicos sufriron polo menos un proceso metamórfico e dúas deformacións que teñen variado o aspecto orixinal da rocha.

Granitos de feldespato alcalino

Constitúen as rochas máis abundantes e aparecen relacionados cartograficamente con tódalas formacións cartografadas, sendo intrusivas en todas agás na granodiorita de Caldas de Reis. Non se puido observar, en ningún dos seus afloramentos, estruturas relacionables coa Fase I hercínica, aínda que si aparecen foliacións de Fase II non uniformemente desenvolvidas.

Polo seu emprazamento pódese considerar a estes granitos como pre ou se fase II, debido a que practicamente sempre é posible apreciar unha certa orientación dos seus minerais planares concordante coas direccións da deformación hercínica.

Existen diferentes facies nesta formación, en función do tamaño de gran e da intensidade de deformación fundamentalmente. Son, sen embargo, difíciles de representar en cartografía posto que atópanse por unha parte moi mesturadas entre si, e pola outra que as coberturas vexetais e os chans residuais están, en xeral, moi desenvolvidas.

As facies máis importantes son:

- Granitos equigranulares de gran medio a fino e micrograns: poden considerarse estes grans como a facies máis común dentro dos grans de dúas micas, preséntanse cun tamaño de gran menor de 3 mm e os seus compoñentes principais son: cuarzo, microclina, plaxioclasa, moscovita e biotita. Os accesorio máis frecuentes son: apatito, circón, opacos, clorita, rutilo e ás veces sellimanita, procedente da asimilación de metasedimentos.

- Granitos equigranulares de gran medio a groso: presentan un tamaño de gran comprendido entre 3 e 5 mm e aparecen como pequenos enclaves de uns centenares de m^2 rodeados de granitos da facies común. Teñen as mesmas características mineralóxicas que a facies de gran medio a fino salvo a relación biotita/moscovita. É un feito ben constatado na zona que ao aumentar o tamaño do gran obsérvase un maior desenvolvemento dos procesos postmagmáticos de moscovitización e albitización.
- Granitos cataclásticos: trátase dun granito de dúas micas de gran medio a groso cunha clara, intensa e penetrativa orientación de tódolos seus elementos planares (micas e feldespatos). O cuarzo aparece así mesmo recristalizado en delgadas pero continuas bandas ocasionais e os feldespatos sufriron un estiramento notable, chegando a formas abucinadas cando a cataclase é intensa. Petrograficamente son granitos gnéisicos de gran groso con cuarzo, microclina, plaxioclasa, albita-oligoclasa, moscovita e biotita como elementos principais e apatito, circón, e opacos coma accesorios. A súa textura é graúda tendente a lepidoblástica gnéisica.

Granitos de feldespato alcalino con grandes biotitas

Son granitos de dúas micas, pero distínguense pola súa textura típica de grandes cristais de biotita (textura en “á de mosca”) e o seu tamaño de gran, maior de 5 mm.

A mineraloxía é similar á dos granitos de dúas micas comúns, pero obsérvase un maior desenrolo nos procesos de reaxuste magmático ou postmagmático de substitución de biotita e feldespatos por moscovita e albitización do feldespato potásico, ocasionando que a relación moscovita/albita sexa maior e que a plaxioclasa sexa lixeiramente máis sódica que o resto dos granitos de feldespato alcalino.

<u>Rocas filonianas</u>

En Pontevedra e o seu contorno desenvólvese unha importante manifestación filoniana, fundamentalmente nos granitos de dúas micas que pódense englobar en dous grandes grupos: pórfiros graníticos e diques de cuarzo, pegmatitas e aplitas.

Centrarémonos nestes últimos. Neste grupo recolleuse un conxunto de manifestacións filonianas de carácter ácido que desenvolvéronse fundamentalmente durante os últimos episodios do emprazamento dos granitos alcalinos.

- Diques de cuarzo: son xeralmente de pouco espesor, menor de 1 mm, e escasa continuidade lateral, son relativamente frecuentes, sobre todo nos granitos de dúas micas e non púidose constatar neles a existencia de mineralización de ningún tipo.

- Diques de pegmatita: son máis numerosos e de maior potencia, ata 10 mm, que os de cuarzo. Son especialmente frecuentes nos contactos do granito de feldespato alcalino cos gneis glandulares e co granito de á de mosca. Os minerais principais son: cuarzo, feldespato potásico, plaxioclasa, moscovita (moi abundante) e ocasionalmente biotita (parcialmente cloritizada), como accesorios teñen apatito e minerais opacos. Obsérvanse fenómenos de pertitización na microclina e de substitución do feldespato potásico por albita.

2.5. CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓXICAS

2.5.1. Factores de formación

Entre os factores máis importantes de formación do chan imos destacar os materiais xeolóxicos de partida, o clima, a topografía, a vexetación e a acción do home.

- Materiais xeolóxicos: na maior parte da provincia son granitos. Os chans sobre granitos caracterízanse por unha granulación areosa; son soltos, pouco estruturados e permeables, polo que os fenómenos de encharcamento e posterior pseudogleyficación son escasos.
- Clima: a humidade ambiental é alta, provocando que a materia orgánica sufra unha evolución rápida, o que implica que haxa un menor contido da mesma que nas zonas montañosas. Isto da lugar á formación de humus mull.
- Topografía: é bastante accidentada, cunha base uniforme e de escasa elevación, o que implica que haxa un desenrolo de chans de veiga e terras pardas alóctonas máis ou menos gleyficadas.
- Vexetación: esta dirixe a velocidade de humificación e a calidade do humus. A vexetación natural de carballos está ligada á terra parda, podendo seguir a desaparición destas árbores ao aparecer o chan ránker que son substituídos por breixeiras e en moitos dos casos repoboados con pinos.
- Acción antropóxena: debido á gran diversidade de poboación nos vales e zonas costeiras da provincia, transformáronse chans ráker pardos sobre granito de terras pardas mertróficas e eutróficas con un alto grao de madurez que non presentan os chans sometidos a esta alteración. Como consecuencia o humus evoluciona a humus mull, mellorando a estrutura do chan.

Na provincia de Pontevedra pódese falar de factores de formación do chan de carácter constante pola pequena extensión da mesma ou con pequenas variacións, a excepción da topografía, moi variable e accidentada; ou o material xeolóxico de partida, formado principalmente por granitos, xistos e rochas básicas.

Son, polo tanto, os factores da topografía e de material xeolóxico os caracteres que permiten agrupar os diferentes chans en chans sobre granitos e xistos ou sobre rochas básicas.

2.5.2. Caracterización xeral do chan

A secuencia topográfica dos chans máis frecuente está constituída polos seguintes termos.

1. Roquedo de silicatos.
2. Protoránker.
3. Ránker pardo.
4. Terra parda gleyficada.
5. Veiga parda.
6. Veiga parda con gley.

Roquedos de silicatos: trátase dun chan novo, formado principalmente por constituíntes soltos, restos vexetais e partículas minerais pouco desintegradas. Son chans de poucos centímetros de espesor con materia orgánica moder que interrómpense con frecuencia por afloramento da rocha subxacente compacta.

Ránker pardo: trátase de chans de cor pardo con perfil AC, forte desintegración química e produción de óxidos de ferro que lle dan esa cor característica; ricos en materia orgánica, ben unificada, predominantemente moder mulliforme ou mull, descansando sobre rocha compacta ou máis frecuentemente alixeirada, o que da lugar á formación dun horizonte empardecido, típico de terra parda.

Este horizonte, en forma de orla de poucos centímetros de espesor que soe aumentar a medida que diminúe a pendente na ladeira, converterá o chan gradualmente en terra parda. Aséntanse, de forma xeral, sobre granitos compactos ou alterados, xistos arxilosos ou rochas con maior grao de metamorfismo.

O ránker pardo esténdese polas ladeiras de tódalas montañas da provincia ocupando frecuentemente unha distribución anular segundo as curvas de nivel na topografía, entre o protoránker e a terra parda, formando a zona de breixais ou en repoboación forestal de pinos e eucaliptos.

Os materiais xeolóxicos de partida son moi homoxéneos dando lugar a chans con granulación fina. A maior parte da provincia está constituída polos chans de tipo terra parda, gravillosos desenrolados sobre granito porfírico, onde a súa desintegración química produce grandes cristais de feldespato que permanecen inalterados no chan. Neste tipo de chans, pobres en arxilas, hai pouco caolinización do feldespato.

Como consecuencia destas propiedades físicas desfavorables, a evolución destes chans está freada pola súa aridez interna. Desenvólvense, en realidade, perfís con características de terra parda pola súa profundidade, pero que recordan aos ránker sobre granito alterado hidrotermalmente pola pequena evolución do seu horizonte tipo (B). A pesares disto, non poden incluírse entre os ránker pola súa xenética distinta. Nos ránker típicos a rocha foi alterada por un proceso xeolóxico, non edáfico, mentres que neste último caso trátase dunha evolución do chan freada polo tipo de alteración superficial da rocha. Por isto dividímolo en:

- Ránker: chans xuvenís, caracterizados por un perfil A/C, formados sobre rochas compactas e ácidas predominantemente, sometidas á acción erosiva que impide un maior grao de desenrolo. Atópanse subtipos cun desenrolo moi desigual, dende chans esqueléticos constituídos por rochas compactas con apenas cuberta de chan nalgúns puntos, ata o ránker atlántico cun horizonte orgánico que pasa dos 0.75 m de profundidade.
- Terra parda: chans de clima temperado con perfil A/(B)/C sen transición brusca entre eles. É característico o seu horizonte de alteración (B), producido por desintegración química profunda dos materiais de partida e, nalgúns casos, con eluviación de sustancias emigradas de horizontes superiores de baixo a acción de sales húmicas en forma coloidal ou en disolucións. En tódolos subtipos hai floculación de óxidos de ferro no horizonte (B); como consecuencia, vaise coloreando en tons ocres, pardos e pardo vermellos.

Estes chans ocupan a maior parte da provincia, sendo necesario describir e cartografar a súas variedades. Todos eles teñen un carácter ácido e con graos de saturación baixos. Sen embargo, os seus diferentes tipos de humus, granulación, fertilidade e aplicacións agrícolas obriga a un maior de fraccionamento na súa cartografía.

Podemos distinguir terra parda eutrófica, mesotrófica, oligotrófica, podsolizada e gavillosa.

A terra parda oligotrófica atópase predominantemente sobre granitos e xistos micacíticos, sendo a súa granulación máis fina neste caso. Na provincia sucede ao ránker pardo na secuencia topográfica, ocupando a maior parte da zona montañosa litoral.

Está en chans da costa litoral de baixa altitude, moi influenciados polo mar, de clima suave e moi apta para a vida de vexetación perenne, aínda que esta sexa da máis exixente.

2.5.3. Tipos de horizontes

Horizonte A: horizontes de humus, caracterizados pola maior densidade de colonización de organismos e o maior enriquecemento de sustancias orgánicas.

Horizonte B: contén combinacións de ferro en forma oxidada, estando coloreados en pardo, ocre amarelento ou vermello.

Horizonte C: constituídos pola rocha nai non desintegrada ou pouco alterada.

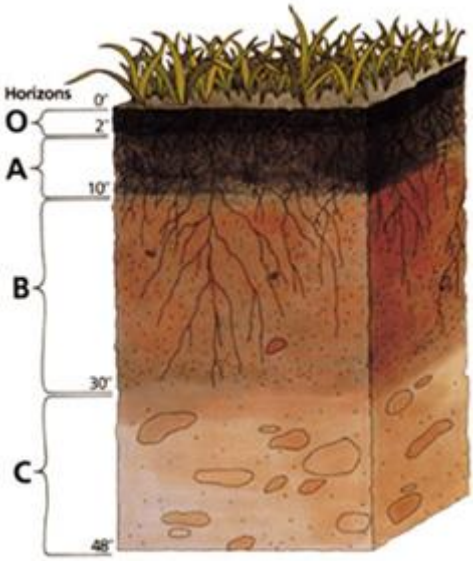


Figura 2.8. Tipos de horizontes

2.5.4. Descrición do chan

As terras pardas húmidas son chans con perfil A/(B)/C sobre materiais silíceos en clima temperado húmido. Caracteriza a estes chans o seu horizonte (B) de cor pardo escuro a ocre formado por alteración e desintegración dos materiais de partida, dependendo da cor, do contido e constitución dos óxidos de ferro. Teñen boa estrutura e aireación, xeralmente ben húmidos pero nunca encharcados. O seu horizonte orgánico A diferénciase frecuentemente en subhorizontes, especialmente nos chans baixo bosque, onde é característico un subhorizonte de restos vexetais non descompostos e facilmente recoñecibles, de uns 5 cm de espesor. A capa de fermentación atópase ben desenvolvida, iniciándose nela a incorporación da materia orgánica ao chan que adquire aspecto de tabaco, entrecruzado por hifas branquiñas de fungos.

O horizonte de humificación está formado, en xeral, polos horizontes A_0 e A_1, diferenciables pola presencia ou ausencia de material mineral mesturada coa materia orgánica, dando lugar ás distintas formas de humus. Os subtipos desenvólvense en función dos materiais sobre os que se asentan. Sobre rochas ácidas, en xeral micacitas e granitos, desenvólvense os subtipos oligotróficos. Estes son pobres en sustancias nutritivas, ricos en materia orgánica, areosos ou areolimosos, fortemente ácidos e con

grao de saturación moi baixo, con gravas de cuarzo nos seus horizontes superiores. Soportan vexetación abundante de breixos, frecuentemente repoboados con pinos, polo que os seus horizontes orgánicos alcanzan bastante profundidade.

Os chans ránker húmidos teñen un perfil pouco diferenciado A/C. Son chans formados baixo clima atlántico, con pluviosidades anuais superiores a 800 mm, desenrolados sobre rochas de silicatos de moi diversa composición química e mineralóxica, pero sempre exentos de carbonato cálcico. Ocupan os cumios das montañas e as súas ladeiras, sendo neste último caso de pouca profundidade cando aséntanse sobre rocha compacta e máis profundos sobre granito, nos casos de alteración profunda da rocha. O horizonte orgánico é moi variable en espesor. Este horizonte diferénciase en moitos casos dunha capa constituída por restos vexetais arbóreos sen descompoñer ou por substancia moi resistentes á humificación, como é o caso dos residuos procedentes das ericáceas. Segue en profundidade con horizonte A_0 constituído por materia orgánica sen mesturar con materia mineral, a excepción de areas lavadas de cuarzo e carente case por completo de partículas finas. O horizonte A_1 cando individualízase, é máis potente que o anterior, perdendo poucas veces a súa granulación areosa predominante. Por mor desta granulación os chans drenan con facilidade, aínda que polo seu elevado contido en materia orgánica, de gran poder de retención, fai que sexan necesarias grandes cantidades de auga para que exista drenaxe permanente. Por outra parte, a rocha compacta de granito impide a drenaxe vertical do chan, producíndose unha drenaxe oblicuo ou lateral que impide unha evolución do perfil a formas máis maduras.

2.6. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓXICAS

En xeral pódese afirmar que o clima é a resultante da combinación de tres factores que son a altitude, a proximidade ao mar e o relevo. A influencia atlántica é patente en toda a zona litoral galega, se ben, nas Rias Baixas adquire un matiz mediterráneo, como o demostra o irregular réxime pluviométrico e o período de seca estival con relación ao resto do ano.

O estudo climático é un aspecto fundamental para determinar o tipo de chan e a cuberta vexetal, influíndo na vexetación tanto no que concirne á produción como na repercusión e limitacións que supón para as especies que prefiren instalarse na zona obxecto do proxecto.

2.6.1. Características xerais

O clima da zona, como o de tódalas Rías Baixas, está determinado pola existencia dunha forte influencia das correntes cálidas mariñas. Isto confírelle un certo carácter mediterráneo dentro do tipo oceánico.

Estamos ante unha zona atlántica, cun réxime de temperaturas suaves e abundantes precipitacións. A temperatura media anual é arredor dos 15°C, variando entre uns 5°C no mes máis frío e uns 25°C no mes máis cálido.

As precipitacións son elevadas e hai un máximo a finais de outono-inverno e un mínimo estival moi acusado.

Trátase dun clima temperado e moi chuvioso en inverno. As súas temperaturas mínimas son baixas e hai escasas xeadas.

2.6.2. Datos da estación – Lourizán

Humidade relativa e temperatura	Máxima	Mínima	Media	Unidade
Temperatura de Orballo	15,6	6,4	10,8	ºC
Temperatura máxima do aire	34,5	17,7	25,6	ºC
Temperatura media do aire	19,3	9,1	14	ºC
Temperatura mínima do aire	10,8	0,2	4,5	ºC
Humidade relativa máxima media	96	88	92,5	%
Humidade relativa media	91	76	82,9	%
Humidade relativa mínima media	71	46	57,7	%
Temperatura media das máximas	26,1	14,1	19,3	ºC
Temperatura media das mínimas	15,1	5,4	9,9	ºC
Horas de Frío (Base 7 ºC)	186,5	0	70,2	h
Días de xeada	0	0	0	Días

Vento	Máxima	Mínima	Media	Unidade
Refacho	20,2	8,5	14,4	m/s
Velocidade do Vento	1,7	1,1	1,3	m/s
Dirección do Refacho	301	51	220,2	Graos
Dirección do vento predominante	315	135	240	Graos

Chuvia	Máxima	Mínima	Media	Unidade
Chuvia	402,8	24,2	160,8	L/m2
Balance hídrico	351,2	-121,5	77,8	L/m2
Días de chuvia >=0.1 mm	26	7	17,2	Días

Días de chuvia >=1 mm	21	4	12,7	Días
Días de chuvia >=10 mm	14	0	5,6	Días
Días de chuvia >=30 mm	6	0	1,2	Días
Días de chuvia >=60 mm	1	0	0,2	Días
Acumulado anual de Chuvia		1930		L/m2
Acumulado anual de Días de chuvia >=0.1 mm		207		Días

Parámetro	Máxima	Mínima	Media	Unidade
Irradiación Global Diaria	2201	387	1312,5	10kJ/(m2.día)
Horas de Sol	272,3	66,7	166,1	h
Insolación	59	24	43,3	%
Presión Barométrica	1015,1	999,9	1011	hPa
Presión reducida ao nivel do mar	1022,3	1006,9	1018	hPa
Acumulado anual de Horas de Sol		1993,5		h

2.7. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓXICAS

As características tectónicas e morfolóxicas do noso país e os seus trazos climáticos, pluviométricos en particular, son os grandes factores que condicionan a nosa rede hidrográfica.

As precipitacións abundantes, notablemente reforzadas en ocasións pola altitude e pola orientación son as circunstancias que posibilitan a existencia dunha ampla rede fluvial, constituída por ríos e regatos.

Ademais, as choivas constitúen a única fonte de alimentación dos ríos. Estes contan cun réxime de tipo pluvial atlántico ou oceánico, caracterizado pola abundancia e regularidade dos caudais altos en invernos e moderado estiaxe nos meses de verán.

Os ríos das Rías Baixas están sometidos a notables influencias mediterráneas.

O sistema hidrográfico de Galicia pódese dividir nas seguintes unidades de drenaxe fluvial:

- Conca Miño-Sil: delimitada por releves do Xistral, Cordal Galego, Queiza e San Mamede.
- Ríos atlánticos: cunha orientación W-SW moi ben definida e limitada polos releves do Cordal.
- Ríos cantábricos: con punto de partida os releves do Xistral e Os Ancares.
- Ríos do arco ártabo: vertendo as súas augas na zona norte atlántica.
- Sistema fluvial meridional: constituído pola Limia e os afluentes do Douro.

O sistema de drenaxe galego, coa distribución que acabamos de nomear, podíase interpretar como un fluxo de auga que vai fundamentalmente cara occidente, como consecuencia da tendencia da meseta central que bascula nesa dirección, isto fai que a maior parte da drenaxe peninsular oriéntese nese sentido.

O río inclúese dentro da unidade hidrográfica dos ríos atlánticos, desembocando no río Lérez, o cal a súa vez verte as augas á Ría de Pontevedra. Estes ríos atlánticos caracterízanse pola forte pluviosidade que reciben e por tratarse de ríos de curto recorrido debido a que o seu nacemento acostuma a estar nos montes próximos á costa.

A única fonte de alimentación de estes ríos é a forte pluviosidade que reciben, debido á existencia de alturas relativamente importantes perto da costa, o que fai que as perturbacións climáticas do Oeste descarguen choivas intensas e duradeiras. Estas precipitacións poden superar os 2000 mm anuais por riba de releves superiores aos 400 m e poden baixar dos 1500 mm en zonas ao lado do mar.

Outra característica destes ríos atlánticos que desembocan nas Rías Baixas é a apreciable estiaxe que presentan, debido ás notables influencias mediterráneas do clima da zona.

Estes ríos, a pesares de recibir máis precipitacións que os da vertente cantábrica, debido ás temperaturas máis altas e á seca que prodúcese no verán; fai que o réxime hidrolóxico sexa menos homoxéneo que nos cantábricos.

2.7.1. Descrición da conca

Denomínase conca vertente ou conca de drenaxe a unha zona da superficie terrestre na cal a auga procedente das precipitacións caídas sobre ela diríxese cara un mesmo punto de saída.

A conca vertente recolle a precipitación e a transforma en escorreduras dependendo das súas características morfolóxicas, topográficas, edáficas e de vexetación.

Xeralmente a conca coincide coa topográfica. Sen embargo, asociada a esta conca superficial, debido á infiltración, existe unha conca subterránea que non sempre é proxección vertical da anterior.

O trazado do límite dunha conca faise empezando pola desembocadura e seguindo os puntos máis elevados ata pechar completamente o circuíto. Tendo en conta a capa freática, é posible que o límite dunha conca non sexa a liña de crista que separa as dúas vertentes, se non mais ben, aquela que permanece definida polas elevacións máis altas da copa.

CAPÍTULO 3. TOMA DE MOSTRAS

A mostraxe é o primeiro paso dunha análise química dun chan, e o máis crítico, xa que constitúe a fonte de erro máis común. O límite de exactitude está dado pola mostraxe e non pola análise. Isto sucede porque a través de poucas mostras preténdese representar a dispoñibilidade de nutrientes de miles de toneladas de chan.

Unha toma de mostra coidadosa asegura uns resultados de análise correctos e de gran utilidade xa que a análise de chans será tan boa coma a calidade das mostras tomadas, pois a mostra enviada ao laboratorio representa millóns de quilogramos de chan. Polo tanto un dos aspectos máis importantes para que o resultado dunha análise teña validez é que este se realice sobre unha mostra que represente adecuadamente ao chan en estudo.

A precisión e exactitude dunha mostraxe tamén dependen do número de mostras. Canto maior é a cantidade de mostras que se tomen, máis representativa do lote, parcela ou campo será a mostra total.

Debido á diversidade de ambientes naturais e aos distintos obxectivos nos análises de chans, non existe unha metodoloxía única para a toma de mostras. Por isto realizouse un compendio de normas básicas para obter mostras representativas da zoa de estudio.

Os pasos a seguir para unha correcta mostraxe son:

1. Delimitación de Áreas
2. Época de Mostraxe
3. Material a Utilizar
4. Toma de Mostra
   - 4.1 Nº de Submostras
   - 4.2 Profundidade
   - 4.3 Recorrido
   - 4.4 Procedemento, peso- tamaño
5. Identificación
6. Precaucións

3.1. DELIMITACIÓN DA ÁREA

A zona a mostrear débese dividir en áreas uniformes, para elo é necesario percorrer a zona e facer un plano ou esbozo sinxelo das superficies máis ou menos homoxéneas. Tanto as diferencias naturais (figura 1) como son o relevo, a erosión, a cor, a vexetación e as diferencias de usos como son o tipo de labranza, fertilizacións, rotacións, tipos de cultivo; débense ter en conta.

Hai que evitar tomar mostras en lugares contaminados, áreas recentemente fertilizadas, preto de casas, salgadoiros, silos, camiños, canles ou lugares onde se almacenen produtos químicos ou materiais orgánicos, ou en lugares onde houbo queimas recentes. Se existen zonas con problemas localizados hai que considerar estas individualmente.

3.2. ÉPOCA DE MOSTRAXE

A época ou frecuencia da mostraxe depende do uso que se vaia a realizar do chan e dos obxectivos das análises químicas del.

O momento ideal para esta labor é cando se dispón de suficiente tempo para efectuar unha boa mostraxe. Non obstante, pode facerse en calquera época do ano. Aconséllase mostrear sempre nas mesmas épocas para así lograr chegar a conclusións máis acertadas.

3.3. MATERIAL A UTILIZAR

Para a toma de mostras sóense empregar palas ou barrenos (figura 3.1). Os barrenos resultan máis prácticos xa que sacan mostras máis uniformes, son rápidos e causan menos dano á superficie do terreo. A única desvantaxe é que non son moi útiles en chans moi secos, compactos o con moito material rochoso.

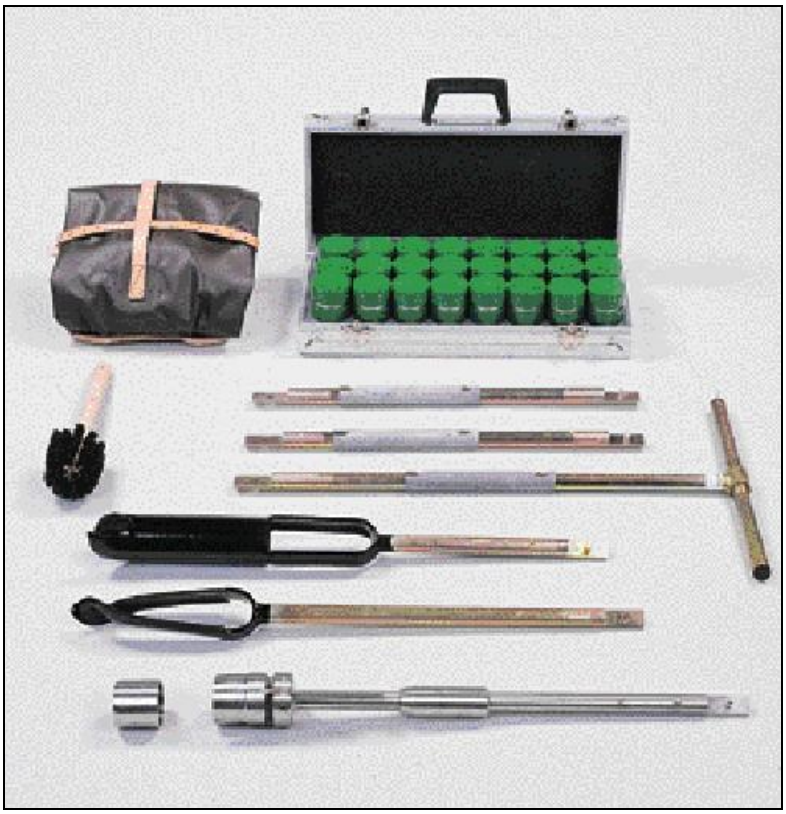


Figura 3.1. Mostreador

3.4.TOMA DE MOSTRAS

Este proceso consiste nunha serie de pasos como son definir o número de mostras e submostras, determinar la profundidade á que se toman, o percorrido para a toma de mostras, o seu peso e tamaño e o procedemento para tomalas.

3.4.1. Número de mostras e submostras

O número de mostras depende por un lado, da variabilidade do terreo: Nun terreo plano a mostra pode representar arredor de 10 ha, mentres que nun terreo ondulado ou inclinado a mostra de chan representaría 5 ha.

Por outro lado depende do uso do chan. En xeral para cultivos extensivos (Cultivos e Prados) a superficie a representar por cada mostra deberá ser de entre 20 a 50 has en función da homoxeneidade do terreo. Para cultivos intensivos (Quintas, Frutais, Hortas) a superficie a representar por cada mostra deberá ser de 1 ha ou 1 parcela.

En cuanto ao número de submostras, o mínimo pode ser entre 15-20 e o ideal entre 30-40 submostras.

A exactitude e a precisión d mostraxe, é dicir, a calidade do mesmo, depende do número de submostras que se tomen en cada lote.

No seguinte gráfico preséntanse os intervalos de confianza (é dicir, en cantas ppm pode variar o valor real do lote respecto do que estamos medindo) para P dispoñible medido na profundidade de 0-20 cm. Obsérvase que cando se toman soamente 5 submostras nun lote, o resultado da análise estará nun rango de (+ 9 ppm) respecto o verdadeiro valor do lote, polo tanto, non é aceptable para realizar recomendacións de fertilización. En cambio, cando se recolectan 20 submostras, o intervalo de confianza redúcese a (+-1,5 ppm), o cal representa un grado de precisión razoable.

Dada a tendencia asintótica da curva, non se xustifica a recolección de máis de 20 submostras, xa que lógranse moi pequenos incrementos no nivel de precisión. Cabe destacar que o número de mostras a tomar practicamente non varía co tamaño do lote, a menos ata unha superficie de arredor de 50 has, pasada a cal é recomendable dividir o lote en dous ou máis fraccións que non sobrepasen esta superficie.

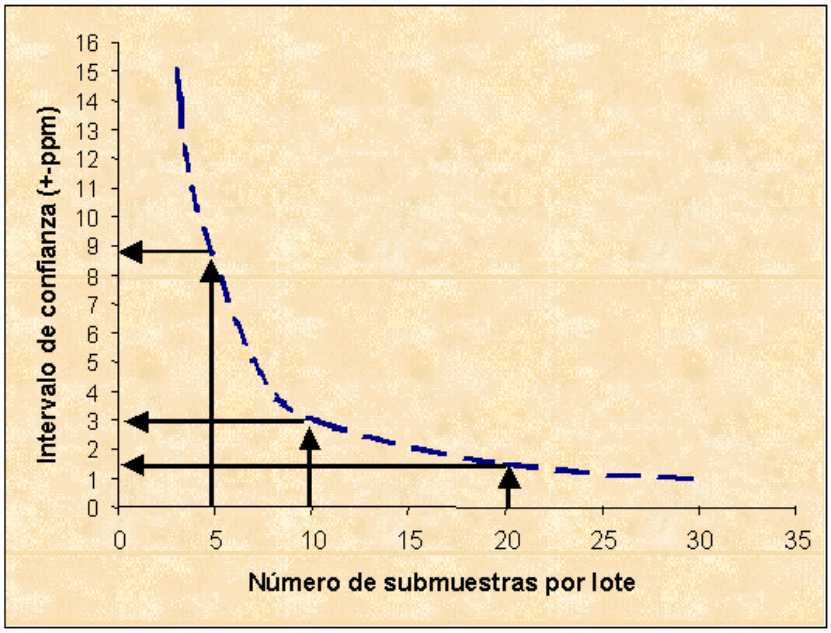


Figura 3.2. Precisión da análise de P dispoñible en relación ao número de submostras recolleitas no lote

3.4.2. Profundidade

As condicións de humidade do terreo son importantes á hora de tomar a mostra posto que cando o chan atópase preto á Capacidade de Campo é cando a extracción da mostra se facilita. Por elo non se debe mostrear despois de unha choiva ou rego abundante. Débese esperar sempre entre 2 e 3 días, é dicir, que o solo debe estar húmido, pero non saturado nin barroso.

En canto á profundidade habería que considerar o seguinte:

TERRENO – USOS DEL LOTE – OBJETIVO DEL ENSAYO	PROFUNDIDAD
Praderas y Terrenos con cesped	0 a 10 ó15 cm
Cultivos con Labranza Tradicional Para conocimiento de Fertilidad en general Para Recomendación de Fertilización (Presiembra o en Cultivo). Praderas - Soja	sólo capa arable: 0 a 15-20 cm
Cultivos con Labranza Tradicional Trigo - Maíz - Girasol - Sorgo - Verdeos	1 capa: 0-20 cm 2 ó 3 capas:0-20 / 20-40 / 40-60cm (consultar en cada caso)
CULTIVOS con SIEMBRA DIRECTA Para estudios de rutina Para estudios detallados	Igual a Labranza tradicional 3 capas: 0-5 / 5-20 / 20-40 cm
FRUTALES Y FORESTALES	suelo y subsuelo en 2 ó 3 capas: 0-30 / 30-60 cm ó 0-20 / 20-40 / 40-60 cm u otros intervalos de interés

Táboa 3.1. Profundidades para a mostraxe

A profundidade de mostraxe está determinada polo nutriente ou propiedade do chan que se pretende cuantificar.

Así, a materia orgánica e o pH mídense habitualmente en capa superficial (0-20 cm) xa que é a profundidade onde exercen maior influencia.

Para o fósforo tamén recomendouse a profundidade de 0-20 cm. A profundidade de 20-40 cm non mellora a correlación co crecemento e a resposta á fertilización.

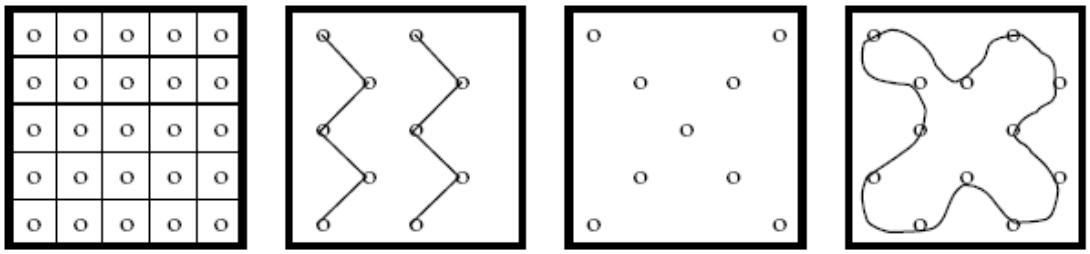
Con respecto aos nutrientes móbiles, os métodos de diagnóstico consideran en xeral o nitróxeno en capas profundas, pero non sempre recorren a medilo, se non que o estiman a partires do contido en capa superficial de chan.

A mostraxe profunda tamén presenta inconvenientes. En primeiro lugar, a compactación no barreno e a mestura de horizontes poden levar a cometer un grave erro. Por outra parte, a absorción de Nitróxeno pode ter unha correlación máis alta coa dispoñibilidade a 0-30 cm que con 0-60 cm, e o Nitróxeno por debaixo dos primeiros 30 cm non afecta tanto a recomendación como o que se atopa nos primeiros 30 cm.

En canto ao xofre, caben similares consideracións que no caso do nitróxeno.

3.4.3. Percorrido

O percorrido a efectuar na toma de mostras é de acordo a algún dos seguintes esquemas, tomando submostras en cada punto:



Cuadrícula Zig - Zag Diagonal Sinuosa

Existen diferentes maneiras de recorrer unha área co obxectivo de obter unha mostra representativa.

A máis sinxela consiste en recorrer a área ao azar, recollendo submostras que logo son mesturadas para formar unha mostra composta que é enviada ao laboratorio (Figura 3.3.). O inconveniente deste tipo de mostraxe é que frecuentemente non se ten en conta la variabilidade existente en cabeceiras e sectores non homoxéneos do lote.

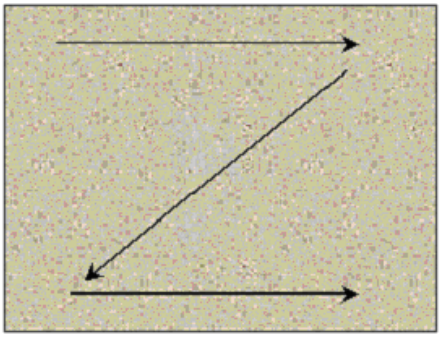


Figura 3.3. Mostraxe ao azar

Outro plan de mostraxe consiste en dividir o campo en subunidades homoxéneas (por exemplo loma e baixo), dentro das cales tómanse mostras compostas ao azar, evitando cabeceiras e calquera desuniformidade que poda aparecer na área. Este tipo de mostraxe é coñecida como mostraxe ao azar estratificado (Figura 3.4.).

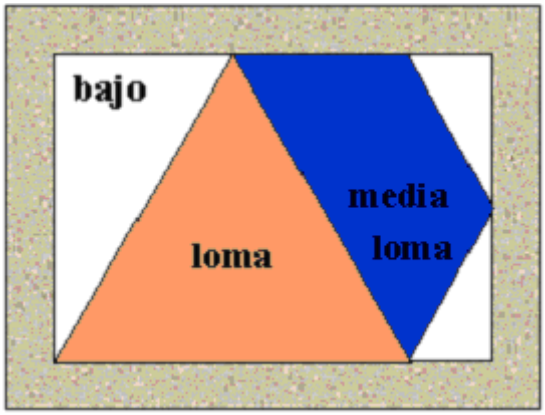


Figura 3.4. Mostraxe ao azar estratificado

Unha variante é a mostraxe en áreas de referencia (Figura 3.5.), que consiste en mostrear intensamente un sector homoxéneo do lote, que se asume representativo do lote completo. Estes dous últimos tipos de mostraxe son os máis adecuados para facer recomendacións de fertilización a campo, cando non se realizará una aplicación variable de fertilizantes.

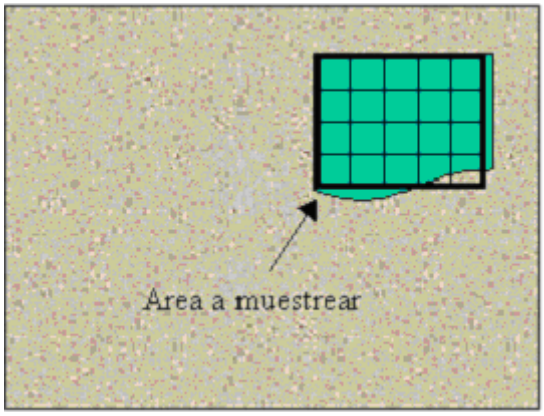


Figura 3.5. Mostraxe en áreas de referencia

O tipo máis intensivo de mostraxe é a mostraxe en grella (Figura 3.6.). Nela, as mostras son tomadas a intervalos regulares en tódalas direccións, analizándose por separado. É moi preciso e reflexa a variabilidade do lote, pero non sempre o retorno económico derivado de unha mellor fertilización alcanza para xustificar o costo deste tipo de mostraxe.

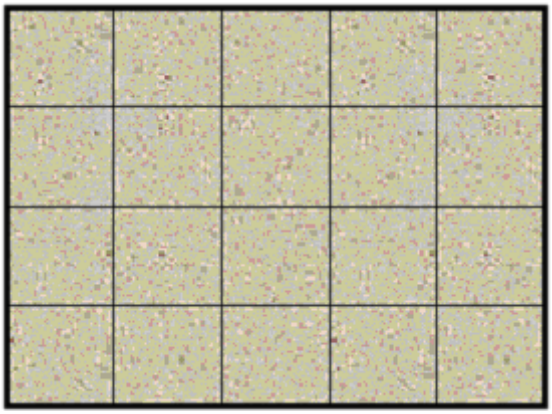


Figura 3.6. Mostraxe en grella

3.4.4. Procedemento, peso- tamaño

En cada punto elixido, elimínase a cobertura vexetal, límpase a superficie do solo descartando todo o que sexa restrollos, restos de céspede, pedras, raíces grosas, etc.

Cunha pa efectúanse cortes, (indicados na figura), ata uns 15-20 cm de profundidade. Cávase unha primeira palada (facendo un burato en forma de V) que descártase, e logo una segunda palada de aproximadamente 3 cm de grosor e á profundidade desexada,

descártanse os bordes mediante un corte a coitelo e transfírense aproximadamente 100- 200g de chan a un balde ou bolsa grande.

Se se utilizan barrenos, introdúcense ata a profundidade desexada e sácase directamente, colócanse as submostras nunha bolsa grande ou un balde.

Figura 3.7. Procedemento de mostraxe

As ferramentas deben limparse despois de tomar cada submostra.

Xúntase o material das submostras, mestúranse e homoxeneizan ben, esmigállanse os terróns hasta un tamaño aproximado de 1 cm.

Por último embólsase e identifica.

3.4.5. Identificación

As mostras son envasadas en bolsas de plástico que etiquétanse. Ás veces é conveniente utilizar dobre bolsa plástica para evitar posibles roturas durante a manipulación da mesma.

Para identificar a mostra débese anotar na etiqueta:

- Nome do proxecto
- Ubicación xeográfica
- Data de toma
- Número de mostra
- Observacións e outros datos relevantes

Finalmente, conservar a mostra en lugar fresco e enviala o antes posible ao Laboratorio, onde se preparará para os posteriores análises. Canto menos tempo transcorra, máis fidedignos serán os resultados.

3.4.6. Precaucións

Precaucións e normas xerais a ter en conta:

- Evitar mostrear chans moi mollados
- A época de mostraxe soe ser de 20 a 25 días antes de sementar.
- A profundidades maiores de 5-20 cm / 20-40 cm / 40-60 cm, convirá quitar ou separar a terra que teña caído de máis enriba para non contaminar as submostras.
- Se en cultivos anteriores realizáronse fertilizacións en banda e aínda se diferencian as liñas de cultivo e onde se aplicou o fertilizante, convirá tomar a mostra a unha distancia equidistante entre as liñas dos cultivos ou as bandas de fertilización.
- Ter especial coidado de non mesturar as mostras de diferentes profundidades.
- Non enviar ao Laboratorio mostras con pesos superiores a los 500 gramos, xa que isto dificultaría en parte o procesamento no mesmo.
- É moi importante coñecer a historia do campo e ter en conta as seguintes pautas:
  - Os chans cultivados son máis variables que os virxes.
  - Os solos fertilizados presentan irregular distribución do fertilizante en superficie e profundidade.
  - Use bolsas plásticas novas e limpas, non de papel.
  - Non fume durante a recolección de mostras, para evitar contaminalas coas cinzas do cigarro, ricas en potasio.

Non tome mostras en áreas recentemente fertilizadas, sitios próximos a vivendas, galpóns, currais, cercas, camiños, lugares pantanosos ou erosionados, áreas queimadas, lugares onde se amontoan esterco, fertilizantes, cal ou outras sustancias que poden contaminar a mostra.

3.5. PLANIFICACIÓN DA CAMPAÑA DE CAMPO

Trala análise das prácticas teóricas para unha correcta toma de mostras planificouse a campaña de campo que mellor se axusta ás características do terreo e dos obxectivos do proxecto.

Tomáronse dous tipos de mostras:

- Mediante cilindros para a obtención de mostras inalteradas que utilízanse para determinar de forma puntual a densidade aparente do terreo, e unha vez obtido este parámetro mestúranse para formar a mostra composta.
- Mediante bolsas plásticas para obter suficiente mostra composta coa que realizar posteriormente os ensaios de laboratorio restantes.

Na táboa 3.2, xunto coa figura 3.8 móstrase a situación das devanditas mostras tomadas.

TÁBOA 3.2. LOCALIZACIÓN DAS MOSTRAS		
MOSTRA	**LONXITUDE**	**LATITUDE**
1	530270	4692147
2	530284	4692643
3	530307	4692804
4	530372	4693134
5	530184	4694003
6	530085	4694304
7	529998	4694690
8	529894	4695069
9	529970	4695414
10	529998	4695901

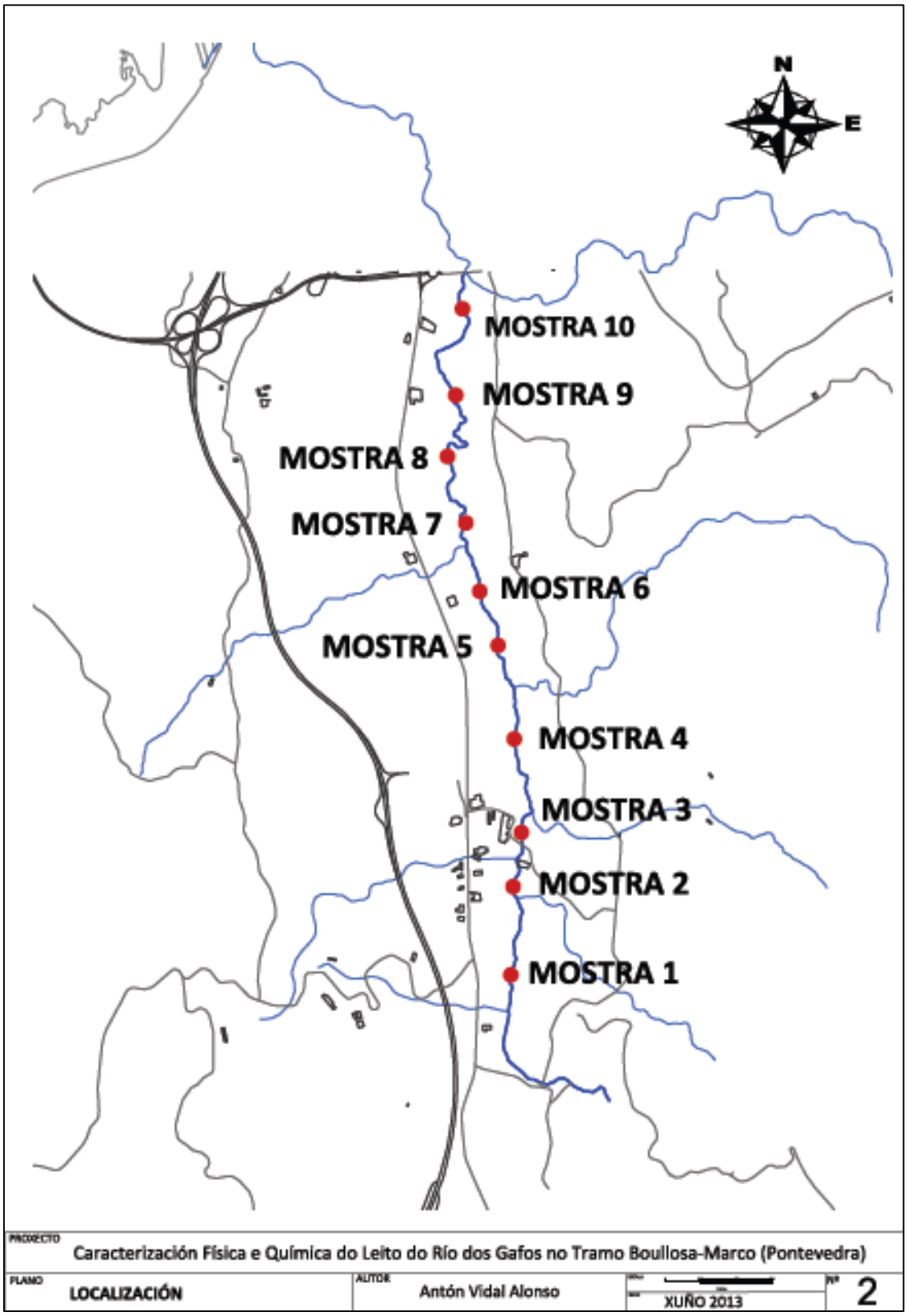


Figura 3.8. Localización das mostras

A cantidade de mostra que se tomou nas mostras cilíndricas está limitada polo volume do cilindro tomamostras que é de 100 cm^3. Para as mostras en bolsas plásticas tomáronse paladas suficientes como para obter entre 1 Kg e 1,5 Kg de mostra conxunta.

O material necesario para a toma das mostras foi:

- Cilindros con tapas para a toma de mostras inalteradas.
- Martelo.
- Pa e espátula.
- Bolsas de plástico e etiquetas.
- Neveira.

O procedemento para a toma das mostras cilíndricas foi o introducir o cilindro nos puntos sinalados e golpealo suavemente co martelo ata que ocupe totalmente o seu volume coa mostra de chan. Unha vez cheo extráese con coidado de non perder material.

No caso en que o material rebase do cilindro, córtase coa axuda da espátula; tápase, etiquétase e introdúcese nunha neveira para o seu posterior transporte ao laboratorio.

Para a toma da mostra composta en bolsa plástica procédese do mesmo xeito que para a toma de mostra con cilindro, pero tomando a mostra coa pa. A cantidade de mostra que se toma debe ser suficiente para realizar os ensaios, polo tanto tómase aproximadamente un quilo de mostra composta.

Figura 3.9. Toma de mostras

3.6. PREPARACIÓN DA MOSTRA

3.6.1. Material

- Estufa
- Peneira 2 mm
- Morteiro, rodete ou mazo de goma
- Balanza
- Bolsas ou frascos
- Cuarteadores de abertura adecuada ao tamaño da mostra (opcional)
- Material xeral de laboratorio (espátula, bandexas,…)

3.6.2. Recepción da mostra

Ao chegar ao laboratorio unha mostra de chan, o recepcionista debe rexistrala facendo constar como mínimo os seguintes datos:

- Data de entrada
- Nº de referencia
- Datos de identificación do peticionario: nome e dirección
- Tipo de mostra e estado no que chega (Débese facer fincapé neste punto cando se trate de mostras inalteradas; incluso recorrendo a fotografar a mesma)
- Identificación y procedencia de la mostra
- Ensaios a realizar.

3.6.3. Almacenamento das mostras

Cando se trata de mostras alteradas, o laboratorio debe dispor de un recinto pechado onde as mostras se almacenen e queden preservadas dos axentes atmosféricos.

No caso de mostras inalteradas, este recinto debe ser unha cámara húmida, a fin de evitar variacións de humidade nas mesmas. Ditas mostras non deben sufrir tampouco golpes nin manipulacións excesivas que poidan producir rotura, figuracións ou calquera outra alteración.

O cometido do recinto é dobre. Por unha parte serve para gardar as mostras unha vez recibidas no laboratorio, ata o momento da súa preparación para ser ensaiadas, e por outra parte para almacenar durante un período de un mes, o sobrante da mestura utilizada por se fora necesario a repetición dalgún dos ensaios.

No caso de mostras alteradas, a parte non utilizada débese protexer adecuadamente, para que non sufra variacións de humidade, e non se debe manipular innecesariamente para evitar o seu deterioro.

3.6.4. Secado da mostra

Nos ensaios en que non é preciso utilizar mostra inalterada, pero se requira un secado previo, procédese da seguinte maneira:

- Sécase a mostra alterada ou inalterada ao ar, en estufa ou por medio de secadores con circulación de aire frío ou quente, pero sempre a menos de 60ºC, ata que a mostra pódase desfacer por medio do morteiro ou do mazo de goma.
- Si a mostra sécase a ar, débese colocar estendida sobre unha lona, nunha bandexa ou ben sobre o chan do laboratorio, coa precaución que estean ben limpos e con coidado para que a mostra non se contamine con outra preto ou outros materiais.
- Unha vez secada a mostra, esmigállase o material que a compón, desfacendo os terróns de chan por medio do morteiro ou mazo de goma.

Figura 3.10. Secado das mostras

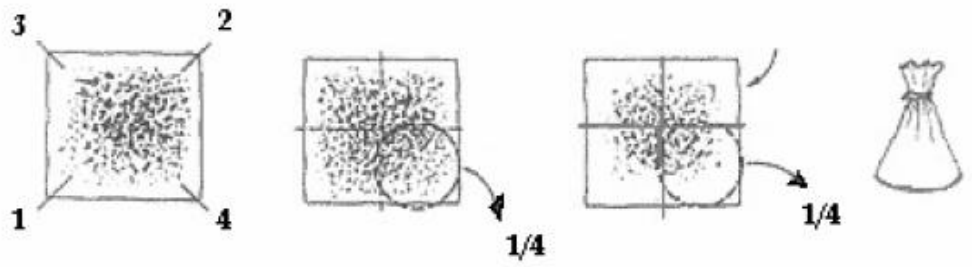
3.3.4. Realización do cuarteo dunha mostra

Divídese a mostra en dous porcións aproximadamente iguais, mediante os cuarteadores adecuados, e repítese a operación con cada unha delas, e así sucesivamente ata obter a cantidade de chan que se precisa. O sobrante gárdase en sacos debidamente etiquetados e identificados.

Se non se dispón de cuarteadores ou de abertura inapropiada colócanse dous barras de aceiro no chan do laboratorio, perpendicularmente entre si, e sobre elas colócase, centrada, unha lona. Vértese a mostra sobre esta na zona central.

Levántanse simultaneamente ambas barras do chan e a mostra queda dividida en catro partes, practicamente iguais. Destas catro partes fanse dous reunindo as situadas en cuadrantes opostos, e gárdanse as outras dos en sacos debidamente etiquetados e identificados.

Cando a cantidade de mostra é apropiada para elo, pódese operar directamente, encima dunha mesa de laboratorio ou similar, cunha paleta ou espátula, seguindo un criterio análogo ao descrito no apartado anterior.



CAPÍTULO 4. PROPIEDADES FÍSICAS

4.1. ANÁLISE GRANULOMÉTRICO POR PENEIRADO

A finalidade da análise granulométrica é obter a distribución por tamaño das partículas nunha mostra de terreo, é dicir, determinar a porcentaxe en peso de cada unha das partículas de distinto tamaño que forman o terreo para poder clasificalo.

Para separar as distintas fraccións granulométricas: arxila, limo, area e grava é necesario establecer os límites entre cada unha delas. Na táboa seguinte preséntanse dúas clasificacións.

FRACCIÓN		SISTEMA AMERICANO (mm)	SISTEMA INTERNACIONAL(mm)
Grava		> 2.0	> 2.0
Area	moi grosa	2.0-1.0	-------
	grosa	1.0-0.5	2.0-0.20
	media	0.5-0.25	--------
	fina	0.25-0.10	0.20-0.02
	moi fina	0.10-0.05	--------
Limo		0.05-0.002	0.02-0.002
Arxila		< 0.002	< 0.002

Táboa 4.1. Clasificacións granulométricas.

Para a análise dos graos grosos (maiores de 0.080 mm) emprégase ou Método Mecánico ou Granulometría por Peneirado, pero cando trátase de graos finos (menores de 0.080 mm) este non é moi preciso, polo que se debe completar ou método co de sedimentación como son o da Pipeta de Robinson ou o Hidrómetro de Bouyoucos, ambos baseados na lei de Stokes.

Os resultados preséntanse como unha gráfica (Figura 4.1). Nela represéntase en ordenadas a porcentaxe de chan que pasa por cada paneira e en abscisas o tamaño das partículas. A escala do % de material é normal e a do tamaño de gran é logarítmica.

A representación polo tanto é semilogarítmica xa que se dispón de maior amplitude nos tamaños finos e moi finos, que en escala natural resultan moi comprimidos.

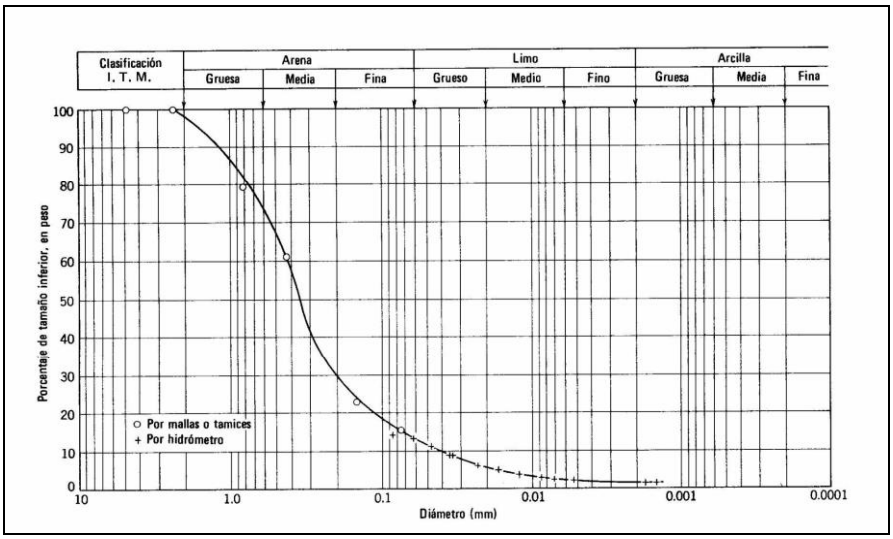


Figura 4.1.Curva Granulométrica.

A forma da curva dá idea inmediata da distribución granulométrica do chan; un chan constituído por partículas dun só tamaño estará representado por unha liña vertical, unha curva moi tendida indica gran variedade en tamaños, é dicir, un chan ben graduado.

Para obter a distribución dos tamaños grosos empréganse peneiras normalizadas e numeradas, dispostos en orde decrecente. Pódese usar a norma UNE (española) e a ASTM (americana). A norma americana usa polgadas para a serie máis grosa e números para a máis fina. A norma española usa mm.

4.1.1. Material

- Xogo de peneiras normalizadas (20; 12,5; 10; 6,3; 5; 2; 1,25; 0,40; 0,160 y 0,080 mm) ordenados en orde decrecente con tapa no fondo.
- Un morteiro con manilla, que teña a parte inferior de goma, e/ou un mazo do mesmo material.
- Un cepillo e unha brocha, para limpar as mallas das peneiras.
- Balanza con capacidade de 3 kg y precisión de 1 g.
- Opcionalmente:
- Estufa de desecación, con temperatura regulable ata 115°C,
- Cuarteadores de diferentes pasos.
- Peneiradora mecánica.

4.1.2. Procedemento

Homoxenéizase coidadosamente o total da mostra en estado natural.

Redúcese por cuarteo a cantidade de mostra necesaria para obter unha mostra representativa para a realización do ensaio. Na táboa móstranse valores que poden servir de orientación da cantidade de mostra a tomar en función do tamaño máximo da partícula de chan.

Tamaño máximo da partícula de terreo en mm	Cantidade mínima que debe quedar na peneira de 2,00 mm
10	500 g
20	1 000 g
25	2 000 g
40	3 000 g
50	4 000 g
80	5 000 g
100	8 000 g

Táboa 4.2. Tamaño de mostras.

A mostra sécase ao aire a temperatura ambiente ou en estufa a unha temperatura inferior a 60°C, ata que aquela póidase desfacer por medio do morteiro ou mazo de goma., tratando de evitar romper as súas partículas individuais.

Determínase a súa masa (Mt) cunha precisión de 1 g e anótase.

Pásase a mostra pola columna de peneiras ata que pasen todas as partículas que realmente sexan inferiores á abertura do peneira. Débese mover o peneira ou peneiras dun lado para outro e percorrendo circunferencias, de forma que a mostra mantéñase en movemento sobre a malla. Débese comprobar ao desmontar as peneiras, que a operación terminou. Para iso procédese con cada peneira individualmente.

En determinados casos é necesario lavar o material groso retido para que se separe o material fino adherido a este. En tales circunstancias, e unha vez lavado sobre esa peneira, recóllese devandito material fino, se decanta e se deseca en estufa ata masa constante. Déixase que se arrefríe nun desecador para que se equilibre a súa temperatura, e agrégase á fracción que pasa pola peneira.

Pésanse as fraccións de material retidas en cada peneira xunto con el e anótanse; para rematar pésase o pasante retido na tapa.

Unha vez terminado o ensaio débese limpar coidadosamente cada malla.

4.1.3. Cálculos

A partires do peso da mostra inicial (Mt), dos pesos obtidos e dos pesos das peneiras determínase:

- Peso retido en cada un deles: P_R
- A porcentaxe retida en cada peneira: % R = (P_R) /Mt * 100
- A porcentaxe retida acumulada como a suma acumulativa das porcentaxes retidas nas mallas.
- A porcentaxe que pasa, restando ao 100% a porcentaxe retida acumulada.

Debúxase a curva granulométrica.

Pódense calcular unha serie de parámetros:

- Diámetro eficaz D_{10}: O diámetro ao que corresponde o 10% da curva granulométrica.
- Tamaño onde pasa el 30% de la mostra: D_{30}
- Tamaño onde pasa el 60% de la mostra: D_{60}
- Permeabilidade: $K = 100 * D_{10}^2$
- Coeficiente de uniformidade, o cal é unha medida da gradación do terreo: $C_u = D_{60} / D_{10}$ o
- Coeficiente de curvatura, é un dato complementario para definir a uniformidade da curva: $C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} * D_{10})$

4.2. TEXTURA. MÉTODO DO DENSÍMETRO DE BOUYOUCOS

A textura dun chan é unha propiedade física permanente, que se refire á expresión porcentual das fraccións granulométricas: area, limo e arxila.

A combinación das 3 fraccións do chan determínanos unha clase textural. As clases texturais son agrupamentos onde as propiedades dependentes da textura presentan un comportamento homoxéneo. Normalmente indícanos o grupo de partículas preponderantes. As clases texturais dentro do sistema do USDA son 12 e dispóñense nun triángulo.

A textura dun chan pode determinarse por diferentes métodos de laboratorio e todos eles baséanse na individualización das partículas para poder medir o seu diámetro. O

maior problema da análise textural en laboratorio é a separación dos agregados do chan nas súas unidades primarias. Para separar as partículas recórrese á dispersión (química, mecánica, ultrasonido...).

Doutra banda existen axentes que ligan ou cementan ás partículas e causan erro nas medidas, como son a materia orgánica e o carbonato de calcio, e que polo tanto convén eliminar.

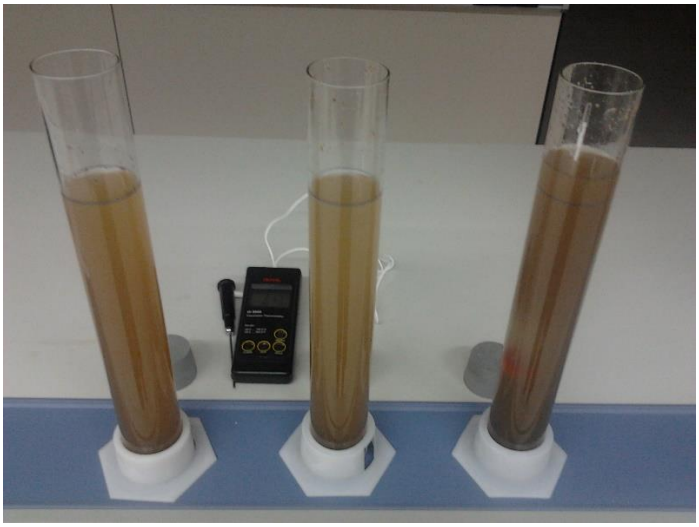


Figura 4.2. Método do densímetro de Bouyoucos

A textura determínase a partir da velocidade de sedimentación das partículas en suspensión segundo a lei de Stokes, que descubriu a relación entre o radio e a velocidade de caída dunha partícula que sedimenta baixo a influencia da gravidade, nun fluído de densidade e viscosidade coñecidos, sendo a súa fórmula:

$$V = \frac{2g(dp - df)\cdot r^2}{9n}$$

V= Velocidade de caída ($cm.s^{-1}$)

g= Aceleración da gravidade ($cm.s^{-1}$)

dp= Densidade de partículas ($g.cm^{-3}$)

df= Densidade do fluído ($g.cm^{-3}$)

n= Viscosidade do fluído ($g.cm^{-1}.s^{-1}$)

r= radio aparente de la partícula (cm)

Supoñendo constates a aceleración da gravidade, a densidade do sólido e do fluído e a viscosidade do medio, quédanos que:

$$v = k \cdot r^2$$

Se tomamos un espazo recorrido similar para tódalas partículas, quédanos que o tempo para recorrer ese espazo é inversamente proporcional ao radio aparente da partícula en cuestión. Desta forma calcúlanse os tempos de lecturas para as distintas fraccións granulométricas:

$$t = \frac{1}{2k \cdot r}$$

As técnicas máis utilizadas na determinación da textura por sedimentación son dúas: O método do hidrómetro ou de Bouyoucos e o método da pipeta Robinson. Neste manual descríbese o Método do Hidrómetro. O hidrómetro mide a densidade do medio, que varía directamente coa cantidade de partícula que ten en suspensión. É unha técnica rápida, xa que a mostra non presenta pretratamentos, simplemente ten unha dispersión química por calgón e unha dispersión física violenta por medio de batidor.

Os resultados deste método son adecuados, sempre que os chans non sexan nin orgánicos, nin calizos, nin salinos, é dicir, non sexan ricos en coloides non texturais, nin en elementos floculantes, que non se eliminan neste método. Se hai moita materia orgánica ou alto contido de carbonato de calcio, poden aparecer os pseudo-limo e pseudo-areas. Os límites críticos nos cales os valores de textura son confiables danse en chans con menos de 5% de materia orgánica e menos do 5% de carbonato de calcio.

4.2.1. Material

- Hidrómetro de Bouyoucos con escala de 0-60g/L.
- Probetas de 1000cm^3 ou Cilindro de Bouyoucos.
- Termómetro con escala entre -10ºC y 110ºC.
- Axitador de man.
- Cronómetro.
- Reactivos:
  - Auga destilada
  - Auga oxixenada
  - Solución dispersante: 35,7 g de Hexametafosfato de Na con 750 mL de auga á cal engádese 94g de carbonato sódico e complétase ata 1L con auga.

4.2.2. Procedemento

Pésanse 60 g de terreo secado ao aire, peneirado en malla de 2 mm.

Colócanse 60 g desta mostra nun vaso de precipitados de 1l ou nun cilindro de Bouyoucos.

Engádese 100 ml de solución dispersante e engádese auga ata 800 ml. Axítase durante 5 minutos e complétase ata 1 L .

Homoxeneizase mediante un axitador de man operando durante un minuto.

Introdúcese o densímetro e comézase a tomar os tempos anotando a medida aos 40 s.

Anótase tamén a temperaturas. Esta medida corresponde ás arxilas e limos.

Espéranse 2 horas dende o comezo da axitación e vólvese a anotar a medida do densímetro e da temperatura. Esta medida corresponde ás arxilas.

Para facer unha lectura, colocar o hidrómetro dentro da probeta 20 s antes do momento da determinación, coidando de alterar o menos posible a suspensión.

Logo de facer cada lectura sácase o hidrómetro, lávase, sécase.

4.2.3. Cálculos

- Anótanse os datos obtidos no estadillo:

  P: Peso da mostra

  L_{40}: Lectura aos 40 segundos

  L_2: Lectura ás 2 horas

  T_{40}: Temperatura aos 40 segundos

  T_2: Temperatura ás 2 horas

- As lecturas do hidrómetro hai que corrixilas para unha temperatura de referencia de 20º C, para elo súmase 0.36 por cada grao centígrado arriba de esta ou réstaselle a mesma cantidade por cada grao abaixo de devandita temperatura.

  A corrección a realizar en cada lectura será:

$$Fc_{40} = (T_{40} - 20)* 0.36$$

$$Fc_2 = (T_2 - 20)* 0.36$$

Polo que as lecturas corrixidas serán:

$$LC40 = L40 + Fc40$$

$$LC2 = L2 + Fc2$$

- Determínase a % das tres fracciones:

% limo + arxila:	%L+Ac: LC_{40} * 100 / P
% arxila:	%Ac = LC_2 * 100 / P
% limo:	%L =%L+Ac - %Ac
% area	% A = 100 - %L+Ac

4.3. DENSIDADE APARENTE DUN TERREO. MÉTODO DO CILINDRO

A finalidade trala realización deste ensaio, será a obtención dos valores da densidade aparente dun chan.

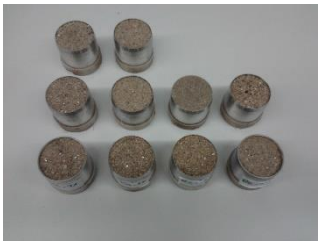
No chan, como en calquera outro corpo físico, a densidade defínese como a masa por unidade de volume. Agora ben, dado o seu carácter poroso, convén distinguir entre a densidade dos seus compoñentes sólidos e a do conxunto do terreo, incluíndo os ocos, por iso referirémonos a dous tipos de densidade, a densidade real e a aparente.

A densidade aparente (Da) reflicte a masa dunha unidade de volume de terreo seco e non perturbado, incluíndo o espazo poroso para que inclúa tanto á fase sólida como á gasosa englobada nela. O tamaño e organización das partículas si afectan á densidade aparente, a diferenza da densidade real.

Para establecela débese tomar un volume suficiente para que a heteroxeneidade do chan quede suficientemente representada e o seu efecto atenuado.

4.3.1. Material

- Cilindro de aceiro con tapas
- Balanza de precisión
- Estufa



4.3.2. Procedemento

Tomar un volume fixo de terreo sen perturbar mediante un cilindro metálico de volume coñecido, neste caso de 100 cm3, nun dos seus extremos se lle prové dunha tapadeira plástica e pésase (Pc).

Introdúcese no terreo, cravándoo completamente pero sen presionar sobre a tapa, o que pode percibirse quitándoa no último tramo da súa introdución.

Extráese do chan eliminando o sobrante do extremo que se cravou e lévase ao laboratorio.

Sécase a terra húmida na estufa a 105º C, ata que alcance peso constante; polo que se espera 24 h, que é o tempo que adoita necesitar.

Unha vez seco pésase nunha balanza de precisión (Pc+s).

4.3.3. Cálculos

- A partires dos datos:
  - Vc: Volume do cilindro 100 cm^3
  - Pc: Peso cilindro
  - Pc+s: Peso cilindro + Peso terreo seco

- Calcúlase o peso do terreo seco Ps = Pc+s - Pc

- Calcúlase a densidade aparente que ven determinada pola relación entre o peso obtido e o volume correspondente, segundo a seguinte expresión:

Da= Ps / Volume do cilindro

4.4. DENSIDADE REAL. MÉTODO ALTERNATIVO DO PICNÓMETRO

O obxectivo neste ensaio é obter o valor da densidade real dun terreo.

A densidade real emprégase para designar á densidade da fase sólida.

Existen diversos métodos para determinar a densidade real de mostras do chan, sendo o máis usado o método do picnómetro. Utilizarase un método alternativo a este.

4.4.1. Material

- Probeta de 100 ml graduada
- Balanza de precisión

4.4.2. Procedemento

Ponse unha cantidade de chan na estufa para secalo (105 °C ata peso constante).

Pésase a probeta baleira: Pp

Ponse un volume de 30 ml de chan na probeta e pésase Pp+s obtendo o peso do chan Ps.

Vértese na probeta aos poucos 30 ml de auga: Va, axitando a medida que se vai botando na probeta.

Unha vez vertido toda a auga déixase repousar 5 minutos e anótase o aforo: Vt.

4.4.3. Cálculos

- A partir dos datos medidos:
    - o Ps: Peso do terreo.
    - o Va: Volume de auga.
    - o Vt: Volume total: aforo.
- Calcúlase o volume de sólido ou volume de auga desprazada :
  Vs = Vt-Va
- Calcúlase a densidade real:
- Densidade real (Dr) = Peso do chan / Volume de auga desprazada
- Cos datos de densidade real e densidade aparente pódese determinar a porosidade total (P_0) do chan mediante a expresión:

$$P_0 = 100 \times (D_r - D_a) / D_r$$

4.5. POROSIDADE

A porosidade do chan ven representada pola porcentaxe de espazos existentes no mesmo en relación ao volume total.

A porosidade depende da textura, da estrutura e da actividade biolóxica do chan. Canto máis grosos son os elementos da textura maiores son os espazos entre eles, salvo se as partículas máis finas colócanse dentro destes ou se os cementos coloidais os obturan. Non obstante, o máis corrente é que os solos con elementos grosos presenten poros tamén grosos, e os solos limosos e arxilosos espazos moi numerosos pero de pequeno tamaño. A materia orgánica contribúe a aumentar sensiblemente a porosidade. Son polo tanto os chans coloidais os que teñen a maior porosidade.

A influencia da estrutura é tan evidente que a miúdo utilízase o valor da porosidade para dar unha idea da estrutura do chan, ademais os axentes que destrúen a estrutura diminúen a porosidade, como por exemplo o apisoado.

O terceiro factor que tende a desenvolver a porosidade é a actividade biolóxica do chan, especialmente a microfauna. Nos chans onde a actividade é intensa obsérvase con frecuencia, ao lado das pegadas do percorrido das lombrigas, un gran número de canalículos finos que resultan do traballo de pequenos insectos. Cando este tipo de poros resulta predominante dise que o chan ten unha porosidade tubular.

A porosidade constitúe o dominio natural das fases líquida e gasosa do chan, sendo a primeira a que pola súa variabilidade limita o espazo ocupado pola segunda.

Para unha correcta aireación do chan e unha boa retención de auga, e conveniente que a porosidade se sitúe entre o 40% e o 60%. Valores menores do límite inferior poden crear asfixia das raíces, contidos en auga retida moi baixos ou ambas cousas á vez. Un valor superior ao límite máximo supón unha dificultade para o contacto entre o chan e as raíces das plantas.

Unha característica asociada á porosidade é a permeabilidade ou facilidade que ten un chan para deixarse penetrar polos fluídos. Non só os valores absolutos de porosidade bastan para estimar a permeabilidade do chan se non algúns outros factores como a xeometría do sistema poroso.

A porosidade é o volume de espazos baleiros do chan e comprende a porosidade non capilar ou macroporosidade que corresponde ao volume dos poros máis grosos e a porosidade capilar ou microporosidade que corresponde ao volume dos poros capilares, a suma de ambas denomínase porosidade total.

4.5.1. Determinación da porosidade

O cálculo da porosidade total pódese facer mediante os valores dos tipos de densidade (densidade real e densidade aparente) de forma que a masa da fase sólida dun volume unitario viría expresado polo valor da densidade aparente, e o volume ocupado por esa fase sólida o definiría o cociente entre a súa masa e a densidade real da devandita fase sólida.

Masa de chan nun metro cúbico = *da* Mg

Volume ocupado pola masa anterior = *da/dr* m^3

Volume de poros en un metro cúbico de chan = *(1- da/dr)* m^3

A porcentaxe da porosidade virá expresado por:

$$P = 100\ (1- da/dr)\ \%$$

Sendo *da* e *dr* os valores de densidade aparente e real respectivamente, e P a porcentaxe de espazos do chan ou horizonte considerado.

A porosidade total calcúlase, indirectamente, a partires dos valores das densidades real e aparente, mediante a fórmula:

$$P_0 = 100 \times (D_r - D_a) / D_r$$

Onde a porosidade ven expresada en tanto por cento do volume total do chan.

CAPÍTULO 5. PROPIEDADES QUÍMICAS

5.1. SALINIDADE. MÉTODO DO CONDUCTIVÍMETRO

O obxectivo deste ensaio será a determinación da salinidade dunha mostra representativa dun chan.

A salinidade é a consecuencia da presenza no chan de sales máis solubles que o xeso. Polas súas propias características atópanse tanto na fase sólida como na fase líquida, polo que teñen unha extraordinaria mobilidade.

O contido salino do chan adoita medirse de forma indirecta, dado que a presenza de ións na auga faina condutora da electricidade, utilízase a condutividade do extracto de saturación para estimar o contido en sales solubles. Nalgúns casos pódese medir en pasta saturada.

A Condutividade Eléctrica CE foi o parámetro máis estendido e o máis amplamente utilizado na estimación da salinidade. Baséase na velocidade con que a corrente eléctrica atravesa unha solución salina, a cal é proporcional á concentración de sales en solución.

A CE dunha solución mídese a través da resistencia que ofrece, no paso da corrente, a solución que se atopa entre os dous eléctrodos paralelos da cela de condutividade ao mergullala na solución.

Ata fai uns anos expresábase en mmhos/cm, hoxe en día as medidas exprésanse en dS/m (dS=deciSiemens), sendo ambas medidas equivalentes (1 mmhos/cm = 1 dS/m).

A CE debe referirse a unha temperatura de 25 ºC xa que a condutividade varía coa temperatura. A variación é da orde de un 2 % por cada ºC. Neste caso o equipo empregado corrixe as lecturas.

5.1.1. Material

- Condutivímetro HANNA INSTRUMENTS modelo 9033
- Termómetro
- Vasos de precipitados
- Solución patrón de calibración de condutividade 1413 µS/cm ou de 5000 µS/cm.

5.1.2. Procedemento

Preparación da pasta saturada

Material:

- Auga destilada
- Cono de saturación ou recipiente de 500 ml
- Espátula
- Aneis Volumétricos

Procedemento

Colocar nun recipiente de 500ml unha cantidade de mostra de terreo debidamente homoxeneizado de uns 200- 500g.

Engadir auga destilada á mostra ata alcanzar a saturación. Agregase tanta auga como sexa necesaria para obter a saturación.

Cando a pasta brilla, flúe lixeiramente se se inclina o recipiente e deslízase facilmente a espátula considérase saturada.

Anótanse os ml de auga destilada utilizados.

Déixase a mostra en repouso durante unha hora e compróbase o estado de saturación, que debe corresponder co que tiña antes do repouso.

Se se queren obter alícuotas volumétricas do chan representativas, empréganse aneis volumétricos, enchéndoos e logo coa axuda dun émbolo extráese o seu contido.

Preparación do extracto de saturación

Material

- Embude Buchner
- Filtro a presión
- Hexametafosfato sódico
- Kitasato
- Papel de filtro

Procedemento

A pasta saturada transfírese a un embude Buchner con papel de filtro e aplícase baleiro.

O extracto recóllese no recipiente adecuado colocando dentro o Kitasato. O filtrado debe saír case incoloro.

Débese agregar unha gota de solución de hexametafosfato sódico por cada 25 ml de extracto para evitar precipitados de carbonato cálcico.

5.1.3. Medida de condutividade

Conectar os cables do eléctrodo ao Condutivímetro.

Calíbrase o condutivímetro:

- Encher un vaso con 8 cm de solución de calibración
- Enxugar a sonda e somerxela no vaso. O nivel da solución debe ser maior que os orificios do manguito de PVC.
- Acender o instrumento pulsando a tecla ON/OFF e seleccionar o rango apropiado.
- Axitar a sonda repetidamente no fondo do vaso e dar golpeciños para asegurar que non quedan burbullas atrapadas dentro do manguito.
- Se a temperatura da sonda está preto da solución, a pantalla estabilizarase rapidamente e proporcionará as medidas de condutividade compensadas. Non obstante, esperar uns minutos para unha completa compensación.
- Cando a lectura se estabilice, xirar o potenciómetro ata que a pantalla lea o valor de condutividade apropiado a 25ºC de modo que todas as posteriores medidas sexan compensadas automaticamente a esa temperatura.

Colócase a pasta de saturación ou o extracto de saturación nun vaso de precipitados de 50 ml.

Mídese directamente a condutividade co Condutivímetro.

5.2. ACIDEZ. MÉTODO DO PHMETRO

A finalidade deste ensaio será a determinación do grao de acidez dunha mostra representativa de terreo.

A acidez do chan mide a concentración en hidroxenións, esta concentración de ións hidróxeno é unha propiedade importante cando estúdiase un terreo. Exprésase como o logaritmo negativo da concentración dos ións H^+.

$$pH= - \log [H^+]$$

Pódese determinar ben o pH en pasta (pasta saturada do chan) ou ben pH en hidrólise. Para medir o pH en hidrólise é preciso facer a solución de chan en auga. Sen embargo as variacións na medición do pH do chan por efecto de dilución e da concentración de sales pódense evitar medindo o pH en presencia dun electrólito.

Os electrólitos máis recomendados son cloruro de potasio KCl 1 M e cloruro de calcio $CaCl_2$ 0,01 M. empregando relacións de terreo: solución: 1:1, 1:2.5, 1:10.

Cando se determina o pH dun terreo sempre débese especificar se a medición fíxose sobre pasta saturada, mostra secada ao aire, en presencia de auga o electrólito e a relación chan: solución empregada.

Dado que a medida de pH está afectada pola temperatura débense corrixir as medidas de pH, sen embargo o equipo utilizado fai internamente a corrección para unha temperatura de referencia de 25ºC.

5.2.1 Material

- Axitador.
- pHmetro Hanna Instruments modelo HI 9025C.
- Termómetro.
- Recipientes de vidro ou polietileno.
- Auga destilada.
- Solución de cloruro de potasio 1 M. (disolver 74.5 g de KCl en auga e diluír a 1000 ml)
- Solución Tampón pH = 7
- Solución Tampón pH = 4

5.2.2. Procedemento

Calíbrase o pHmetro:

- Verter unha pequena cantidade de solución de calibración en dous vasos limpos (para unha calibración precisa utilice dous vasos para cada solución, un para enxugar o eléctrodo e o outro para calibrar).
- Utilizar solucións tampón de pH 4,01 e 7,01 para solucións ácidas ou pH 7,01 e 10,01 para mostras alcalinas. Para calibrar pódese escoller entre 5 soluciones de tampón memorizadas 4.01, 6.86, 7.01, 9.18 y 10.01.
- Asegurarse que o medidor está en modo pH. Se non, pulsar RANGE ata que no display apareza pH.
- Retirar o capuchón de protección e enxugar o eléctrodo coa solución que vaise a usar primeiro.

- Somerxer o eléctrodo na solución tampón de calibración e axitar coidadosamente. O eléctrodo debe estar somerxido aproximadamente 4 cm. A sonda de temperatura colocarase tan perto como sexa posible.
- Pulsar a tecla CAL e se visualizará no display CAL e Buf. A segunda liña visualizará unha das 5 soluciones.
- Utilizar os botóns identificados con frechas, ata que o display secundario cambie á solución utilizada.
- Cando se somerxa o eléctrodo na solución, o display indicará NOT READY. Cando a lectura sexa estable a indicación cambiará a READY e CON.
- Pulsar a tecla CON para confirmar a calibración. Se a lectura non se aproxima á solución utilizada aparece a mensaxe WRONG. Se a lectura é cercana o medidor almacena a lectura e axusta o punto de deriva. O valor da solución visualízase no display principal.
- Realizar o mesmo procedemento coa outra solución tampón.
- Se as lecturas son cercanas á solución seleccionada, a pendente e a deriva serán calibrados. Almacénanse os valores en memoria e o medidor volverá ao modo de operación.
- Durante a calibración, pulse a tecla RANGE para comprobar a temperatura da solución de calibración.

Pésanse 40 g de terreo seco e peneirado e agréganse 100 ml de auga

Pésanse 40 g de terreo seco e peneirado e agréganse 100 ml de solución de KCl 1M.

Seguidamente introducir os eléctrodos de pH e temperatura.

Ler o pH e a temperatura unha vez estabilizada a lectura. O tempo requirido para a estabilización xeralmente é de 1 minuto ou menos.

5.2.3. Cálculos

Calcúlase a diferencia encontrada entre pH medido en KCl 1M (pH_{KCl}) e pH medido en auga (pH_{H2O}), que defínese como ΔpH:

$$\Delta pH = pH_{KCl} - pH_{H2O}$$

5.3. DETERMINACIÓN DO CONTIDO EN CALCIO E MAGNESIO DUN CHAN

A finalidade deste ensaio será a determinación dos contidos en calcio e magnesio dun determinado chan, para tomar as medidas oportunas para alcanzar as porcentaxes dos mesmos idóneos para favorecer o crecemento das plantas na zona onde se obteña a mostra, pois estes compoñentes, que a miúdo preséntanse no chan en forma de carbonatos, sulfatos e silicatos son nutrientes que xogan un papel fundamental no metabolismo e crecemento das plantas.

Un exceso destes compoñentes nun chan, o cal bloquea a outros micro-nutrientes necesarios, poderá ser eliminado do chan mediante lixiviación ou produción de colleitas.

Por outro lado, a deficiencia de calcio e magnesio quedará presente se se observa un acaparamento da planta, deformación e amarelamento das puntas das follas.

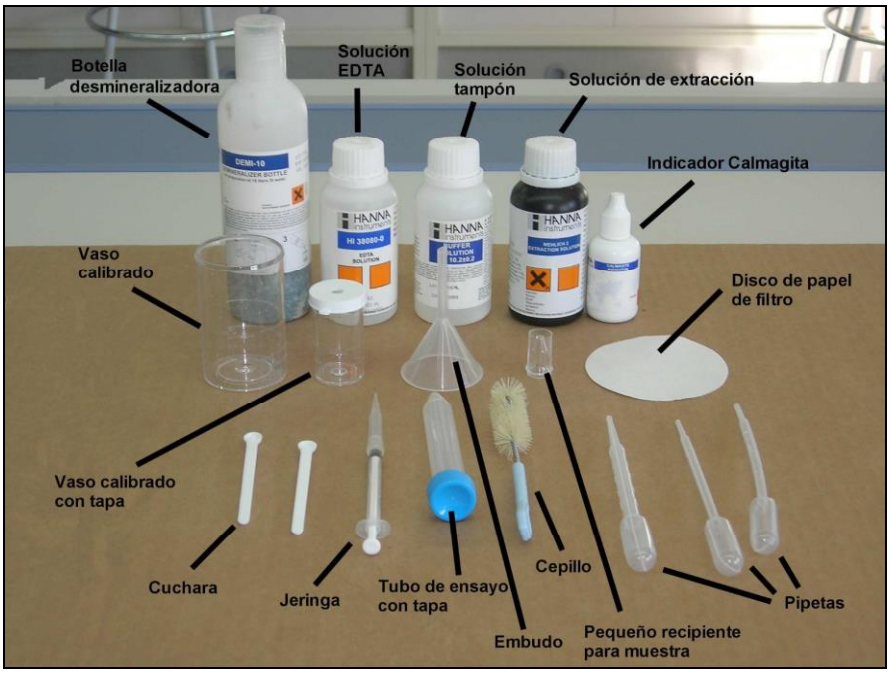
5.3.1. Material

Preparación extracto de chan:

- Solución de extracción.
- Botella desmineralizadora con tapa de filtro para unha cantidade de auga desionizada de uns 12 litros (dependendo do nivel de dureza da auga tratada).
- Peneira de 1- 2 mm.
- Tubo de plástico de ensaio (14 ml) con tapa e soporte.
- Discos de papel de filtro de 80 mm de diámetro.
- Vaso calibrado (20 ml) con tapa.
- Un pequeno recipiente cheo de mostra (1 g).
- Unha pipeta de plástico (1 ml).

Realización do ensaio:

- Solución tampón de pH 10,2+-0,2.
- Botella desmineralizadora de auga.
- Indicador calmagita.
- HI 38080-0 Solución EDTA (Titrante).
- 1 vaso calibrado (50 ml).
- Pipeta de plástico de 1 e 3 ml.
- 1 xiringa (1 ml) con punta.



5.3.2. Procedemento

Preparación do extracto do chan

Utilizar a culler para encher o pequeno recipiente de mostra coa mostra de chan peneirada, y medir a mostra no recipiente eliminando o exceso co mango da culler.

Usando a pipeta de plástico, engadir ao tubo de ensaio de 14 ml de plástico, 1 ml de Solución de extracción.

Retirar a tapa da botella de auga desmineralizadora e enchela con auga da billa.

Poñer a tapa e axitar durante polo menos 2 minutos.

Con coidado, apertando a botella de auga desmineralizada, e abrindo solo a tapa superior da botella, encher o tubo de ensaio ata a marca de 10 ml, poñerlle a súa tapa e axitalo para mesturar.

Introducir a mostra de chan medida no recipiente anterior, no tubo de ensaio, e volver a axitar o tubo durante uns 5 minutos.

Colocar a tapa ao vaso calibrado de 20 ml, e introducir o embude no burato da devandita tapa.

Dobrar un papel de filtro dúas veces, e logo separar un lado dos outros tres para formar un cono.

Colocar o papel de filtro no embude e filtrar a mostra. O extracto de mostra no vaso estará lista para a análise.

Realización do ensaio

Quitar a tapa da botella desmineralizadora e enchela con auga da billa.

Poñer a tapa e axitar polo menos durante 2 minutos.

Mediante a xiringa, transferir 1 ml de extracto de chan ao vaso calibrado.

Engadir auga da botella desmineralizadora ao vaso de plástico calibrado ata a marca de 25 ml.

Usando a pipeta de 1 ml, engadir 1 ml de solución tampón, e xiralo para que se mesture.

Engadir 2 gotas de indicador calmagita e xiralo para que se mesture.

Usando a pipeta de 3 ml, engadir gotas de HI 38080-0 Solución EDTA, facéndoo xirar despois de cada gota, durante uns 15 segundos, ata que a solución termine por volverse dunha cor azul puro, rexistrando nese momento o número de gotas que foron necesarias para o cambio de cor dun vermello vino a un azul puro, ou en caso de que o cambio non se produza de todo, engadiranse gotas ata que non se aprecie cambio de cor algún.

5.3.3. Cálculos

Obteremos os meq/100 g (miliequivalentes por 100 gramos) de calcio e magnesio nas mostras, mediante a seguinte expresión:

$$\text{meq/100 g [Ca+Mg]} = \text{gotas de Titrante} \times 1{,}5$$

CAPÍTULO 6. RESULTADOS E CONCLUSIÓNS

6.1. RESULTADOS

Neste capítulo preséntase en forma de táboas os resultados obtidos de cada un dos parámetros físicos e químicos determinados no laboratorio segundo os procedementos explicados nos capítulos 4 e 5 respectivamente. Estes mesmos resultados preséntanse tamén no anexo 1 onde se recollen os estadillos do laboratorio empregados para anotar as medidas e facer os cálculos correspondentes.

Ademais preséntanse estes mesmos resultados en forma de mapa, xeorreferenciados co programa gvSIG, para cada un dos parámetros. Estes mapas recóllense tamén no anexo 2.

A representación escollida consiste en un formato de cartografado cuantitativo utilizado para a representación de fenómenos discretos asociados a unidades ás que se aplican símbolos superficiais de acordo co seu valor.

Os símbolos empregados, e aplicados a cada mostra do río, son unha escala cores e tamaño que se corresponden cos resultados obtidos para cada un dos parámetros.

Dada a pouca dimensión do treito do río a mostrear e a súa homoxeneidade, os valores obtidos de cada parámetro non presentan grandes variacións de unha zona a outra e, na maioría dos casos, non implican diferencias na interpretación e/ou clasificación realizada segundo a propiedade de que se trate, sen embargo á hora de definir os intervalos dos mapas procurouse que se podan apreciar as mínimas variacións existentes.

6.1.1. Análise Granulométrico

Na táboa seguinte, co seu gráfico recóllense os datos e os resultados obtidos tralo proceso de peneirado e determinación da granulometría das mostras e as curvas granulométricas en representación dos mesmos.

Para interpretar a curva granulométrica emprégase o Sistema Unificado de Clasificación de Solos (USCS) que derívase dun sistema desenvolvido por Casagrande para identificar e agrupar chans (táboa 6.1).

Inicialmente téñense chans granulares ou finos. O chan é fino cando máis do 50% pasa pola peneira de 0.08 mm, se non, é granular.

- Os chans granulares desígnanse polo símbolo G se máis do 50% da mostra é retida na peneira de 5 mm, e polo símbolo S se máis da metade pasa pola peneira 5 mm.

Á G ou á S agrégaselle unha segunda letra que describe a gradación:

- Se menos do 5% pasa pola peneira de 0.008 mm, os sufixos son:
  - W: Boa gradación con pouco ou ningún fino.
  - P: Gradación pobre, uniforme ou descontinua con pouco ou ningún fino.

  É función de C_u y C_C. Porase W si C_u>6 para G e C_u>4 para S e C_C está entre 1 y 3.
- Se máis do 12% pasa pola peneira de 0.008 mm os sufixos son:
  - M: Contén limo ou limo e area.
  - C: Contén arxila ou area e arxila.

  É función dos límites plásticos W_L e IP
- Se a porcentaxe de finos está entre o 5 e 12% utilízanse sufixos dobres.

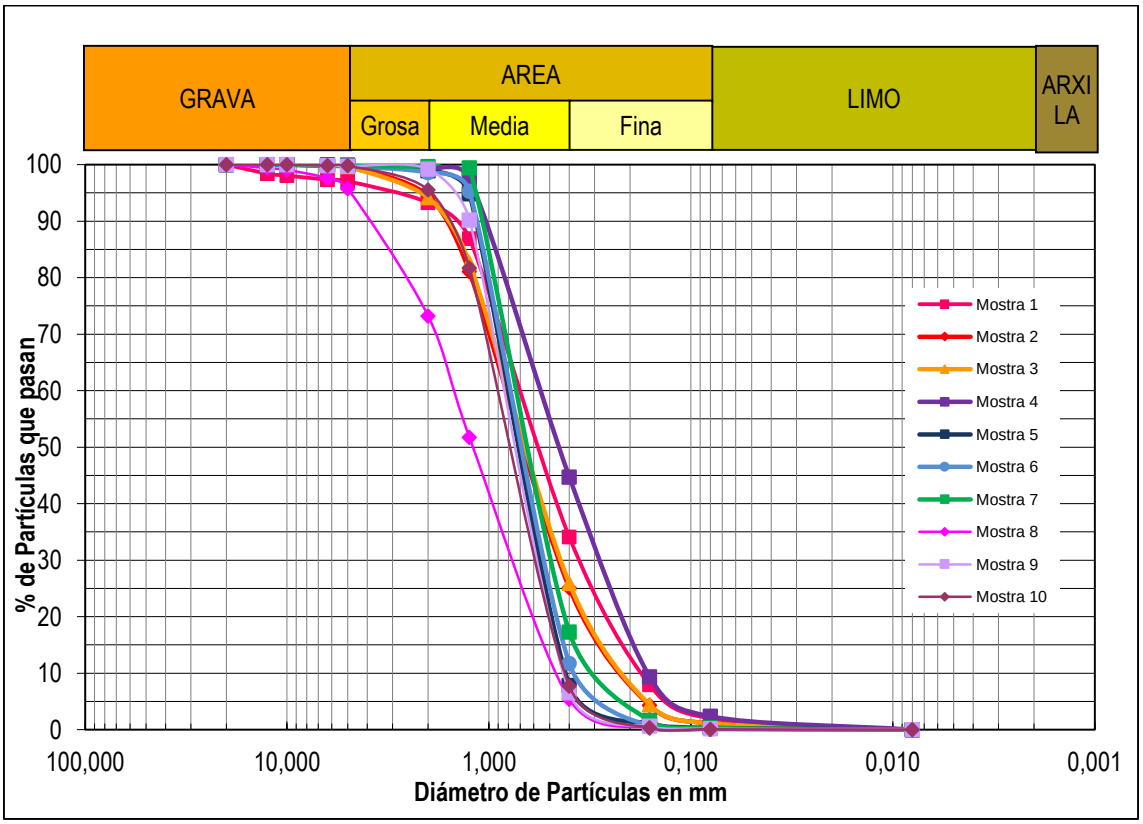
• Os chans finos, con máis do 50 por cento baixo peneira 0,08 mm, divídense en tres grupos: as arxilas (C), os limos (M) e limos ou arxilas orgánicos (O).

Estes símbolos están seguidos por unha segunda letra que depende da magnitude do límite líquido e indica a compresibilidade relativa: L: se o límite líquido é menor a 50 e H: se é maior.

SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVA Y SUELOS CON GRAVA	GRAVA LIMPIA	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas GP de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
		GRAVA CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo.
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla.
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	ARENA LIMPIA	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
		ARENA CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de ARENA arena-limo.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla.
SUELOS DE GRANO FINO	LIMO Y ARCILLA		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas. Polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos arcillosos poco plásticos.
			CL	Arcillas inorgánicas, poco plásticas o de plasticidad mediana, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
			OL	Limos inorgánicos, con mica o arena fina de diatomeas o suelos limosos.
			MH	Limos inorgánicos, con mica o arena fina de diatomeas o suelos limosos.
			CH	Arcillas inorgánicas muy plásticas. Arcillas grasas.
SUELOS MUY ORGANICOS			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad mediana o muy plásticas, limos orgánicos.

Táboa 6.1. Sistema Unificado de Clasificación de Solos

TÁBOA 6.2 GRANULOMETRÍA										
MUESTRA \ TAMIZ (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
12,50	98,40	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,39	100,00	100,00
10,00	98,05	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,06	100,00	100,00
6,30	97,34	99,97	99,79	100,00	99,80	99,85	99,84	97,60	99,83	99,84
5,00	97,05	99,73	99,64	99,94	99,77	99,74	99,72	95,76	99,71	99,81
2,00	93,24	94,50	94,15	99,19	98,92	98,58	99,67	73,19	99,24	95,55
1,25	86,92	81,06	82,66	97,56	94,84	95,30	99,45	51,76	90,20	81,73
0,40	34,10	25,08	25,91	44,72	7,83	11,76	17,28	5,39	6,53	7,69
0,16	7,94	4,30	4,43	9,37	1,12	0,58	1,64	0,32	0,61	0,34
0,08	2,00	1,12	1,11	2,36	0,33	0,10	0,34	0,06	0,18	0,07
0,008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



6.1.2. Textura

Na táboa 6.3 recóllense os resultados obtidos ao determinar a textura das mostras recollidas. Na figura 6.1 móstrase a representación destes datos no diagrama textural para as devanditas mostras e no mapa 6.1 os mesmos resultados en diagramas circulares na súa propia ubicación.

A combinación das 3 fraccións do chan: arena, limo e arxila determínanos unha clase textural. A textura d chan exprésase polos nomes das clases que atópanse no Triángulo de texturas (figura 6.1). As clases texturais son agrupamentos onde as propiedades dependentes da textura presentan un comportamento homoxéneo. Normalmente indícanos ao grupo de partículas preponderantes.

As clases texturais dentro do sistema do USDA son 12 e dispóñense nun triángulo. Un lado do triangulo corresponde á arxila, o outro ao limo e o terceiro á area. Cada un destes lados está graduado de 10 en 10 e vai de 0 a 100%, e sobre esta retícula transpórtase a cantidade do elemento aportados pola análise realizada.

O interior do triángulo está dividido en zonas e cada unha destas representa unha clase textural de chan caracterizado polas proporcións de elementos dominantes. Os nomes das clases de solos basicamente consisten nos termos: *area, limo, arxila e franco*, usados xa sexa como nomes ou adxectivos, ou ambos.

A textura ao longo do río é moi homoxénea, en toda a superficie do leito do río é de clase areosa.

TÁBOA 6.3. TEXTURA				
MOSTRA	**%Ac**	**%L**	**%A**	**CLASE TEXTURAL**
1	3,83	0,42	95,75	areosa
2	4,01	0,72	95,27	areosa
3	4,01	0,72	95,27	areosa
4	3,35	0,48	96,17	areosa
5	1,13	0,36	98,51	areosa
6	1,43	0,12	98,45	areosa
7	1,49	0,06	98,45	areosa
8	0,71	0,07	99,23	areosa
9	0,89	0,06	99,05	areosa
10	3,59	0,24	96,17	areosa
MEDIA	2,444	0,325	97,232	areosa

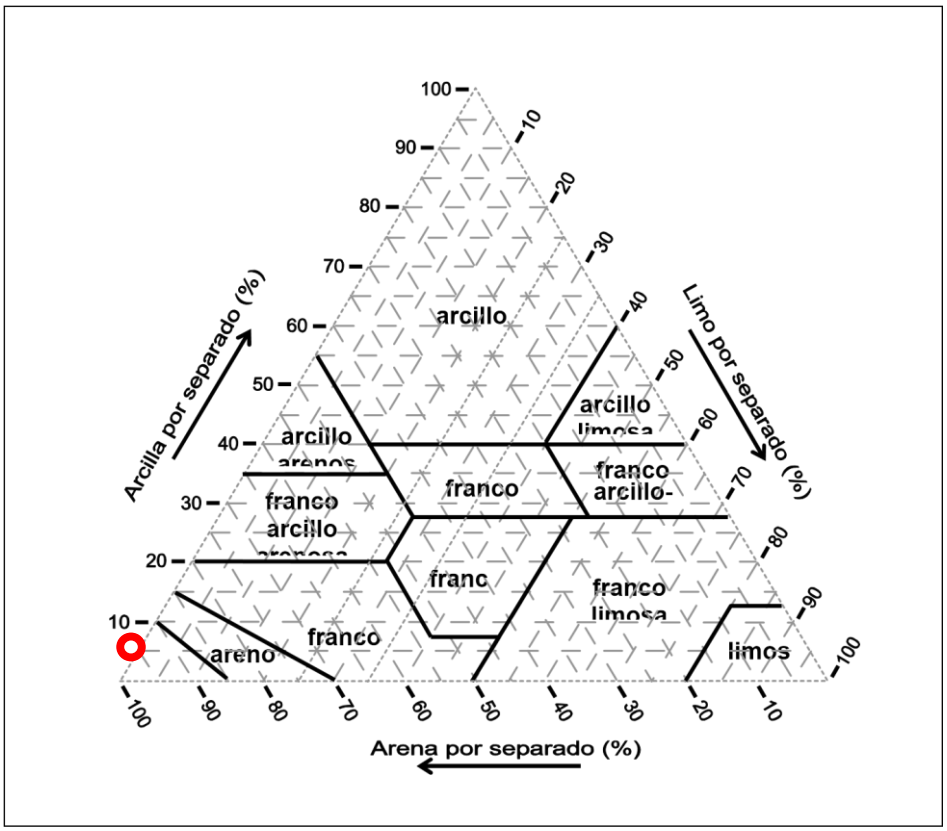
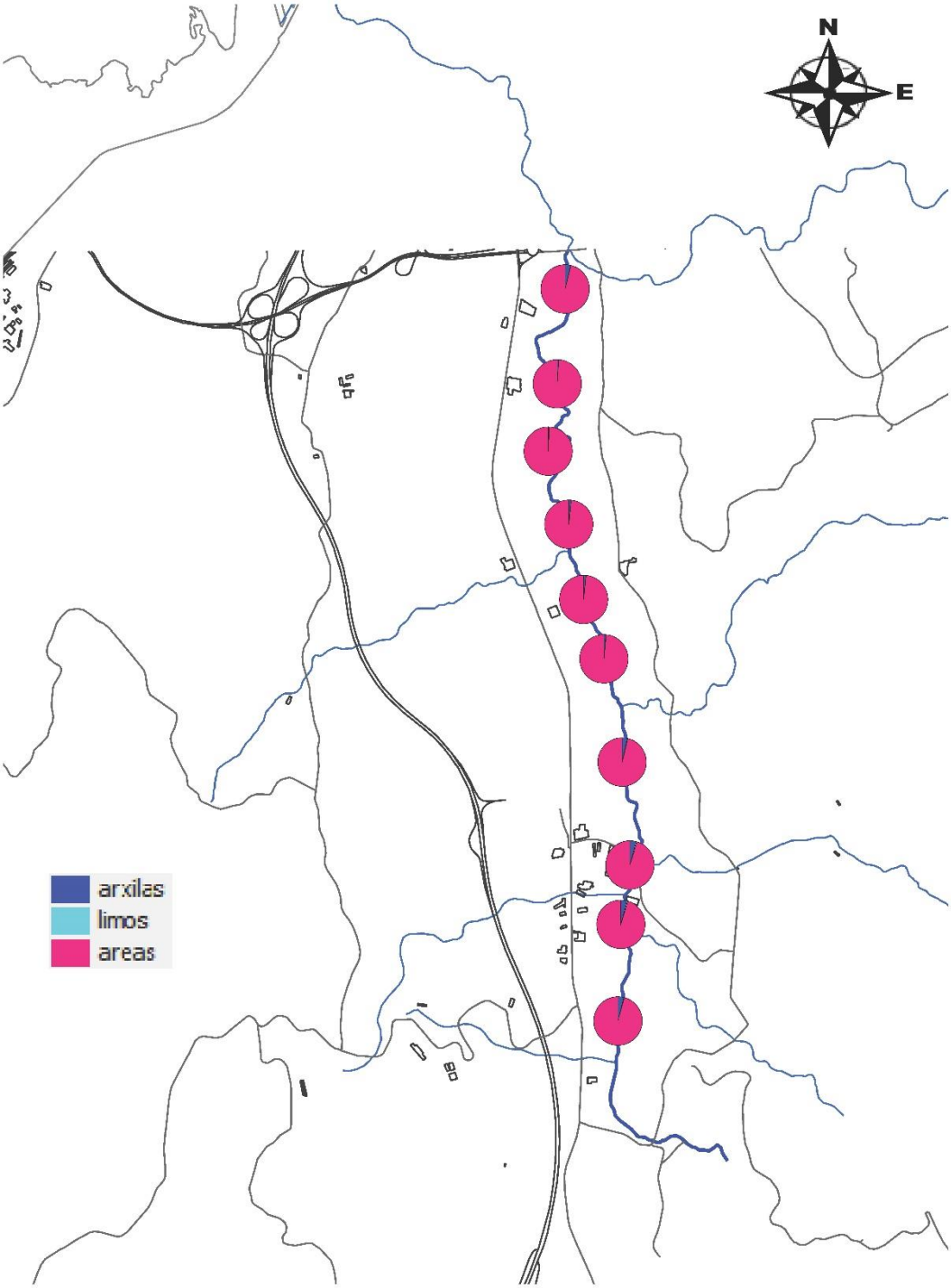


Figura 6.1.Triángulo de texturas



PROXECTO	Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)			
PLANO	**TEXTURA**	AUTOR Antón Vidal Alonso	XUÑO 2013	Nº 3

Mapa 6.1. Textura

6.1.3. Densidade Aparente

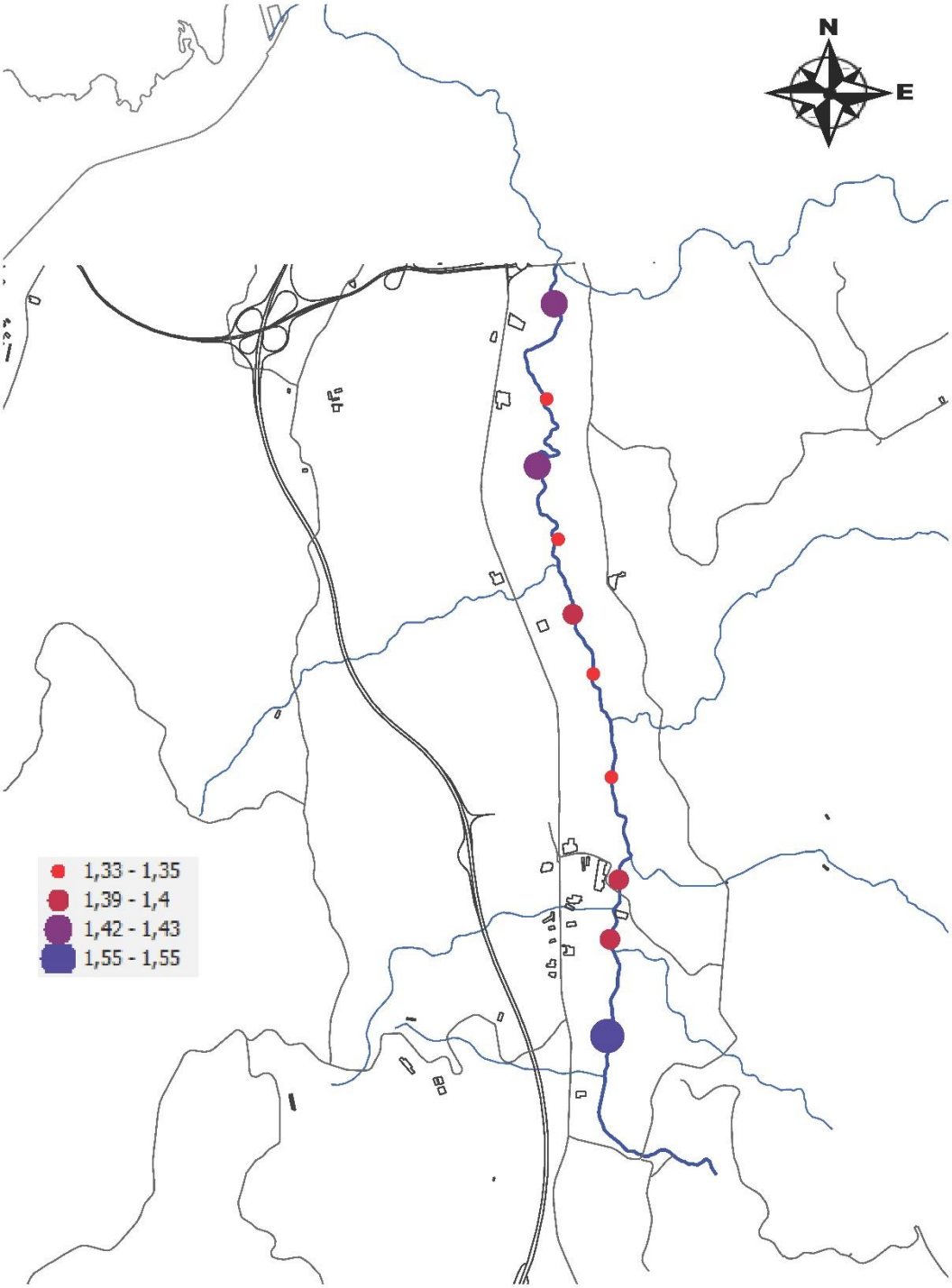
Determinouse a densidade aparente para cada unha das mostras recollidas na táboa 6.4 e representouse no mapa 6.2.

No anexo 1 recóllense tódolos resultados detallados para as 10 mostras.

Nun tipo de chan os valores baixos de densidade aparente implican chans porosos, ben aireados con boa drenaxe e boa penetración de raíces.

Por outro lado, se os valores son altos, quere dicir que o chan é compacto ou pouco poroso, que ten mala aireación e que a infiltración de auga é lenta.

TÁBOA 6.4. DENSIDADE APARENTE		
MOSTRA	**PESO SOLO SECO (gr)**	**DENSIDADE APARENTE (gr/cm^3)**
1	154,94	1,55
2	139	1,39
3	139,67	1,40
4	132,95	1,33
5	133,91	1,34
6	138,76	1,39
7	133,63	1,34
8	141,78	1,42
9	135,36	1,35
10	142,51	1,43
MEDIA	139,251	1,39



PROXECTO	Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)			
PLANO	**DENSIDADE APARENTE**	AUTOR Antón Vidal Alonso	XUÑO 2013	Nº 4

Mapa 6.2. Densidade aparente

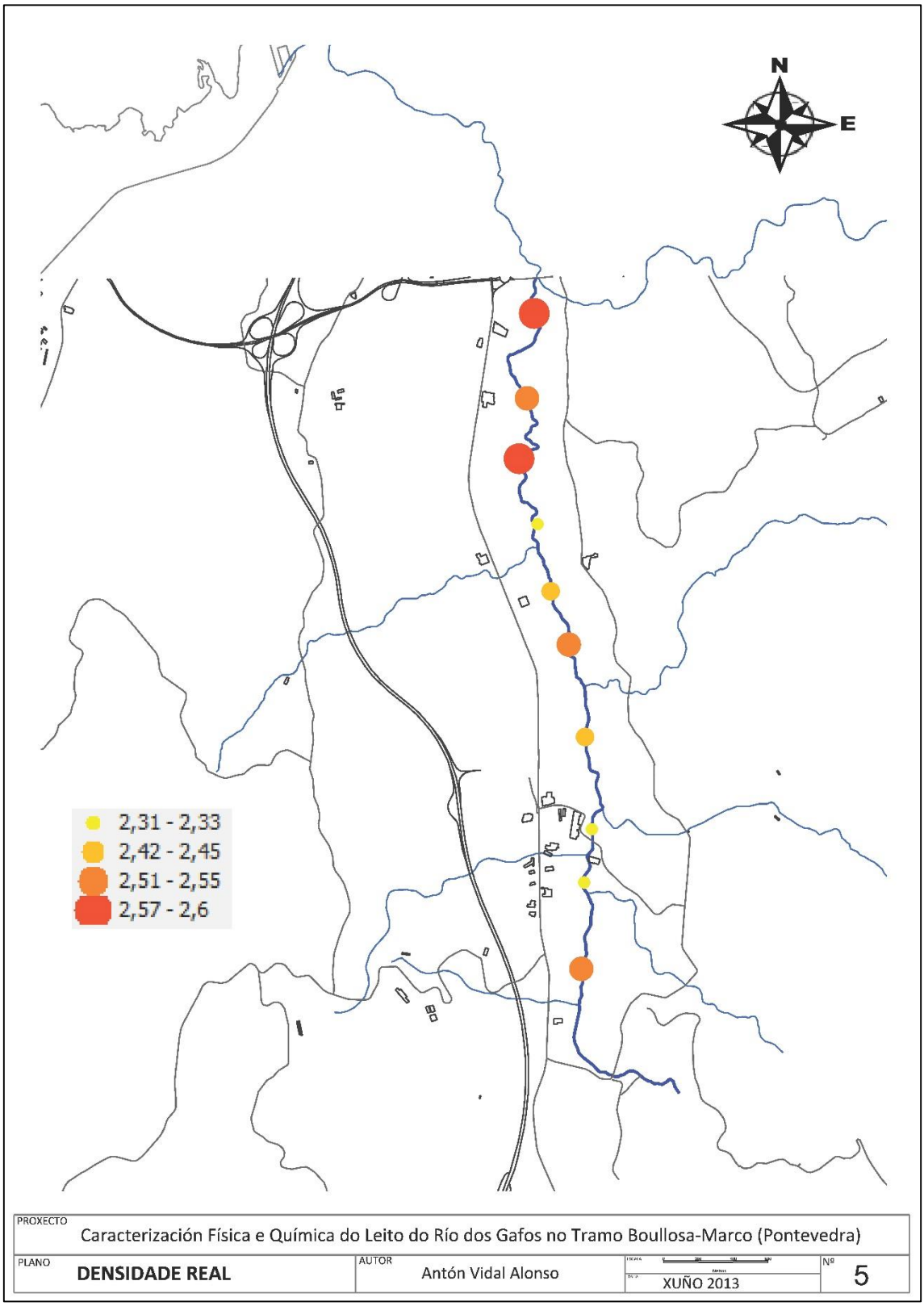
6.1.4. Densidade Real

Na táboa 6.5 e no mapa 6.3 recóllense os resultados obtidos despois de determinar a densidade real das 10 mostras tomadas ao longo do río, mediante un método alternativo ao picnómetro. Polo tanto estes datos son relativos e non indican a densidade real das mostras, se non que son aproximados.

Obtidos uns valores de densidade real de uns 2,65 gramos por centímetro cúbico, nos indicará que a composición do chan será maioritariamente arxila. Así mesmo, coma neste caso, moi semellante será a densidade real se os minerais máis abundantes nas areas son minerais como o seixo, feldespatos, etc.

Por outro lado, poderanse obter valores da orde de 0,1 gramos por centímetro cúbico para os chans moi orgánicos ou carbonatados, ante o cal habería que recalcular considerando os contidos relativos de fracción mineral e orgánica.

TÁBOA 6.5. DENSIDADE REAL		
MOSTRA	**VOLUME DESPRAZADO (cm^3)**	**DENSIDADE REAL (gr/cm^3)**
1	16	2,54
2	18	2,31
3	18	2,33
4	16	2,42
5	16	2,55
6	18	2,45
7	17	2,32
8	17	2,57
9	17	2,51
10	17	2,60
MEDIA	17	2,46



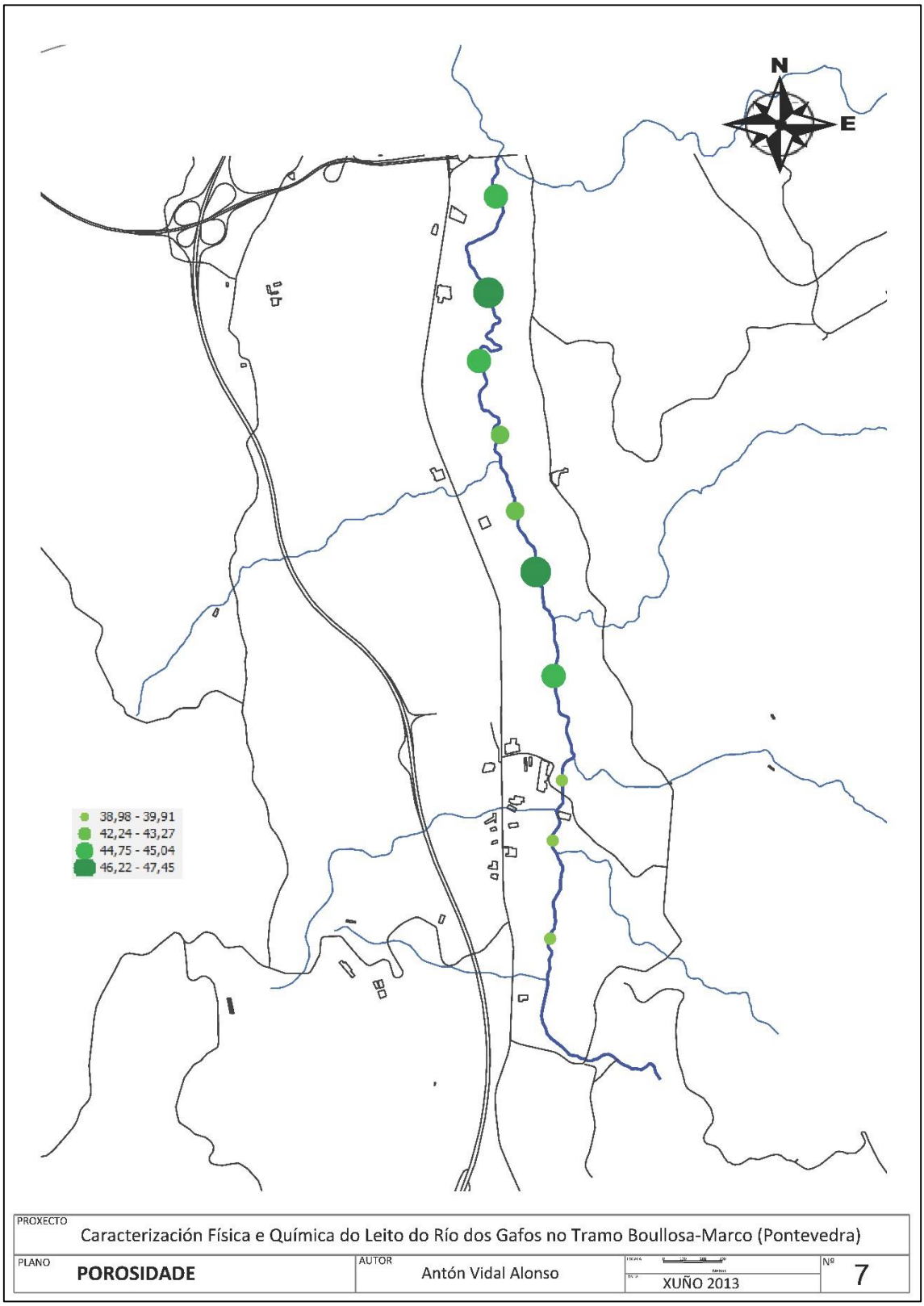
Mapa 6.3. Densidade real

6.1.5. Porosidade

Os datos e resultados obtidos tralo proceso de determinación da porosidade recóllense na táboa 6.6 e no mapa 6.4. Estes datos, en función da densidade real calculada anteriormente, son valores relativos que non indican a porosidade real do terreo, se non unha aproximación.

TÁBOA 6.6. POROSIDADE			
MOSTRA	**DENSIDADE REAL (gr/cm^3)**	**DENSIDADE APARENTE (gr/cm^3)**	**POROSIDADE %**
1	2,54	1,55	38,98
2	2,31	1,39	39,83
3	2,33	1,40	39,91
4	2,42	1,33	45,04
5	2,55	1,34	47,45
6	2,45	1,39	43,27
7	2,32	1,34	42,24
8	2,57	1,42	44,75
9	2,51	1,35	46,22
10	2,60	1,43	45,00
MEDIA	2,46	1,39	43,27

As porcentaxes de porosidade que presenta o río no tramo estudado oscilan entre o 38,98% e o 47,45%, cunha porosidade media de 43,27%



Mapa 6.4. Porosidade

6.1.6. Salinidade

Na táboa 6.8 recóllense os datos e resultados obtidos da medida da condutividade das mostras representados tamén no mapa 6.5.

Para distinguir chans salinos de no salinos, suxeríronse varios límites arbitrarios de salinidade. A clasificación americana de chans, Soil Taxonomy, adopta o valor de 2 dS/m como límite para o carácter salino a nivel de gran grupo e subgrupo de chans, pois considera que a partires de ese valor as propiedades morfolóxicas e fisicoquímicas do perfil (e por tanto a xénese) quedan fortemente influenciadas polo carácter salino.

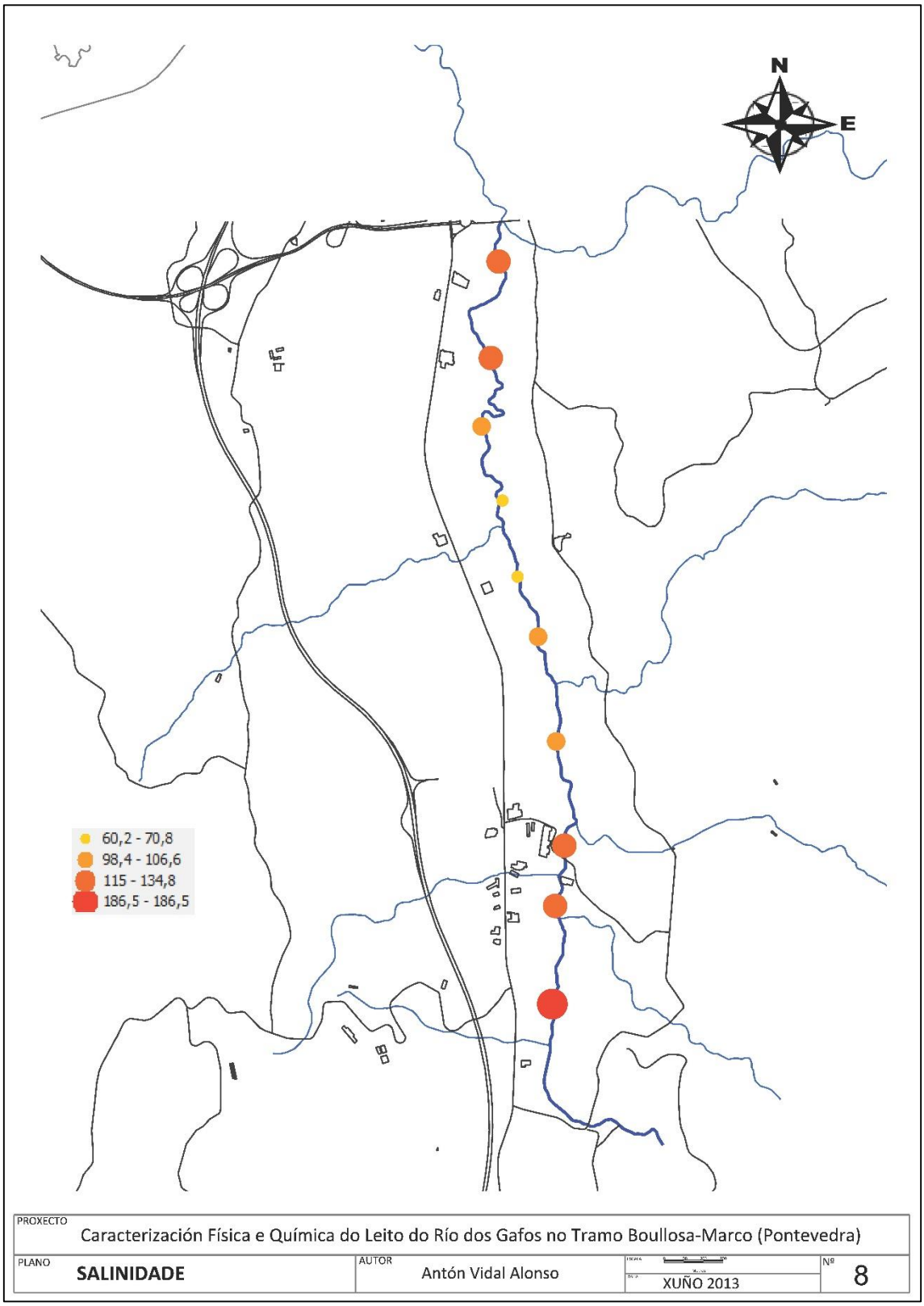
En base ás CE, o United States Salinity Laboratory de Riverside establece os grados de salinidade que se presentan na táboa 6.7.

CE en dS/m a 25 ºC	Tipo de salinidade
0 – 2	Non salino
2 – 4	Lixeiramente salino
4 – 8	Moderadamente salinos
8 – 16	Fortemente salinos
> 16	Moi fortemente salinos

Táboa 6.7: Grados de Salinidade

A condutividade das mostras tomadas no leito do río, en xeral, é moi baixa. Ningunha chega a alcanzar en ningún dos casos 1 dS/cm, polo que podemos clasificalo como non salino.

TÁBOA 6.8. SALINIDADE			
MOSTRA	**CE en µS/cm a 25 ºC**	**CE en dS/cm a 25 ºC**	**GRAO DE SALINIDADE**
1	186,5	0,001865	non salino
2	134,8	0,001348	non salino
3	118,2	0,001182	non salino
4	106,6	0,001066	non salino
5	100,8	0,001008	non salino
6	70,8	0,000708	non salino
7	60,2	0,000602	non salino
8	98,4	0,000984	non salino
9	115	0,001150	non salino
10	126,7	0,001267	non salino
MEDIA	111,8	0,001118	non salino



Mapa 6.5. Salinidade

6.1.7. Acidez

A táboa 6.10 reflicte os datos e resultados obtidos tralo proceso de determinación do pH que se calculou tanto en H_2O coma en KCl. Os resultados do pH medido en H_2O están representados no mapa 6.6.

Cando o chan presenta unha alta concentración de ións hidróxeno, considérase ácido e cando presenta unha baixa concentración considérase básico. Un pH = 7 considérase neutro. A escala de pH atópase nun rango de 4 a 10, sendo 4 extremadamente ácido e 10 extremadamente básico.

Na táboa 6.9 móstrase un cadro informativo con intervalos e o significado dos valores do pH en 1:2.5.

Valor do pH	Características
4.0 - 4.5	Moi fortemente ácida
4.5 - 5.5	Fortemente ácida
5.5 - 6.5	Ácida
6.5 - 6.8	Lixeiramente ácida
6.8 - 7.2	Neutra
7.2 - 7.5	Lixeiramente alcalina
7.5 - 8.5	Alcalina
8.5 - 9.5	Fortemente alcalina

Táboa 6.9. Valores de pH

En chans non salinos:

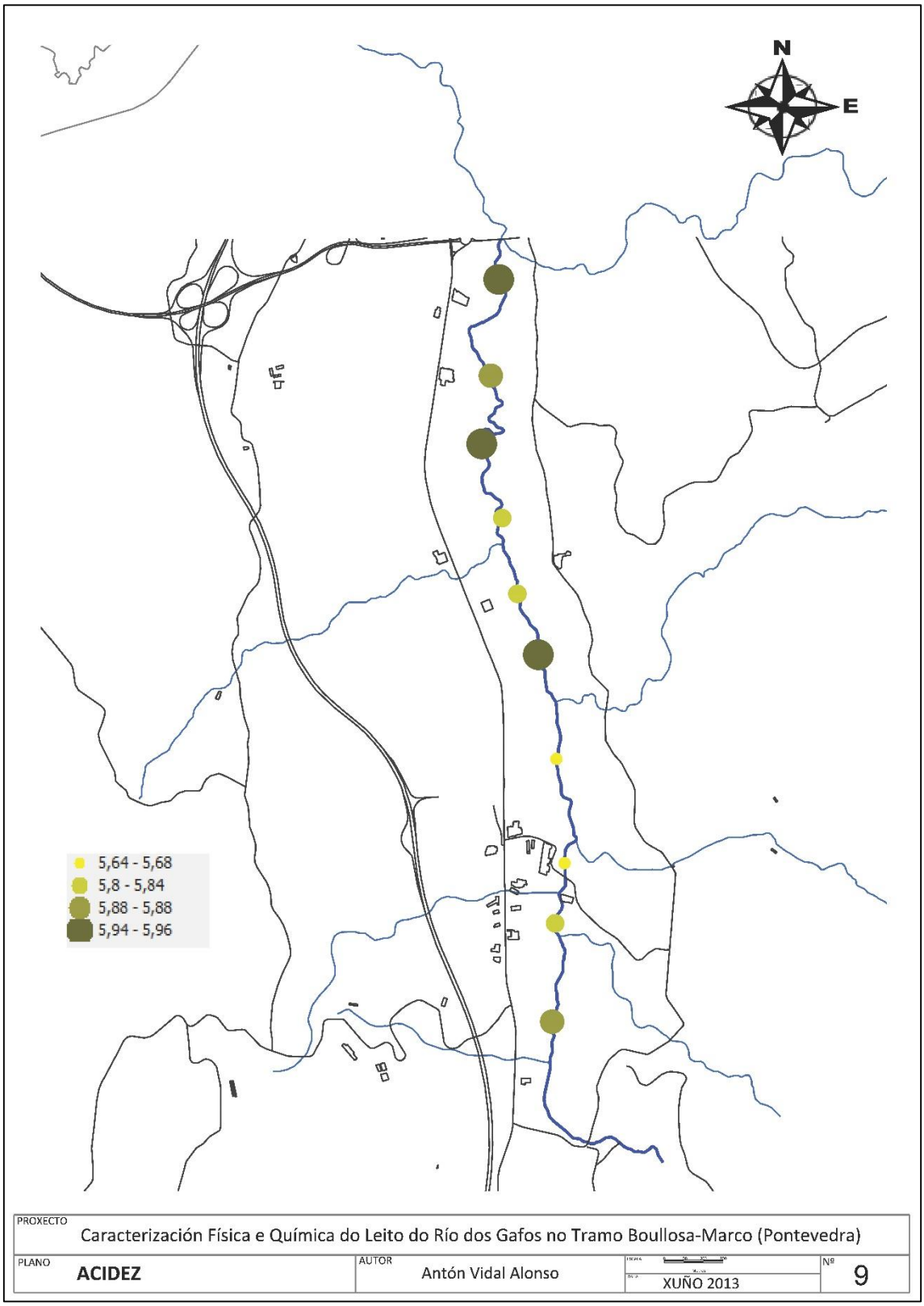
- ΔpH > 0 indica predominio de carga positiva.
- ΔpH = 0 indica carga neutra.
- ΔpH < 0 indica predominio de carga negativa.

En chans salinos e/ou con pH > 7, o ΔpH ten un significado distinto. Se pH_{KCl} é similar a pH_{H2O}, indica que o chan está saturado de bases.

TÁBOA 6.10. ACIDEZ				
MOSTRA	**pH H_2O**	**pH KCl**	**ΔpH**	**ACIDEZ**
1	5,88	5,66	-0,22	Ácida
2	5,81	5,52	-0,29	Ácida
3	5,64	5,06	-0,58	Ácida
4	5,68	5,12	-0,56	Ácida
5	5,94	5,68	-0,26	Ácida
6	5,84	5,57	-0,27	Ácida
7	5,8	5,53	-0,27	Ácida
8	5,96	5,61	-0,35	Ácida
9	5,88	5,62	-0,26	Ácida
10	5,95	5,72	-0,23	Ácida
MEDIA	5,838	5,509	-0,329	Ácida

Ao longo de todo o percorrido do río atopámonos cun leito ácido, onde o seu pH en auga oscilan entre o 5,64 e o 5,96.

Mentres que o pH medido en KCl, aínda que varía da mesma maneira que o medido en auga, tende a dar valores algo máis baixos entre 5,06 e 5,72.



Mapa 6.6. Acidez

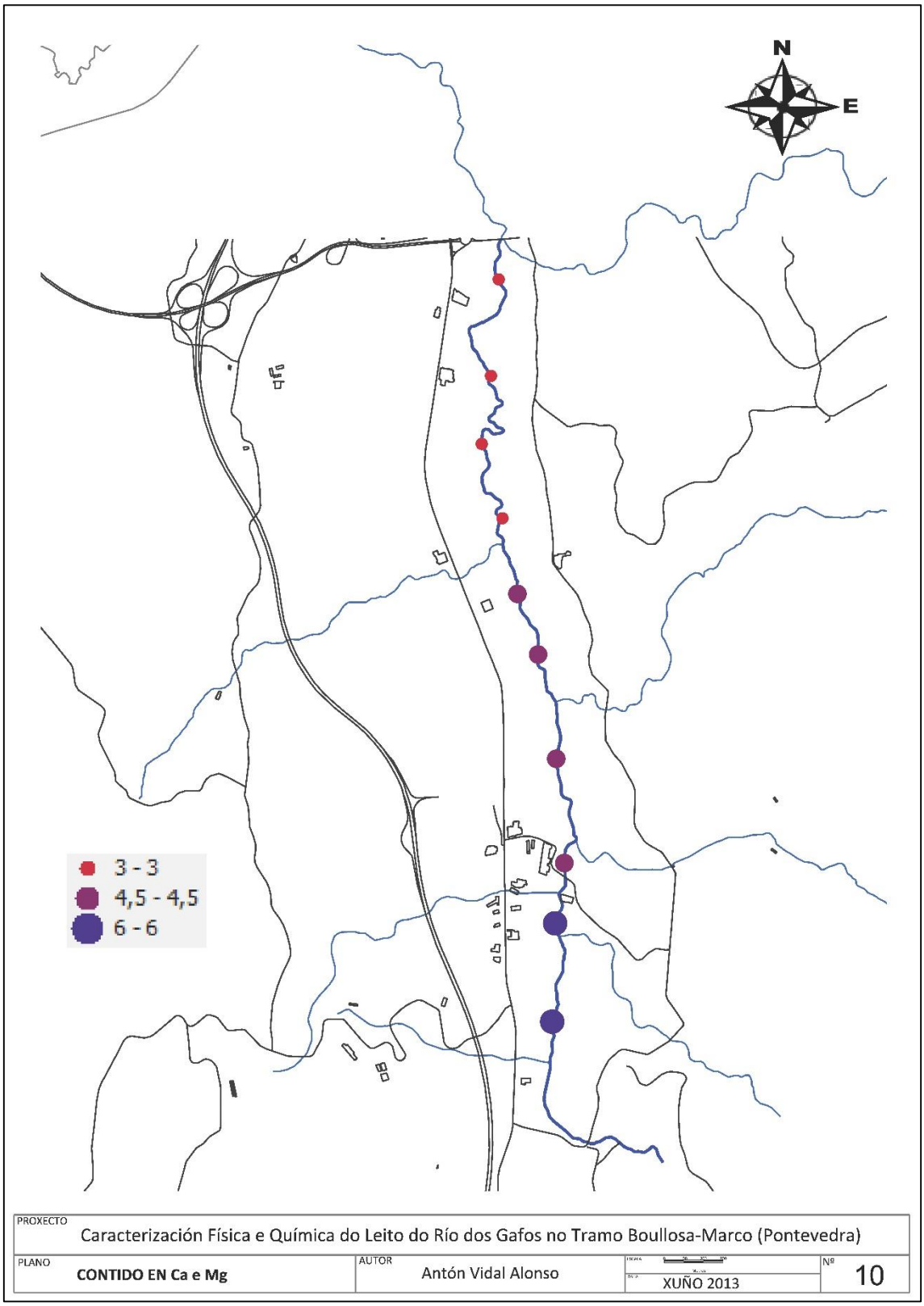
6.1.8. Contido en Calcio e Magnesio

Os datos e resultados obtidos do ensaio de cálculo de contido en calcio e magnesio pódense observar na táboa 6.11 e no mapa 6.7.

Se tras engadir o Indicador Calmagita, como sucedeu nas 10 mostras analizadas, a solución vólvese de cor vermello vivo, indicará a presenza de calcio e magnesio.

No caso que a solución cambie de cor vermello vino a un púrpura sen chegar a alcanzar un azul puro, coma pasou en tódalas mostras, indica que a mostra presenta certa cantidade de cobre.

TÁBOA 6.11. CONTIDO EN CALCIO E MAGNESIO		
MOSTRA	**Gotas de Titrante**	**miliequivalencias por 100 g**
1	4	6
2	4	6
3	3	4,5
4	3	4,5
5	3	4,5
6	3	4,5
7	2	3
8	2	3
9	2	3
10	2	3
MEDIA	2,8	4,2



Mapa 6.7. Contido en Ca e Mg

6.2. REPRESENTACIÓN DOS RESULTADOS

Para a representación dos resultados utilizouse o programa de software libre de Sistemas de Información Xeográfica gvSIG Desktop.

Mediante este programa localizamos xeograficamente no mapa os puntos de mostraxe e os referenciamos tanto cartograficamente como nos modelos vectorial e ráster.

Unha vez localizados os puntos e xeorreferenciados, puidemos asignarlle os valores de cada unha das análises realizadas, obtendo así unha representación máis gráfica da variación espacial de cada unha das propiedades analizadas, esta representación para a maioría dos casos foi a variación tanto de tamaño coma de cor para os diferentes valores adquiridos; aínda que para algúns casos, para a súa mellor interpretación, tamén usáronse os diagramas de barras ou circulares.

Debido ás pequenas variacións nos resultados obtidos utilizouse na maioría dos casos unha gradación de catro intervalos para así poder observar con maior nitidez os pequenos cambios observados.

Estes datos así filtrados para cada unha das análises realizadas xunto co mapa cartográfico do Instituto Cartográfico Nacional (BTN0185) son os que se utilizaron para a representación dos mapas realizados (Anexo 2).

6.3. CONCLUSIÓNS

Neste proxecto determináronse os valores de certas propiedades físicas e químicas de cara a caracterizar o leito do río dende o punto de vista da calidade do chan.

O leito mostreado presenta un chan constituído por partículas dun só tamaño, representado na curva granolumétrica cunha liña vertical, esta liña indícanos que a maioría destas partículas son area media, polo que podemos considerar que o chan do leito é areoso.

Esta caracterización tamén nola confirman os resultados obtidos na determinación da textura, cunha media do 97,232 % de contido en area.

Polo que respecta aos valores obtidos de densidades, podemos dicir que se corresponden có esperado considerando a textura do chan; cun valor medio de 1,39 gr/cm^3 para a densidade aparente e de 2,46 gr/cm^3 para a densidade real. Valor para as areas se os minerais máis abundantes son minerais como o seixo, feldespatos, etc.

Estes valores son útiles para coñecer a porosidade do chan. Obténdose un valor medio de porosidade do 43,27 %. A porosidade facilita tanto a absorción de auga coma o intercambio de nutrientes entre o río e o chan.

En canto aos indicadores químicos, o pH pode determinar os niveis de absorción dos nutrientes polas plantas do redor. Ao longo do río atopamos uns valores comprendidos entre 5,64 e 5,96 cunha media de 5,838 o que nos indica que o chan que compón o leito do río é ácido.

En relación coa salinidade obtemos uns resultados de condutividade moi baixos ou case nulos, cun 0,001118 dS/cm de media, polo que podemos clasificalo como non salino; o que favorece o desenvolvemento das plantas nas beiras do río.

No que respecta ao contido de Ca-Mg podemos observar un decrecemento deste segundo avanzamos no río, pasando dunhas cantidades ao comezo do río de 6 miliequivalencias por 100 g a unhas 3 miliequivalencias por 100 g nas últimas mostras tomadas.

Todos estes resultados recóllense na táboa 6.12. onde se indican os valores medios dos indicadores medidos para o leito do río.

TÁBOA 6.12. RESULTADOS XERAIS	
TEXTURA	Areoso
DENSIDADE APARENTE	1,39 (gr/cm^3)
DENSIDADE REAL	2,46 (gr/cm^3)
POROSIDADE	43,27 %
SALINIDADE	Non salino
ACIDEZ	Ácido
CONTIDO EN Ca-Mg	4,2 miliequivalencias por 100 g

Con esta caracterización tense avaliado o estado actual do leito con vistas a futuros obxectivos. Como pode ser establecer a relación que hai entre estas características definidas e o crecemento dos seres vivos, tanto de animais como das especies arbóreas da beira do río, unha vez establecidos os valores dunha serie de factores que afectan á capacidade de establecemento, persistencia, crecemento e calidade das devanditas especies.

Por outro lado sería realizar unha nova campaña de mostraxe e análise despois dun tempo e comparar os resultados de ámbalas dúas campañas para avaliar a súa progresión, ou unha campaña nos afluentes para coñecer o aporte destes mesmos.

Sería tamén importante realizar unha mostraxe nas leiras adxacentes e así obter a área de influencia do río para as diferentes características analizadas, facilmente representable co programa gvSIG; tamén con este programa e os mapas indicados de usos do chan e vexetación poderíase relacionar devanditas características co tipo de vexetación da zona mostreada.

En consecuencia todo tipo de vida depende da calidade do chan para a súa supervivencia. Polo tanto, a protección deste recurso natural deber ser unha política nacional e internacional.

Para lograr un manexo adecuado do río é necesario contar con indicadores que permitan avaliar a súa calidade. O desenvolvemento de devanditos indicadores debe facerse en base ás funcións do río que se avalía, considerando aquelas propiedades edáficas sensibles aos cambios de chan.

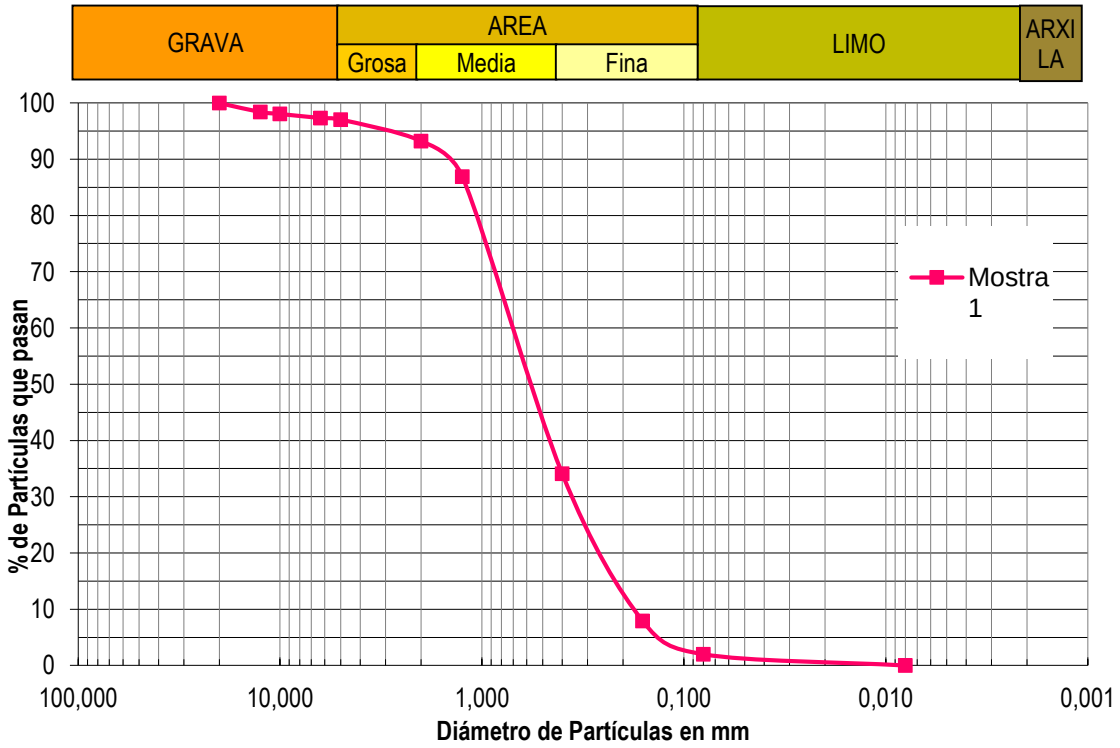
ANEXO 1:

RESULTADOS

ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 1

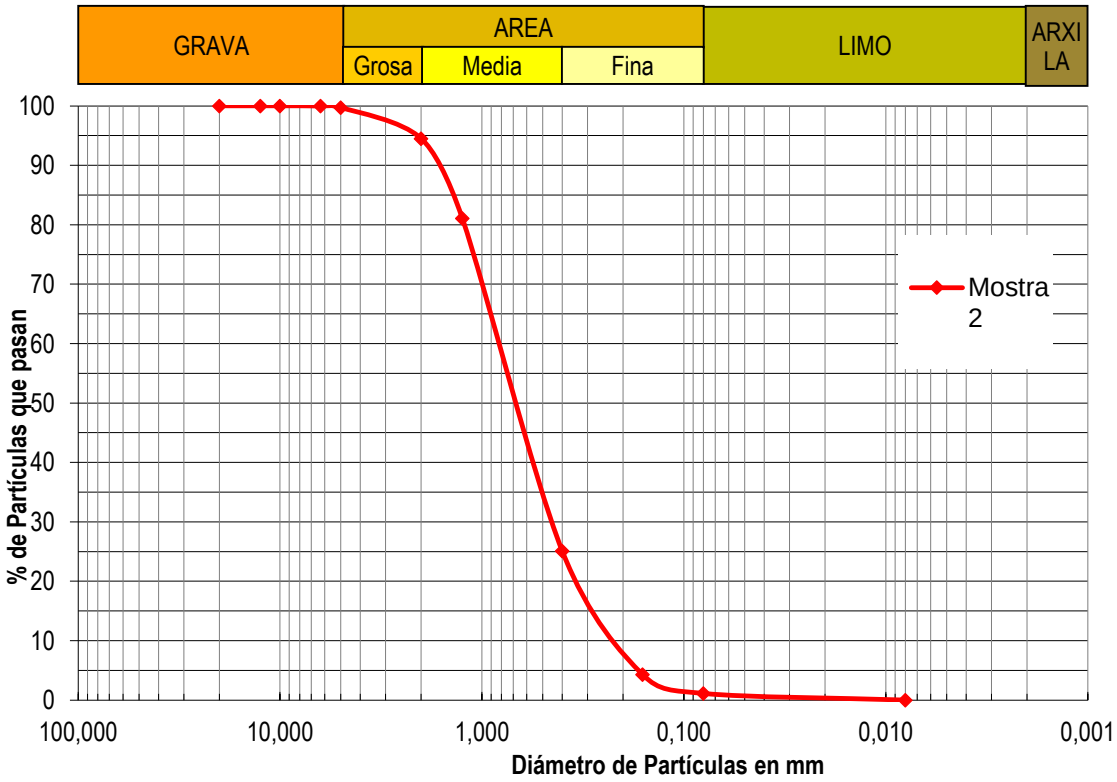
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	577,91	560,87	17,04	17,04	1,60	1,60	98,40
10,00	590,78	587,03	3,75	20,79	0,35	1,95	98,05
6,30	551,04	543,43	7,61	28,40	0,71	2,66	97,34
5,00	555,33	552,27	3,06	31,46	0,29	2,95	97,05
2,00	546,80	506,12	40,68	72,14	3,81	6,76	93,24
1,25	545,50	477,96	67,54	139,68	6,33	13,08	86,92
0,40	999,20	435,40	563,80	703,48	52,82	65,90	34,10
0,16	692,42	413,12	279,30	982,78	26,16	92,06	7,94
0,08	468,62	405,27	63,35	1046,13	5,93	98,00	2,00
PASANTE	493,93	472,57	21,36	1067,49	2,00	100,00	0,00
TOTAL			1067,49		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 2

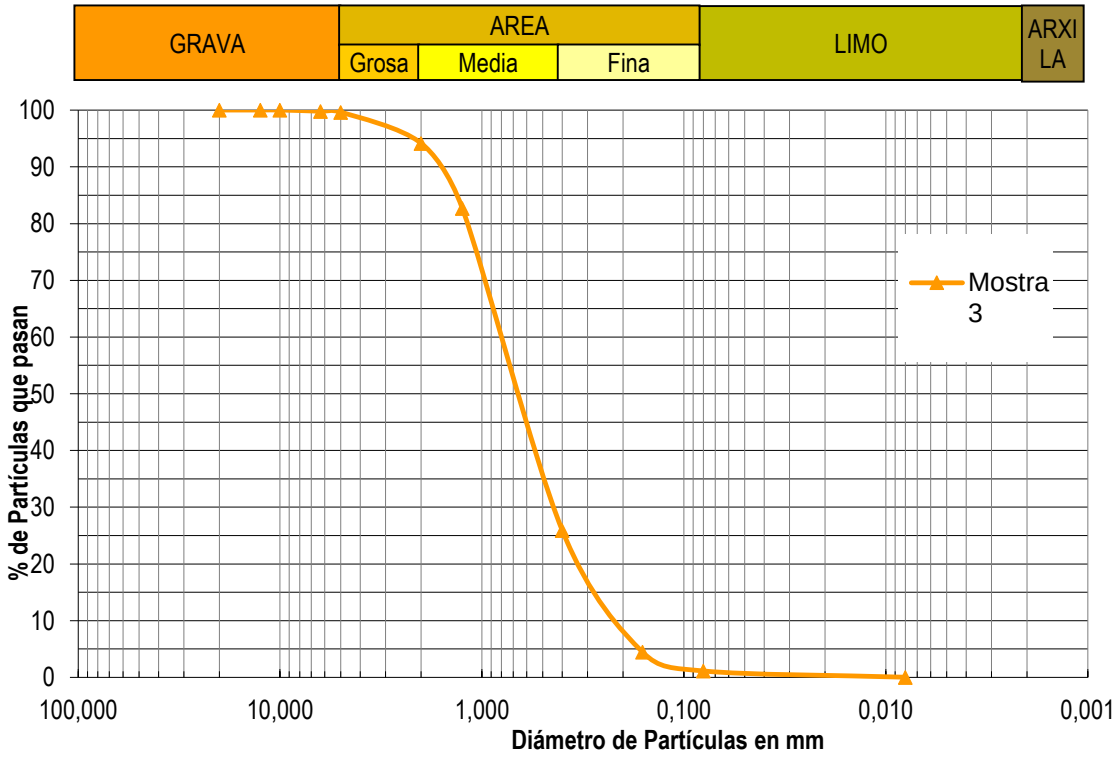
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	560,87	560,87	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	587,03	587,03	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,30	543,76	543,43	0,33	0,33	0,03	0,03	99,97
5,00	554,69	552,27	2,42	2,75	0,24	0,27	99,73
2,00	559,00	506,12	52,88	55,63	5,23	5,50	94,50
1,25	613,98	477,96	136,02	191,65	13,45	18,94	81,06
0,40	1001,65	435,40	566,25	757,90	55,97	74,92	25,08
0,16	623,40	413,12	210,28	968,18	20,79	95,70	4,30
0,08	437,41	405,27	32,14	1000,32	3,18	98,88	1,12
PASANTE	483,89	472,57	11,32	1011,64	1,12	100,00	0,00
TOTAL			1011,64		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 3

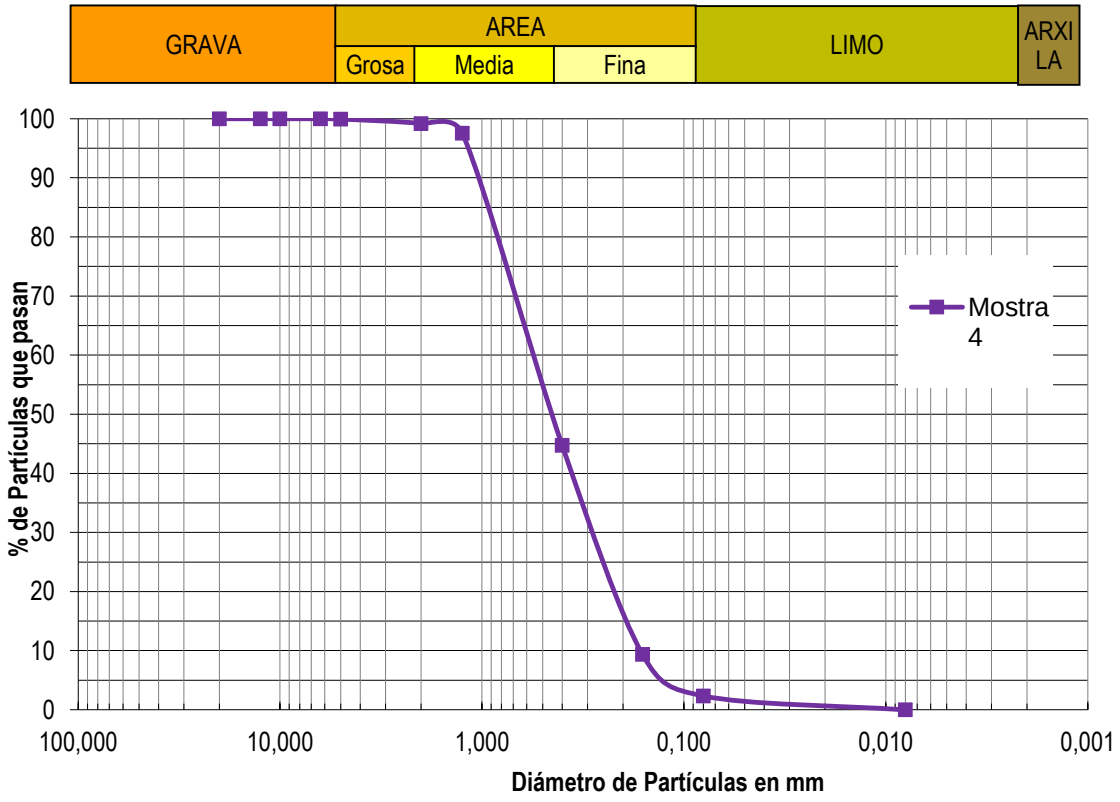
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	560,87	560,87	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	587,03	587,03	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,30	545,67	543,43	2,24	2,24	0,21	0,21	99,79
5,00	553,85	552,27	1,58	3,82	0,15	0,36	99,64
2,00	565,03	506,12	58,91	62,73	5,49	5,85	94,15
1,25	601,16	477,96	123,20	185,93	11,49	17,34	82,66
0,40	1043,94	435,40	608,54	794,47	56,75	74,09	25,91
0,16	643,43	413,12	230,31	1024,78	21,48	95,57	4,43
0,08	440,88	405,27	35,61	1060,39	3,32	98,89	1,11
PASANTE	484,44	472,57	11,87	1072,26	1,11	100,00	0,00
TOTAL			1072,26		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 4

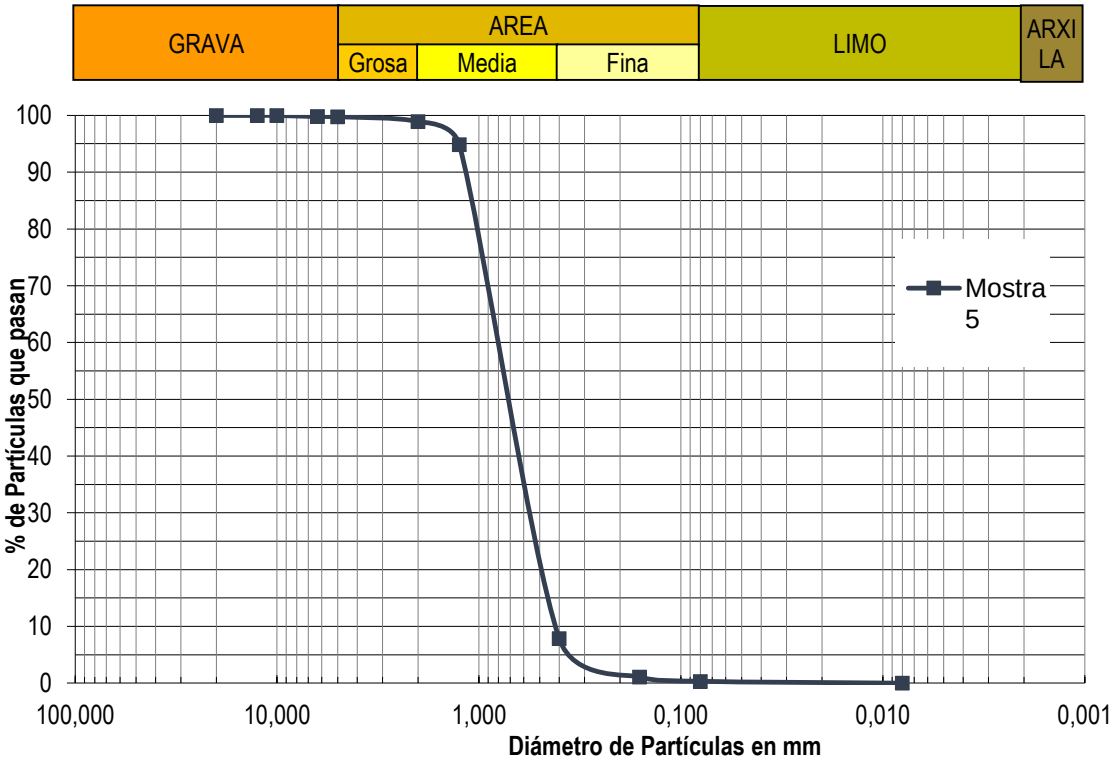
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	560,87	560,87	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	587,03	587,03	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,30	543,43	543,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
5,00	552,84	552,27	0,57	0,57	0,06	0,06	99,94
2,00	513,31	506,12	7,19	7,76	0,75	0,81	99,19
1,25	493,44	477,96	15,48	23,24	1,62	2,44	97,56
0,40	938,75	435,40	503,35	526,59	52,84	55,28	44,72
0,16	749,94	413,12	336,82	863,41	35,36	90,63	9,37
0,08	472,02	405,27	66,75	930,16	7,01	97,64	2,36
PASANTE	495,06	472,57	22,49	952,65	2,36	100,00	0,00
TOTAL			952,65		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 5

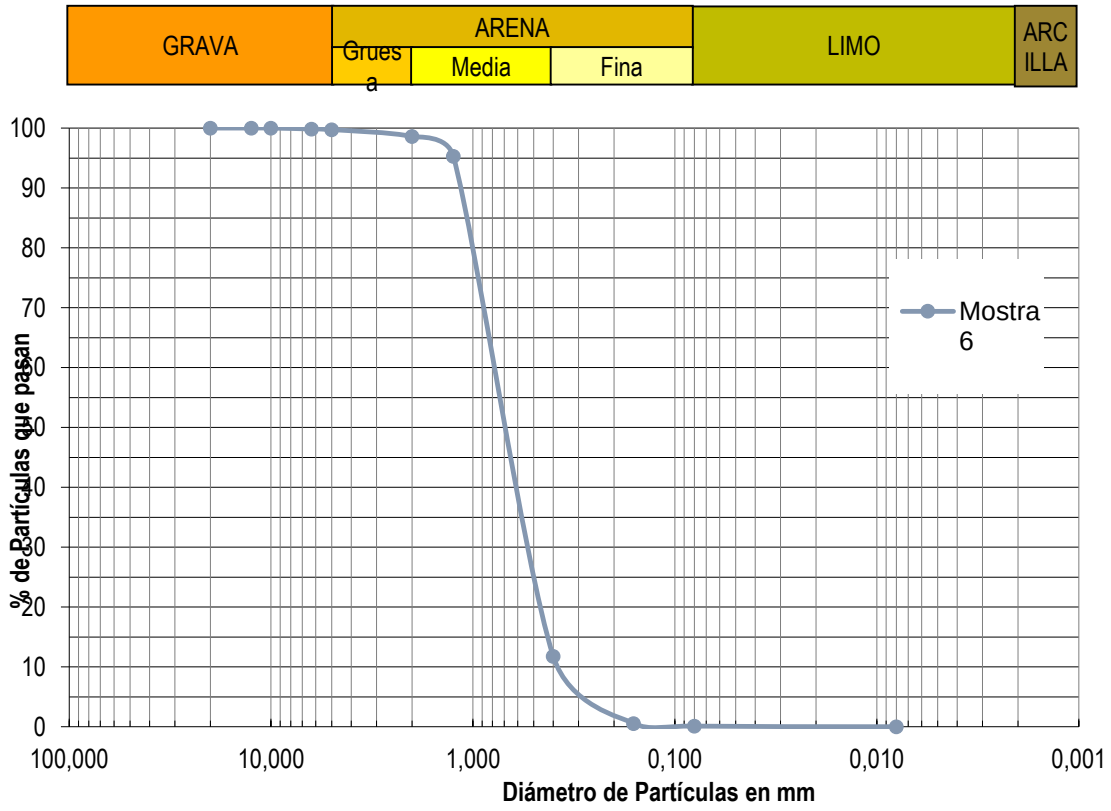
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	560,87	560,87	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	587,03	587,03	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,30	545,67	543,43	2,24	2,24	0,20	0,20	99,80
5,00	552,59	552,27	0,32	2,56	0,03	0,23	99,77
2,00	515,68	506,12	9,56	12,12	0,85	1,08	98,92
1,25	523,62	477,96	45,66	57,78	4,08	5,16	94,84
0,40	1409,62	435,40	974,22	1032,00	87,00	92,17	7,83
0,16	488,34	413,12	75,22	1107,22	6,72	98,88	1,12
0,08	414,03	405,27	8,76	1115,98	0,78	99,67	0,33
PASANTE	476,32	472,57	3,75	1119,73	0,33	100,00	0,00
TOTAL			1119,73		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 6

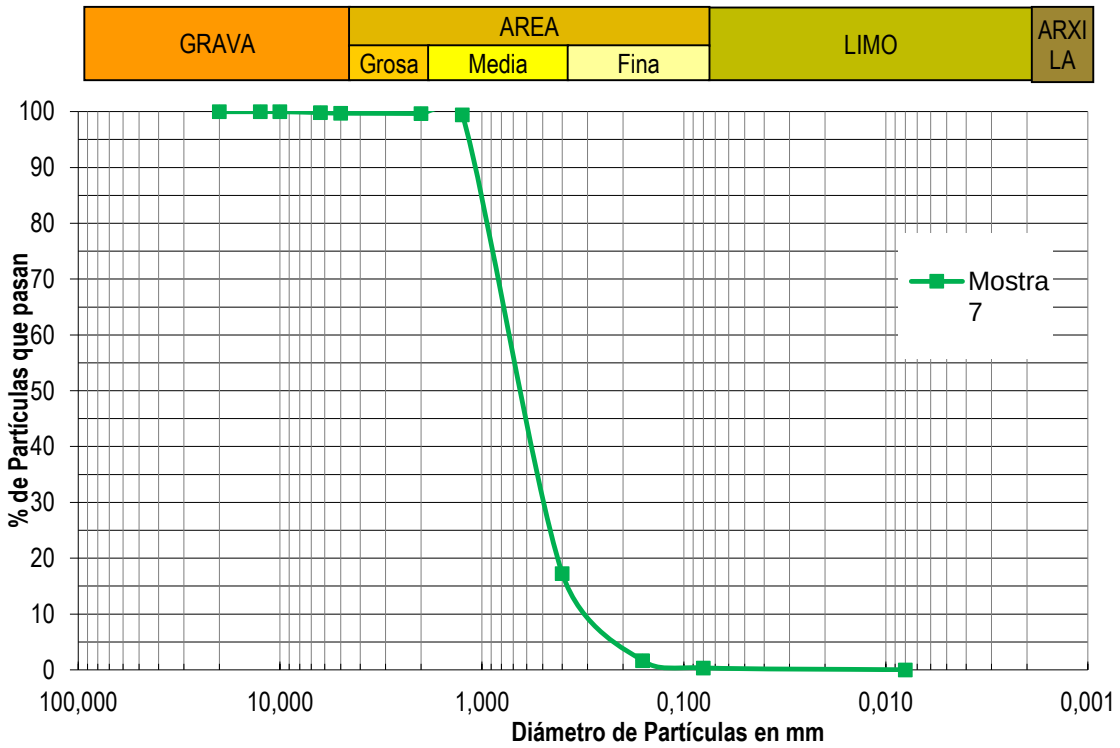
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	560,87	560,87	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	587,03	587,03	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,30	545,45	543,43	2,02	2,02	0,15	0,15	99,85
5,00	553,67	552,27	1,40	3,42	0,11	0,26	99,74
2,00	521,48	506,12	15,36	18,78	1,16	1,42	98,58
1,25	521,53	477,96	43,57	62,35	3,28	4,70	95,30
0,40	1543,74	435,40	1108,34	1170,69	83,54	88,24	11,76
0,16	561,50	413,12	148,38	1319,07	11,18	99,42	0,58
0,08	411,56	405,27	6,29	1325,36	0,47	99,90	0,10
PASANTE	473,92	472,57	1,35	1326,71	0,10	100,00	0,00
TOTAL			1326,71		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 7

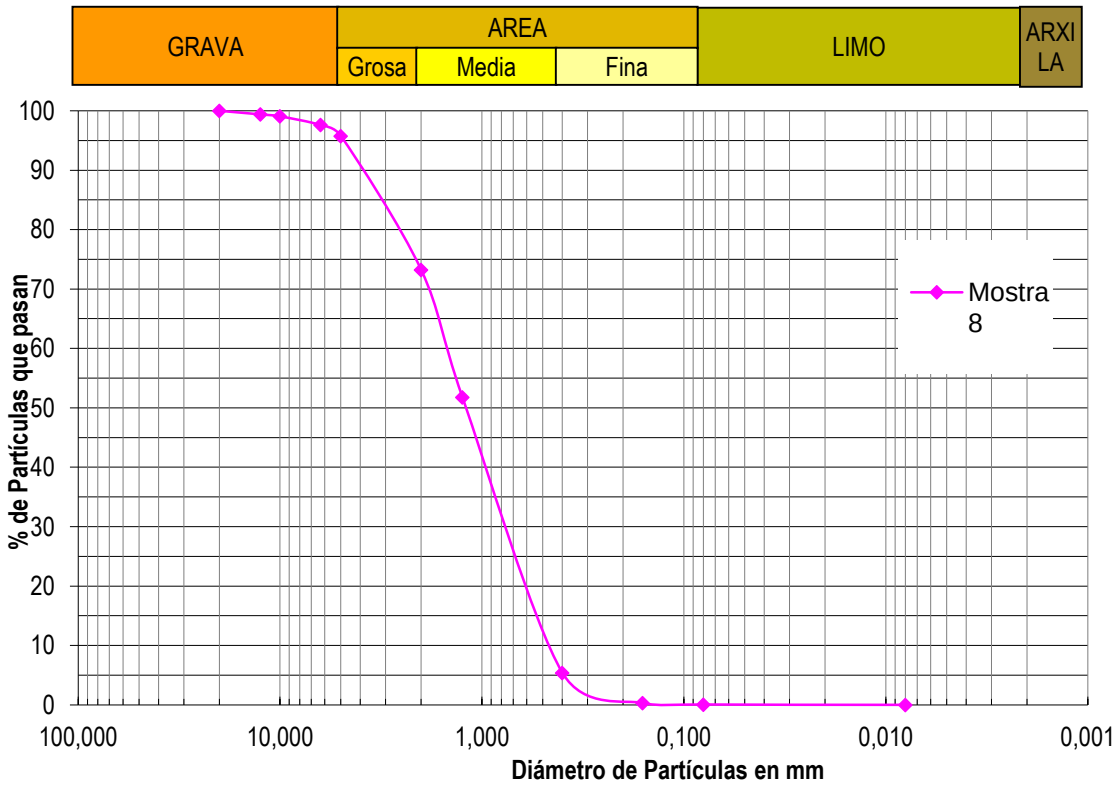
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	560,87	560,87	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	587,03	587,03	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,30	545,67	543,43	2,24	2,24	0,16	0,16	99,84
5,00	553,85	552,27	1,58	3,82	0,12	0,28	99,72
2,00	506,83	506,12	0,71	4,53	0,05	0,33	99,67
1,25	480,94	477,96	2,98	7,51	0,22	0,55	99,45
0,40	1556,75	435,40	1121,35	1128,86	82,17	82,72	17,28
0,16	626,63	413,12	213,51	1342,37	15,65	98,36	1,64
0,08	423,02	405,27	17,75	1360,12	1,30	99,66	0,34
PASANTE	477,15	472,57	4,58	1364,70	0,34	100,00	0,00
TOTAL			1364,70		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 8

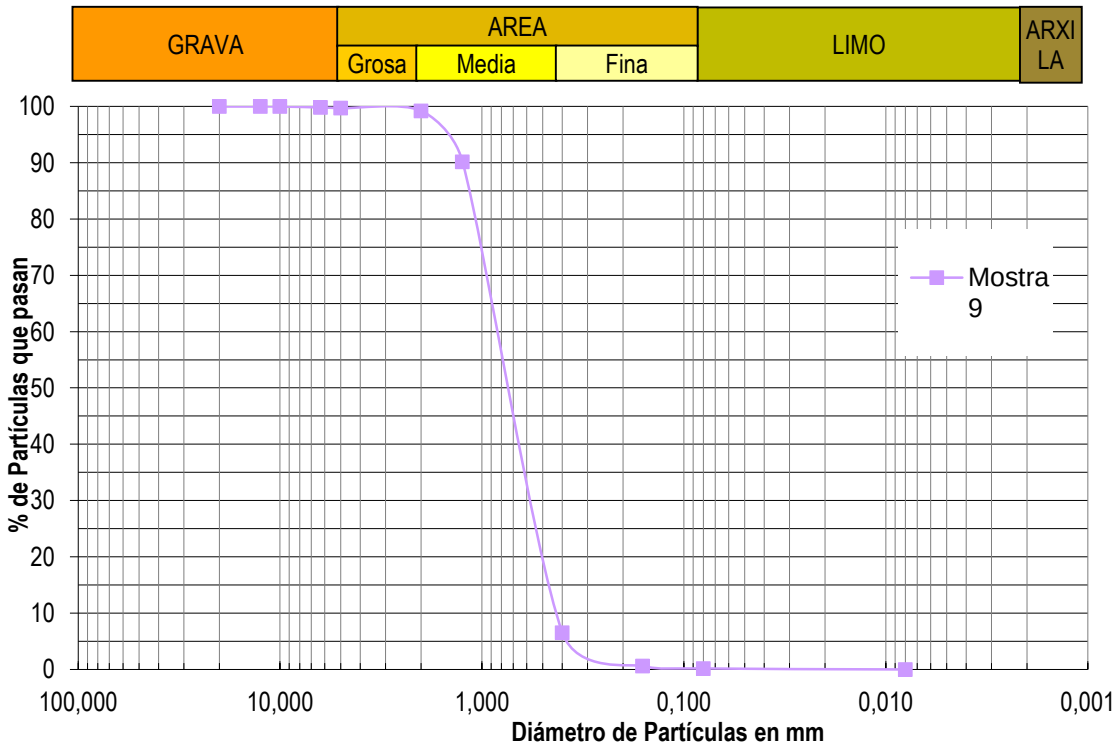
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	570,03	560,87	9,16	9,16	0,61	0,61	99,39
10,00	592,09	587,03	5,06	14,22	0,33	0,94	99,06
6,30	565,41	543,43	21,98	36,20	1,46	2,40	97,60
5,00	580,11	552,27	27,84	64,04	1,84	4,24	95,76
2,00	847,04	506,12	340,92	404,96	22,57	26,81	73,19
1,25	801,69	477,96	323,73	728,69	21,43	48,24	51,76
0,40	1135,72	435,40	700,32	1429,01	46,36	94,61	5,39
0,16	489,81	413,12	76,69	1505,70	5,08	99,68	0,32
0,08	409,18	405,27	3,91	1509,61	0,26	99,94	0,06
PASANTE	473,44	472,57	0,87	1510,48	0,06	100,00	0,00
TOTAL			1510,48		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 9

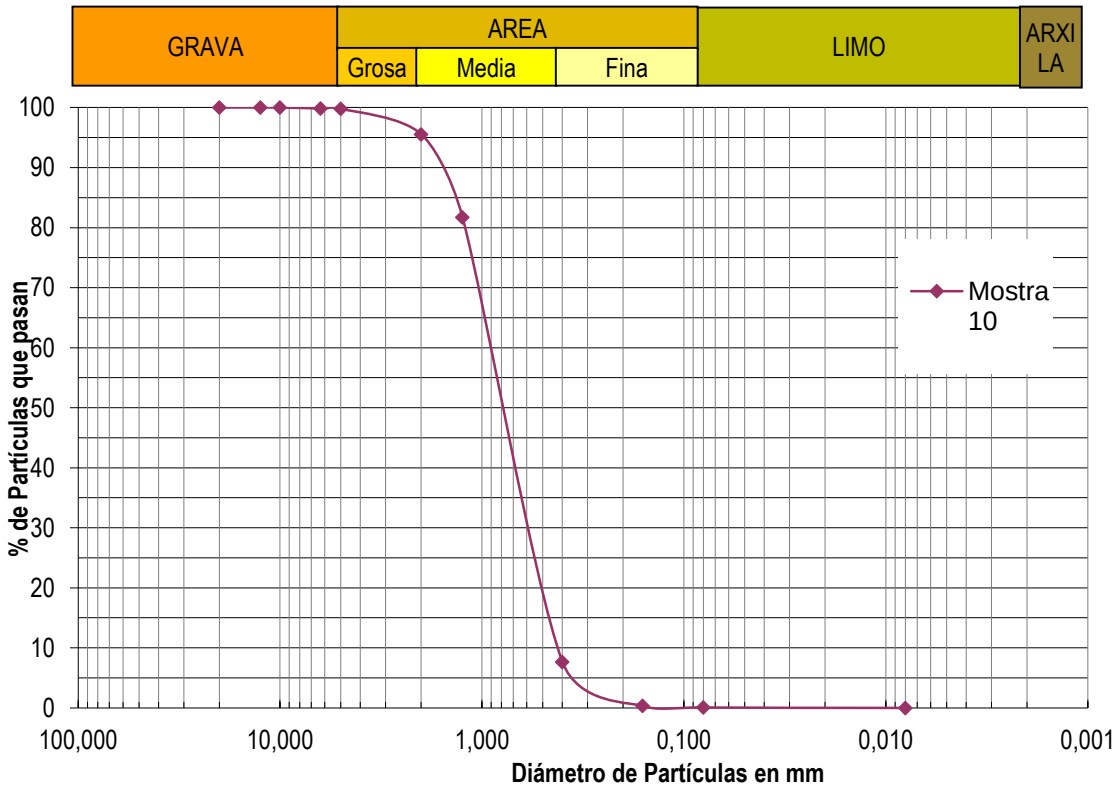
TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	560,87	560,87	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	587,03	587,03	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,30	545,67	543,43	2,24	2,24	0,17	0,17	99,83
5,00	553,85	552,27	1,58	3,82	0,12	0,29	99,71
2,00	512,44	506,12	6,32	10,14	0,48	0,76	99,24
1,25	598,07	477,96	120,11	130,25	9,04	9,80	90,20
0,40	1547,49	435,40	1112,09	1242,34	83,67	93,47	6,53
0,16	491,78	413,12	78,66	1321,00	5,92	99,39	0,61
0,08	411,10	405,27	5,83	1326,83	0,44	99,82	0,18
PASANTE	474,90	472,57	2,33	1329,16	0,18	100,00	0,00
TOTAL			1329,16		100,00		



ANÁLISE GRANULOMÉTRICO

MOSTRA 10

TAMIZ (mm)	PESO RETIDO EN TAMIZ (g)	PESO TAMIZ (g)	PESO RETIDO (g)	RETIDO ACUMULADO (g)	%PESO RETIDO	%RETIDO ACUMULADO	%PASA
20,00	549,33	549,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	560,87	560,87	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	587,03	587,03	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,30	545,67	543,43	2,24	2,24	0,16	0,16	99,84
5,00	552,72	552,27	0,45	2,69	0,03	0,19	99,81
2,00	566,32	506,12	60,20	62,89	4,26	4,45	95,55
1,25	673,22	477,96	195,26	258,15	13,82	18,27	81,73
0,40	1481,29	435,40	1045,89	1304,04	74,04	92,31	7,69
0,16	516,88	413,12	103,76	1407,80	7,35	99,66	0,34
0,08	409,08	405,27	3,81	1411,61	0,27	99,93	0,07
PASANTE	473,56	472,57	0,99	1412,60	0,07	100,00	0,00
TOTAL			1412,60		100,00		



DENSIDADE APARENTE

MOSTRA 1

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	101,91
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	256,85

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	154,94
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,55

MOSTRA 2

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	102,16
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	241,16

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	139
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,39

DENSIDADE APARENTE

MOSTRA 3

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	101,33
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	241

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	139,67
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,40

MOSTRA 4

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	102,31
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	235,26

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	133
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,33

DENSIDADE APARENTE

MOSTRA 5

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	102
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	235,91

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	133,91
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,34

MOSTRA 6

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	102,74
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	241,5

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	138,8
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,39

DENSIDADE APARENTE

MOSTRA 7

DATOS	
V_c (Volumen cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilidro g)	102,91
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	236,54

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	133,63
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,34

MOSTRA 8

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	103,36
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	245,14

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	141,8
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,42

DENSIDADE APARENTE

MOSTRA 9

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	103,66
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	239,02

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	135,36
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,35

MOSTRA 10

DATOS	
V_c (Volume cilindro cm^3)	100
P_c (Peso cilindro g)	102,91
P_{c+s} (Peso cilindro+Solo seco g)	245,42

CÁLCULOS		
P_s (Peso solo seco g)	$P_s=P_{c+s}-P_c$	142,5
D_a (Densidade aparente g/cm^3)	$D_a=P_s/V_c$	1,43

DENSIDADE REAL

MOSTRA 1

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	75,43
P_s (Peso solo g)	40,64
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volume total cm3)	46

CÁLCULOS		
V_s (Volume desprazado cm^3)	$V_s = V_t - V_a$	16
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a = P_s/V_s$	2,54

MOSTRA 2

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	76,45
P_s (Peso solo g)	41,66
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volume total cm3)	48

CÁLCULOS		
V_s (Volume desprazado cm^3)	$V_s = V_t - V_a$	18
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a = P_s/V_s$	2,31

DENSIDADE REAL

MOSTRA 3

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	76,65
P_s (Peso solo g)	41,86
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volume total cm3)	48

CÁLCULOS		
V_s (Volume desprazado cm^3)	$V_s = V_t - V_a$	18
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a = P_s/V_s$	2,33

MOSTRA 4

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	73,56
P_s (Peso solo g)	38,77
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volume total cm3)	46

CÁLCULOS		
V_s (Volume desprazado cm^3)	$V_s = V_t - V_a$	16
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a = P_s/V_s$	2,42

DENSIDADE REAL

MOSTRA 5

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	75,6
P_s (Peso solo g)	40,81
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volume total cm3)	46

CÁLCULOS		
V_s (Volumen desprazado cm^3)	$V_s = V_t - V_a$	16
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a = P_s/V_s$	2,55

MOSTRA 6

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	78,82
P_s (Peso solo g)	44,03
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volume total cm3)	48

CÁLCULOS		
V_s (Volume desprazado cm^3)	$V_s = V_t - V_a$	18
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a = P_s/V_s$	2,45

DENSIDADE REAL

MOSTRA 7

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	74,2
P_s (Peso solo g)	39,41
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volume total cm3)	47

CÁLCULOS		
V_s (Volume desprazado cm^3)	$V_s = V_t - V_a$	17
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a = P_s/V_s$	2,32

MOSTRA 8

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	78,47
P_s (Peso solo g)	43,68
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volume total cm3)	47

CÁLCULOS		
V_s (Volume desprazado cm^3)	$V_s = V_t - V_a$	17
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a = P_s/V_s$	2,57

DENSIDADE REAL

MOSTRA 9

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	77,4
P_s (Peso solo g)	42,61
V_a (Volume de auga cm3)	30
V_t (Volumen total cm3)	47

CÁLCULOS		
V_s (Volume desprazado cm^3)	$V_s= V_t-V_a$	17
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a=P_s/V_s$	2,51

MOSTRA 10

DATOS	
P_p (Peso probeta g)	34,79
P_{p+c} (Peso probeta+solo g)	78,95
P_s (Peso solo g)	44,16
V_a (Volumen de auga cm3)	30
V_t (Volumen total cm3)	47

CÁLCULOS		
V_s (Volumen desprazado cm^3)	$V_s= V_t-V_a$	17
D_a (Densidade real g/cm^3)	$D_a=P_s/V_s$	2,60

POROSIDADE

	DENSIDADE REAL (gr/cm^3)	DENSIDADE APARENTE (gr/cm^3)	POROSIDADE %
MOSTRA 1	2,54	1,55	38,98
MOSTRA 2	2,31	1,39	39,83
MOSTRA 3	2,33	1,4	39,91
MOSTRA 4	2,42	1,33	45,04
MOSTRA 5	2,55	1,34	47,45
MOSTRA 6	2,45	1,39	43,27
MOSTRA 7	2,32	1,34	42,24
MOSTRA 8	2,57	1,42	44,75
MOSTRA 9	2,51	1,35	46,22
MOSTRA 10	2,6	1,43	45,00

SALINIDADE

	CE en µS/m a 25 ºC	CE en dS/m a 25 ºC	T °C
MOSTRA 1	186,5	0,001865	23,7
MOSTRA 2	134,8	0,001348	23,7
MOSTRA 3	118,2	0,001182	23,8
MOSTRA 4	106,6	0,001066	25,2
MOSTRA 5	100,8	0,001008	25,2
MOSTRA 6	70,8	0,000708	25,8
MOSTRA 7	60,2	0,000602	25,6
MOSTRA 8	98,4	0,000984	25,5
MOSTRA 9	115	0,001150	25,6
MOSTRA 10	126,7	0,001267	25,7

ACIDEZ

	pH_{H2O}	T_{H2O}	pH_{KCl}	T_{KCl}	ΔpH
MOSTRA 1	5,88	21,3	5,66	21,3	-0,22
MOSTRA 2	5,81	21	5,52	21,2	-0,29
MOSTRA 3	5,64	21,1	5,06	21,2	-0,58
MOSTRA 4	5,68	21,3	5,12	21,4	-0,56
MOSTRA 5	5,94	20,6	5,68	20,5	-0,26
MOSTRA 6	5,84	20,8	5,57	20,7	-0,27
MOSTRA 7	5,8	20,9	5,53	20,8	-0,27
MOSTRA 8	5,96	21,2	5,61	21	-0,35
MOSTRA 9	5,88	21,4	5,62	21,1	-0,26
MOSTRA 10	5,95	21,4	5,72	21,2	-0,23

CONTIDO EN Ca - MG

	Gotas de Titrante	miliequivalencias por 100 g
MOSTRA 1	4	6
MOSTRA 2	4	6
MOSTRA 3	3	4,5
MOSTRA 4	3	4,5
MOSTRA 5	3	4,5
MOSTRA 6	3	4,5
MOSTRA 7	2	3
MOSTRA 8	2	3
MOSTRA 9	2	3
MOSTRA 10	2	3

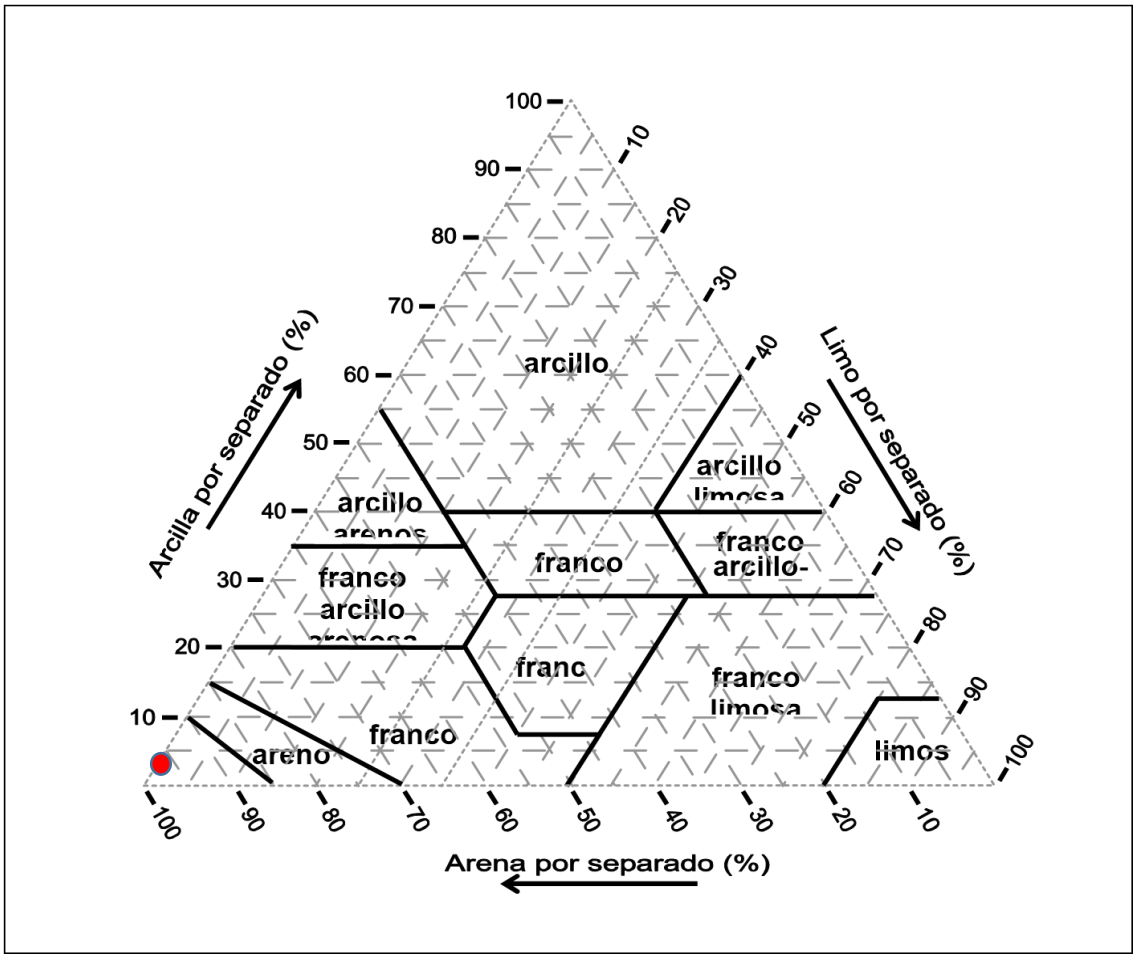
TEXTURA

MOSTRA 1

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1,0015
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	24,3
L_2 (Lectura ás 2 h)	1
T_2 (Temperatura ás 2 h)	23,6

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	1,548
FC_2	1,296
LC_{40}	2,5495
LC_2	2,296

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	4,25
%AC (Porcentaxe de arxila)	3,83
%L (Porcentaxe de limo)	0,42
%A (Porcentaxe de area)	95,75



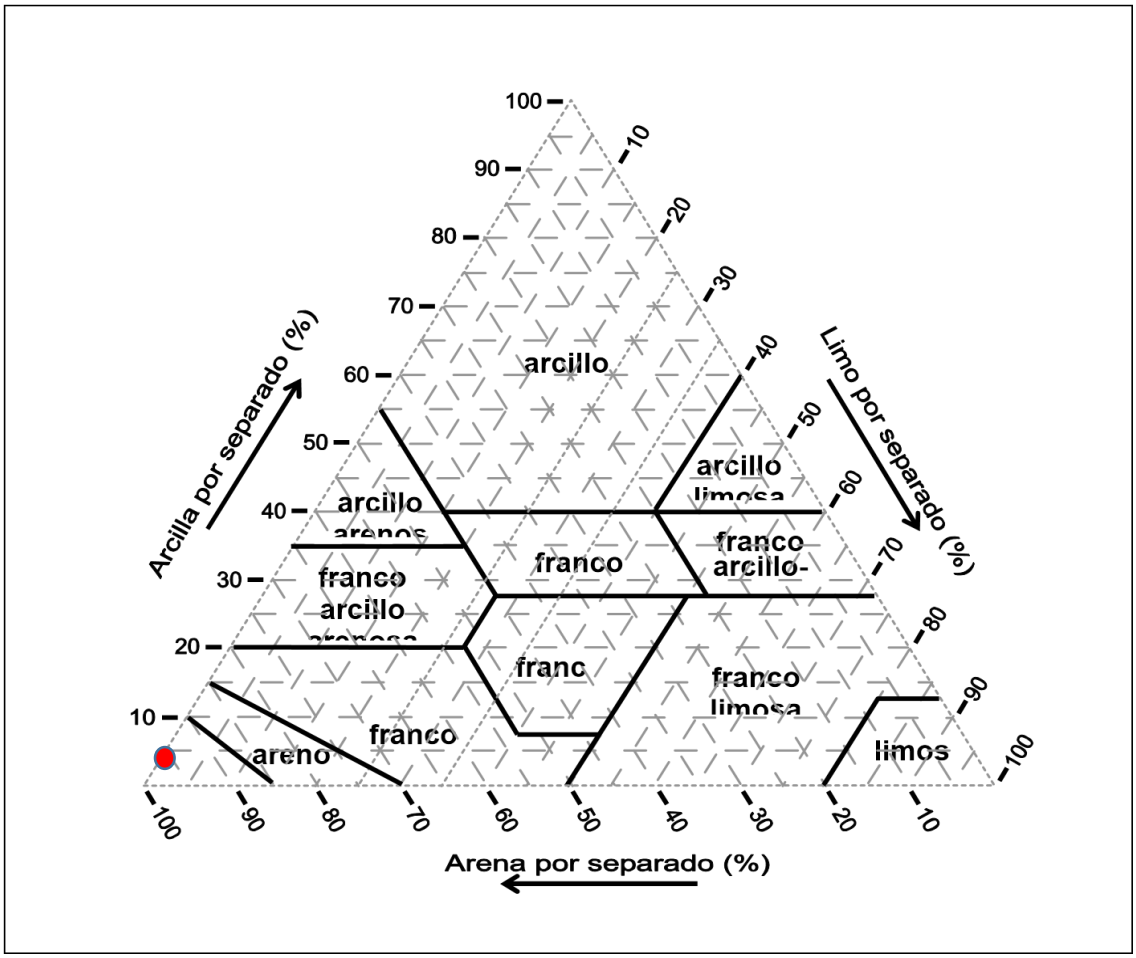
TEXTURA

MOSTRA 2

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	25,1
L_2 (Lectura ás 2 h)	1
T_2 (Temperatura ás 2 h)	23,9

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	1,836
FC_2	1,404
LC_{40}	2,836
LC_2	2,404

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	4,73
%AC (Porcentaxe de arxila)	4,01
%L (Porcentaxe de limo)	0,72
%A (Porcentaxe de area)	95,27



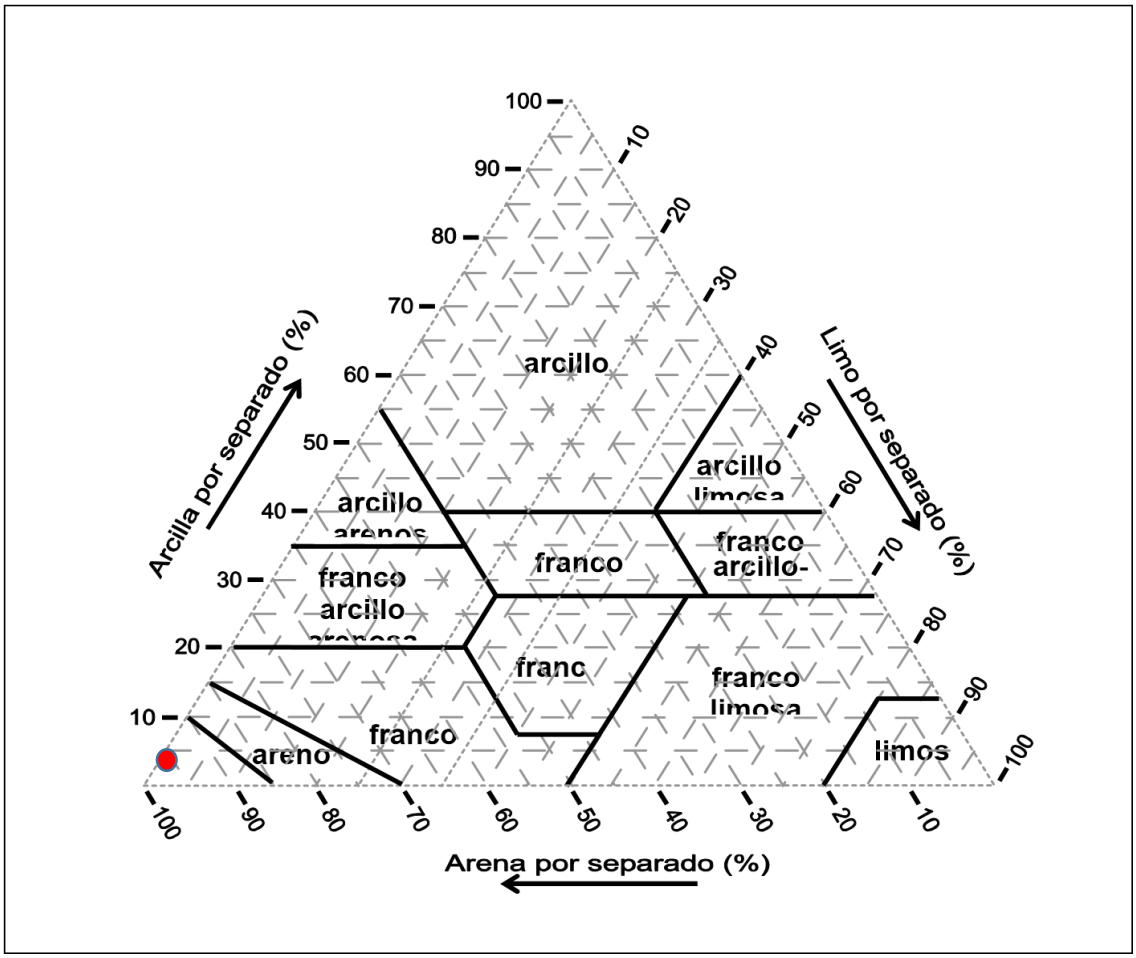
TEXTURA

MOSTRA 3

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	25,1
L_2 (Lectura ás 2 h)	1
T_2 (Temperatura ás 2 h)	23,9

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	1,836
FC_2	1,404
LC_{40}	2,836
LC_2	2,404

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	4,73
%AC (Porcentaxe de arxila)	4,01
%L (Porcentaxe de limo)	0,72
%A (Porcentaxe de area)	95,27



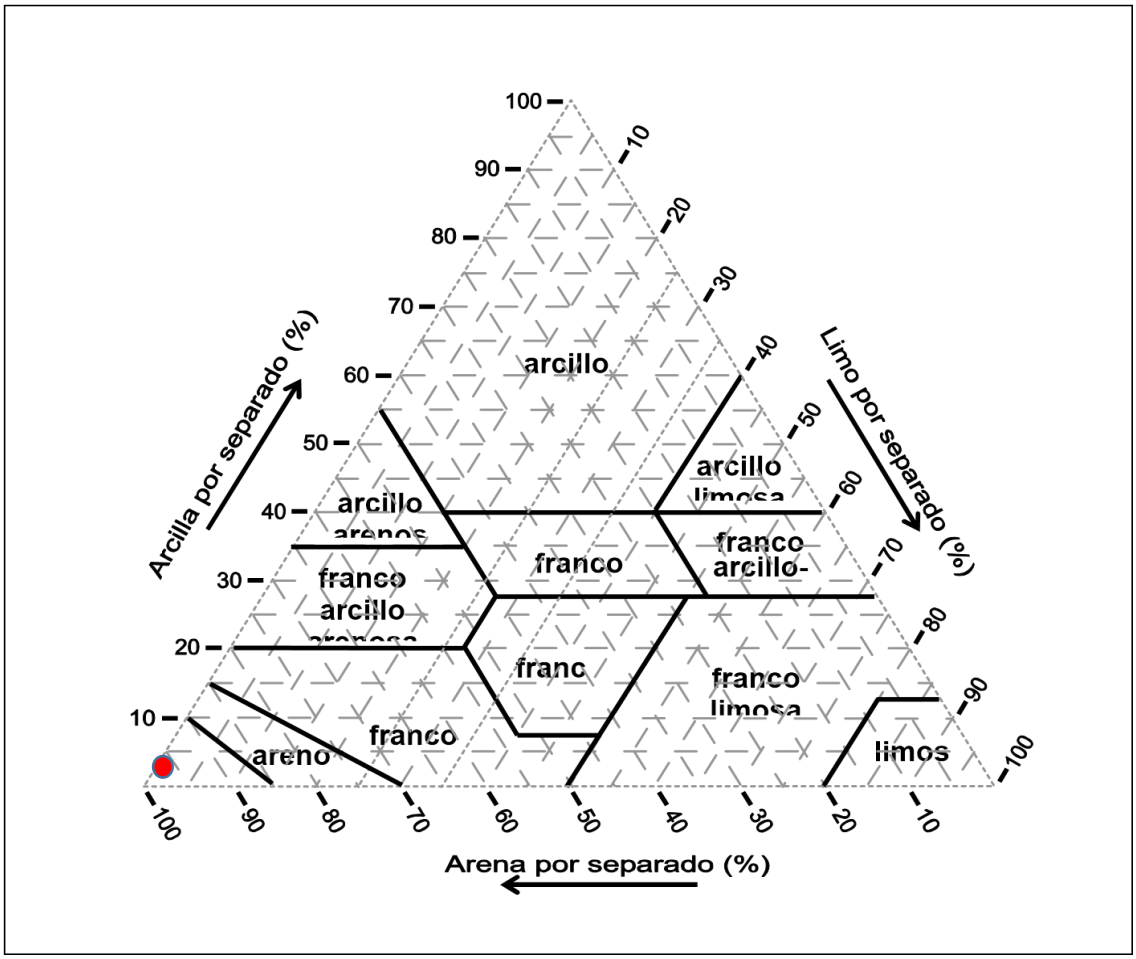
TEXTURA

MOSTRA 4

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1,001
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	23,6
L_2 (Lectura ás 2 h)	1
T_2 (Temperatura ás 2 h)	22,8

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	1,296
FC_2	1,008
LC_{40}	2,297
LC_2	2,008

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	3,83
%AC (Porcentaxe de arxila)	3,35
%L (Porcentaxe de limo)	0,48
%A (Porcentaxe de area)	96,17



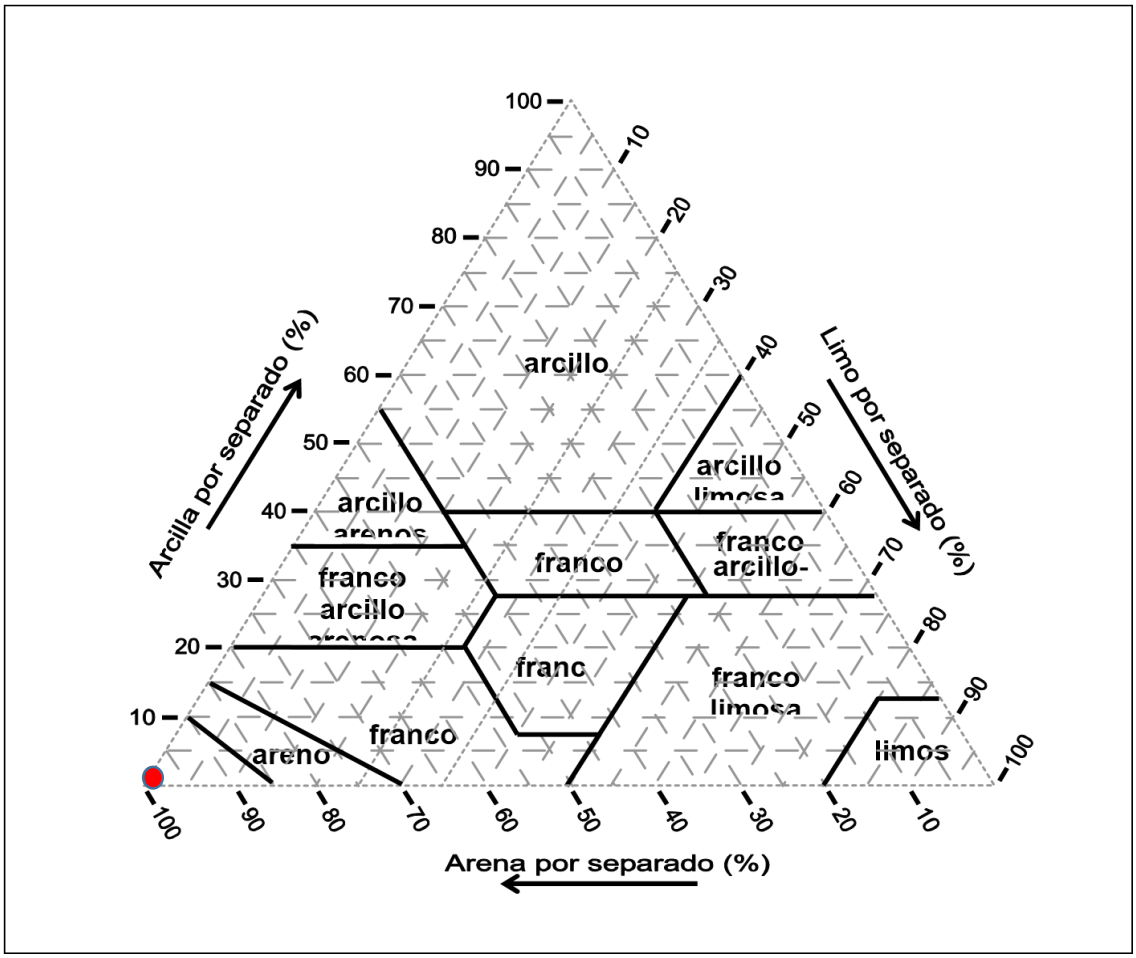
TEXTURA

MOSTRA 5

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1,001
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	19,7
L_2 (Lectura ás 2 h)	1,0005
T_2 (Temperatura ás 2 h)	19,1

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	-0,108
FC_2	-0,324
LC_{40}	0,893
LC_2	0,6765

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	1,49
%AC (Porcentaxe de arxila)	1,13
%L (Porcentaxe de limo)	0,36
%A (Porcentaxe de area)	98,51



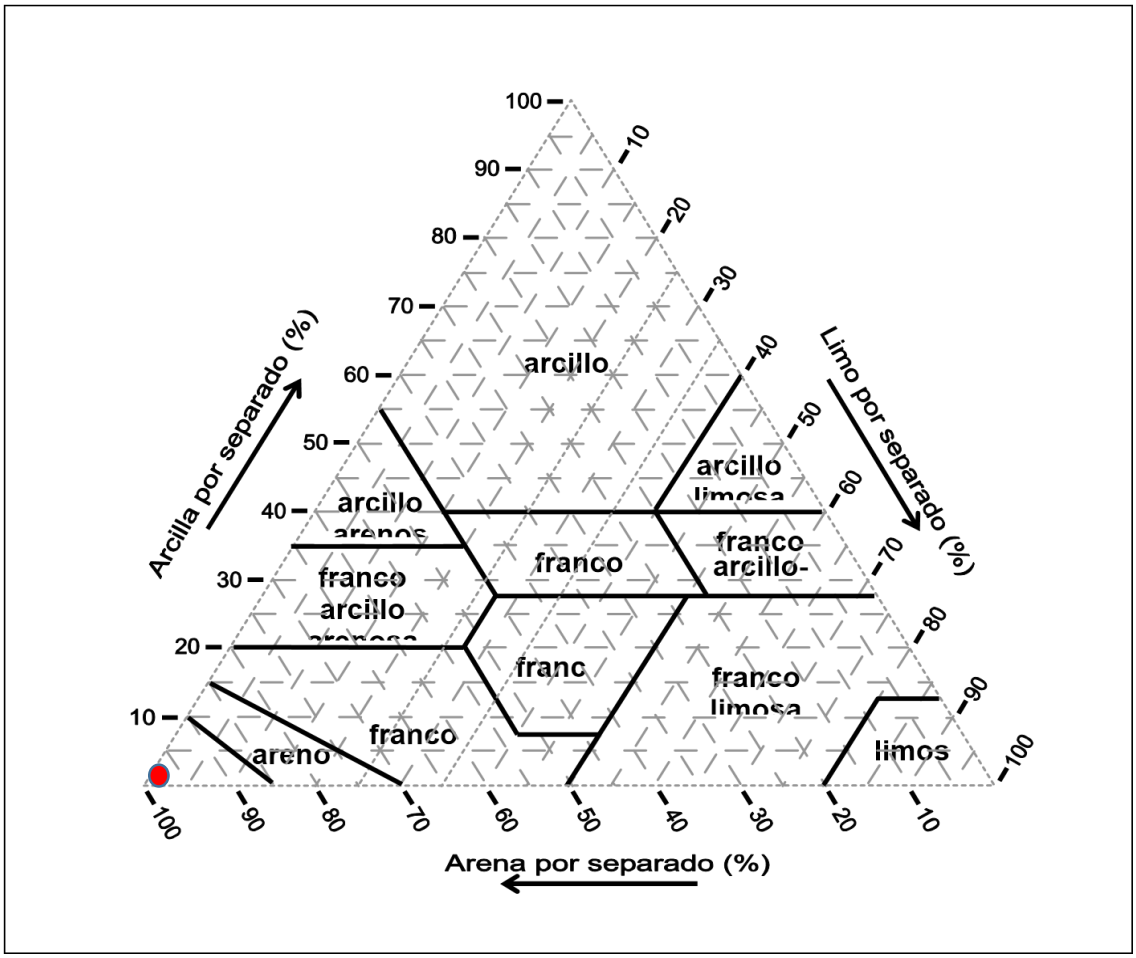
TEXTURA

MOSTRA 6

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1,001
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	19,8
L_2 (Lectura ás 2 h)	1,0005
T_2 (Temperatura ás 2 h)	19,6

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	-0,072
FC_2	-0,144
LC_{40}	0,929
LC_2	0,8565

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	1,55
%AC (Porcentaxe de arxila)	1,43
%L (Porcentaxe de limo)	0,12
%A (Porcentaxe de area)	98,45



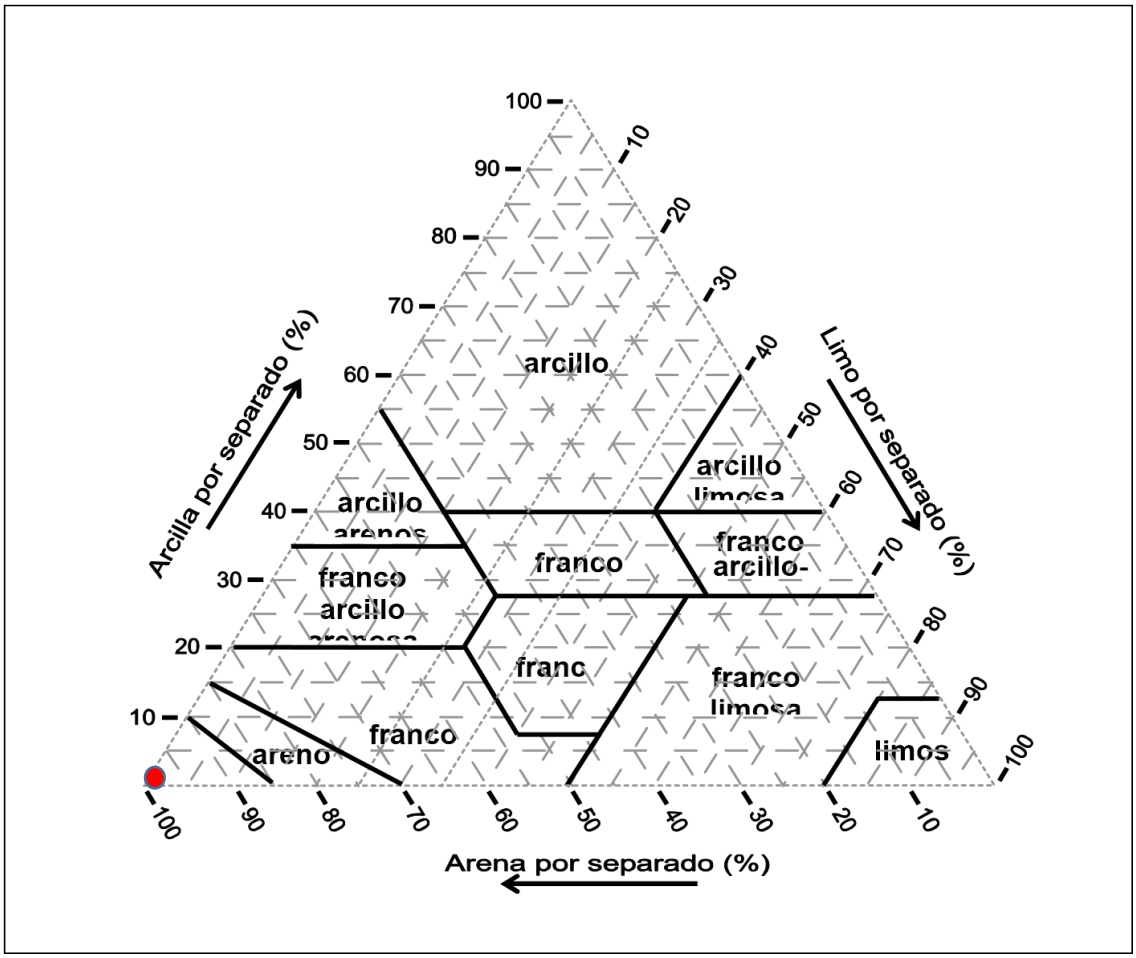
TEXTURA

MOSTRA 7

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1,0015
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	19,8
L_2 (Lectura ás 2 h)	1,0005
T_2 (Temperatura ás 2 h)	19,7

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	-0,072
FC_2	-0,108
LC_{40}	0,9295
LC_2	0,8925

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	1,55
%AC (Porcentaxe de arxila)	1,49
%L (Porcentaxe de limo)	0,06
%A (Porcentaxe de area)	98,45



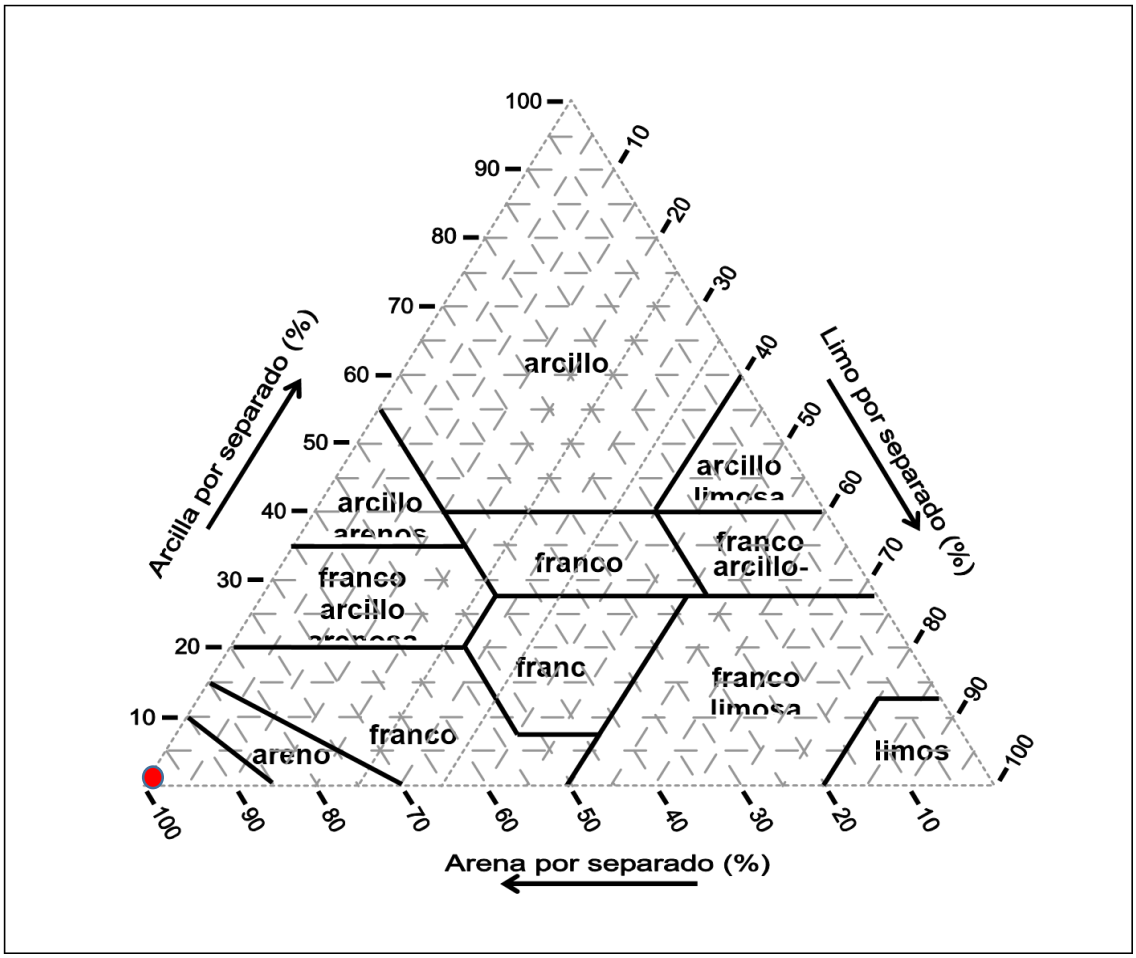
TEXTURA

MOSTRA 8

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1,005
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	18,5
L_2 (Lectura ás 2 h)	1,001
T_2 (Temperatura ás 2 h)	18,4

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	-0,54
FC_2	-0,576
LC_{40}	0,465
LC_2	0,425

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	0,78
%AC (Porcentaxe de arxila)	0,71
%L (Porcentaxe de limo)	0,07
%A (Porcentaxe de area)	99,23



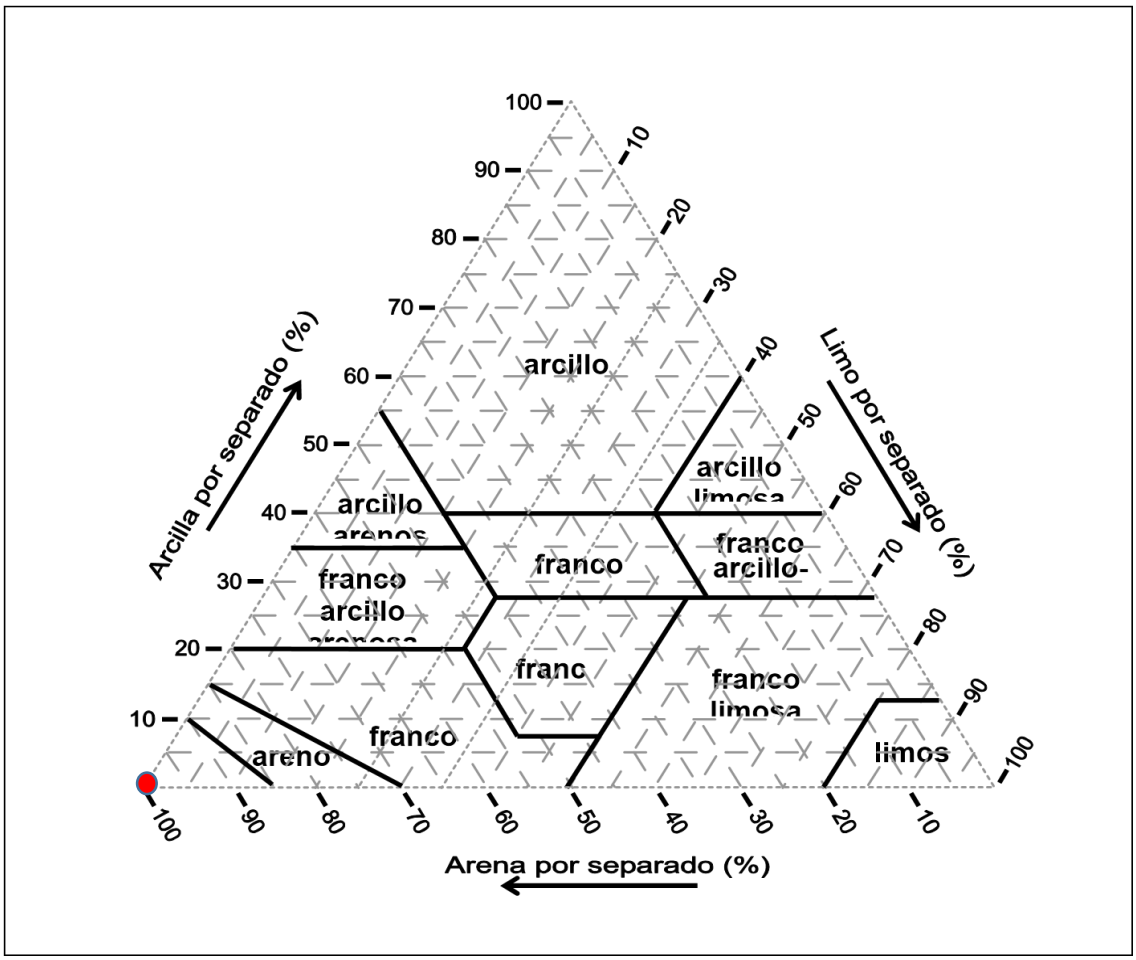
TEXTURA

MOSTRA 9

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1,0005
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	18,8
L_2 (Lectura ás 2 h)	1,0005
T_2 (Temperatura ás 2 h)	18,7

CORRECCIÓNS	
FC_{40}	-0,432
FC_2	-0,468
LC_{40}	0,5685
LC_2	0,5325

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	0,95
%AC (Porcentaxe de arxila)	0,89
%L (Porcentaxe de limo)	0,06
%A (Porcentaxe de area)	99,05



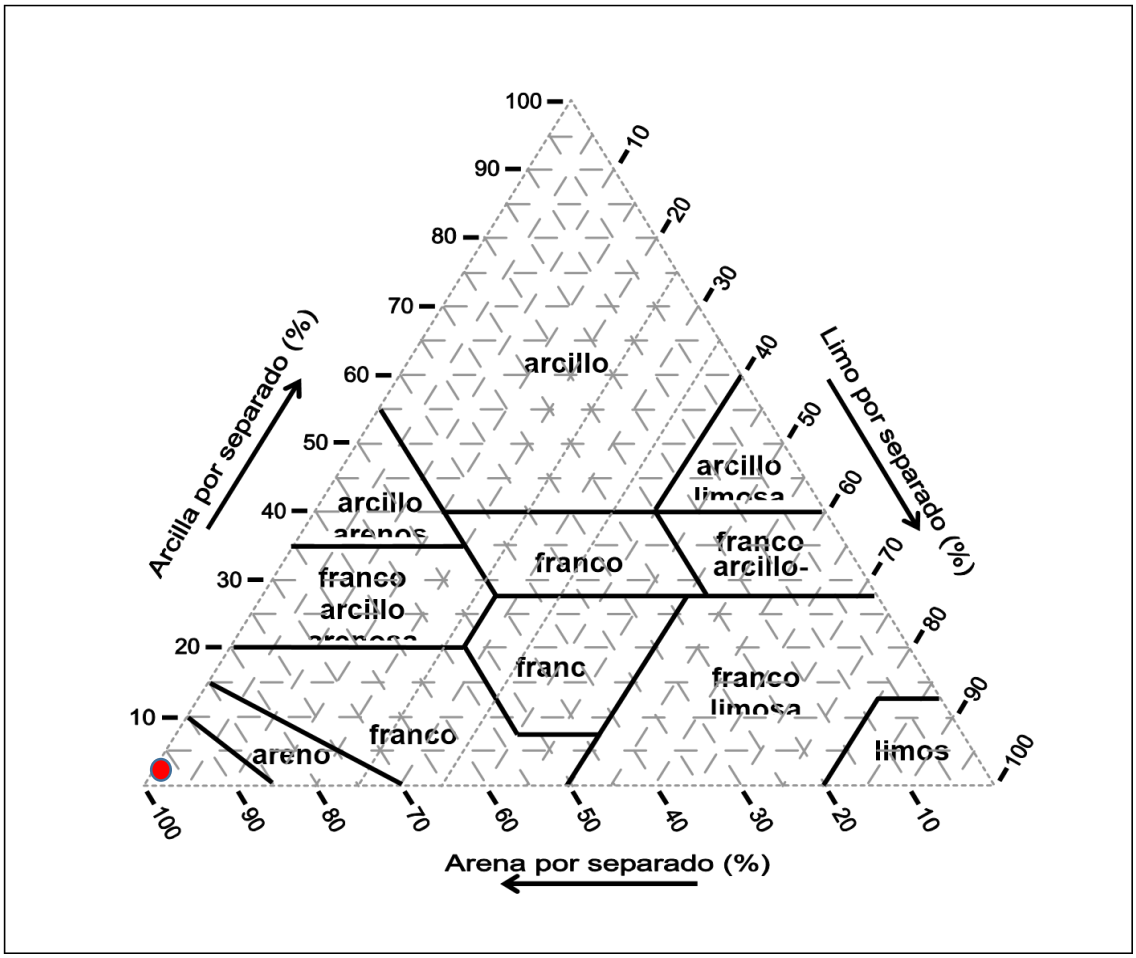
TEXTURA

MOSTRA 10

DATOS	
P (Peso da mostra)	60
L_{40} (Lectura aos 40 seg)	1
T_{40} (Temperatura aos 40 seg)	23,6
L_2 (Lectura ás 2 h)	1
T_2 (Temperatura ás 2 h)	23,2

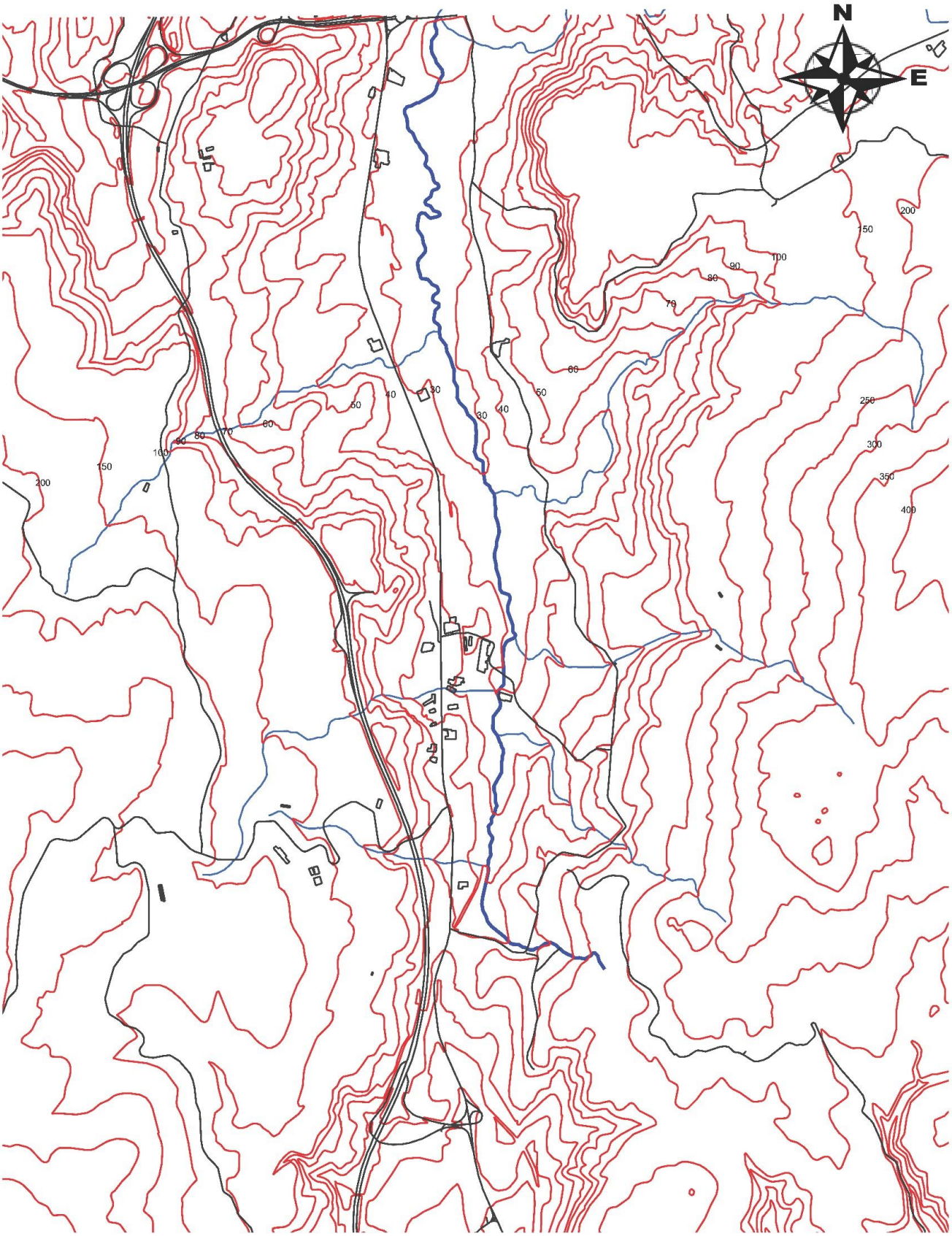
CORRECCIÓNS	
FC_{40}	1,296
FC_2	1,152
LC_{40}	2,296
LC_2	2,152

CÁLCULOS	
%L+AC (Porcentaxe de limo+arxila)	3,83
%AC (Porcentaxe de arxila)	3,59
%L (Porcentaxe de limo)	0,24
%A (Porcentaxe de area)	96,17

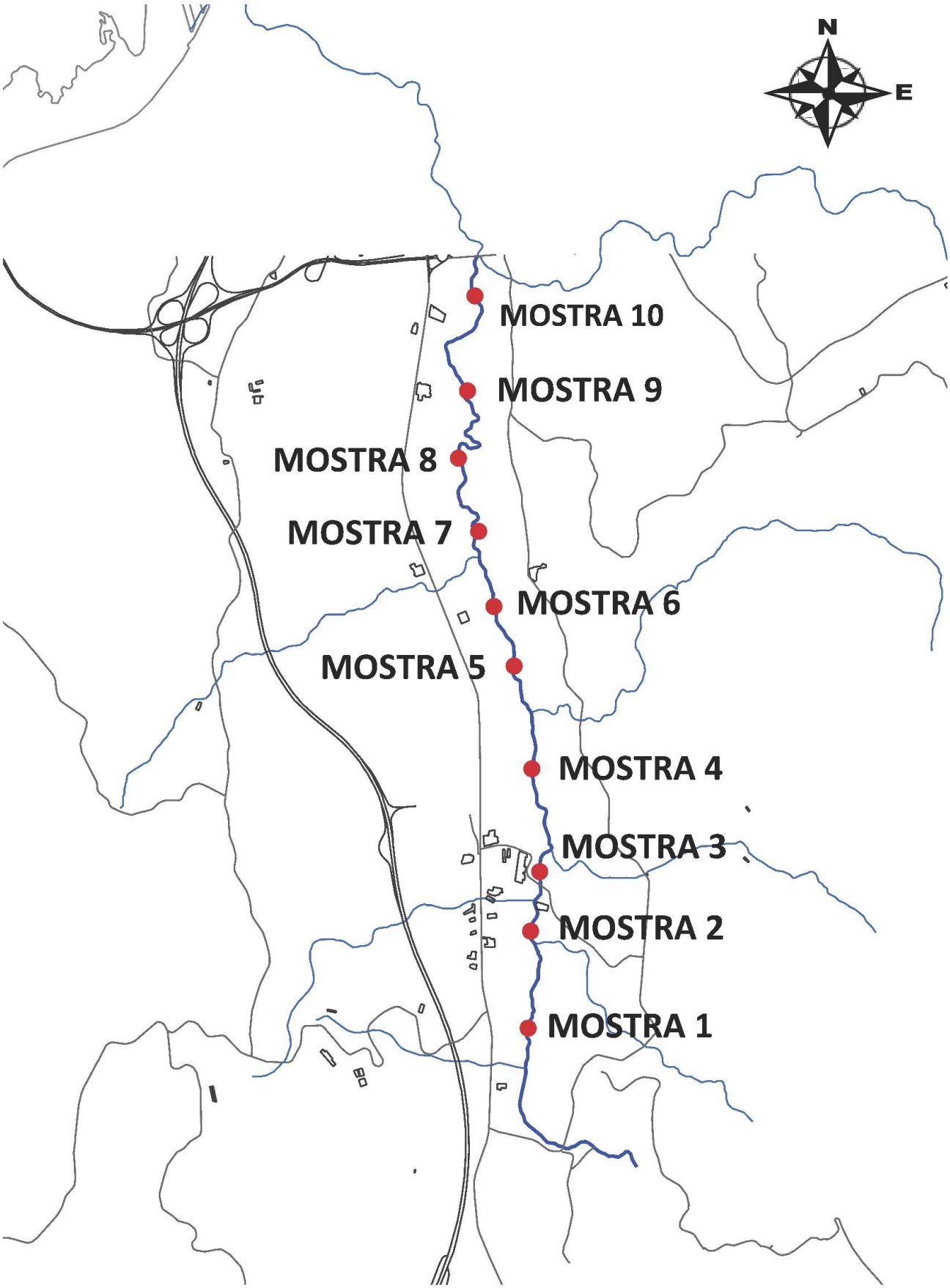


ANEXO 2:

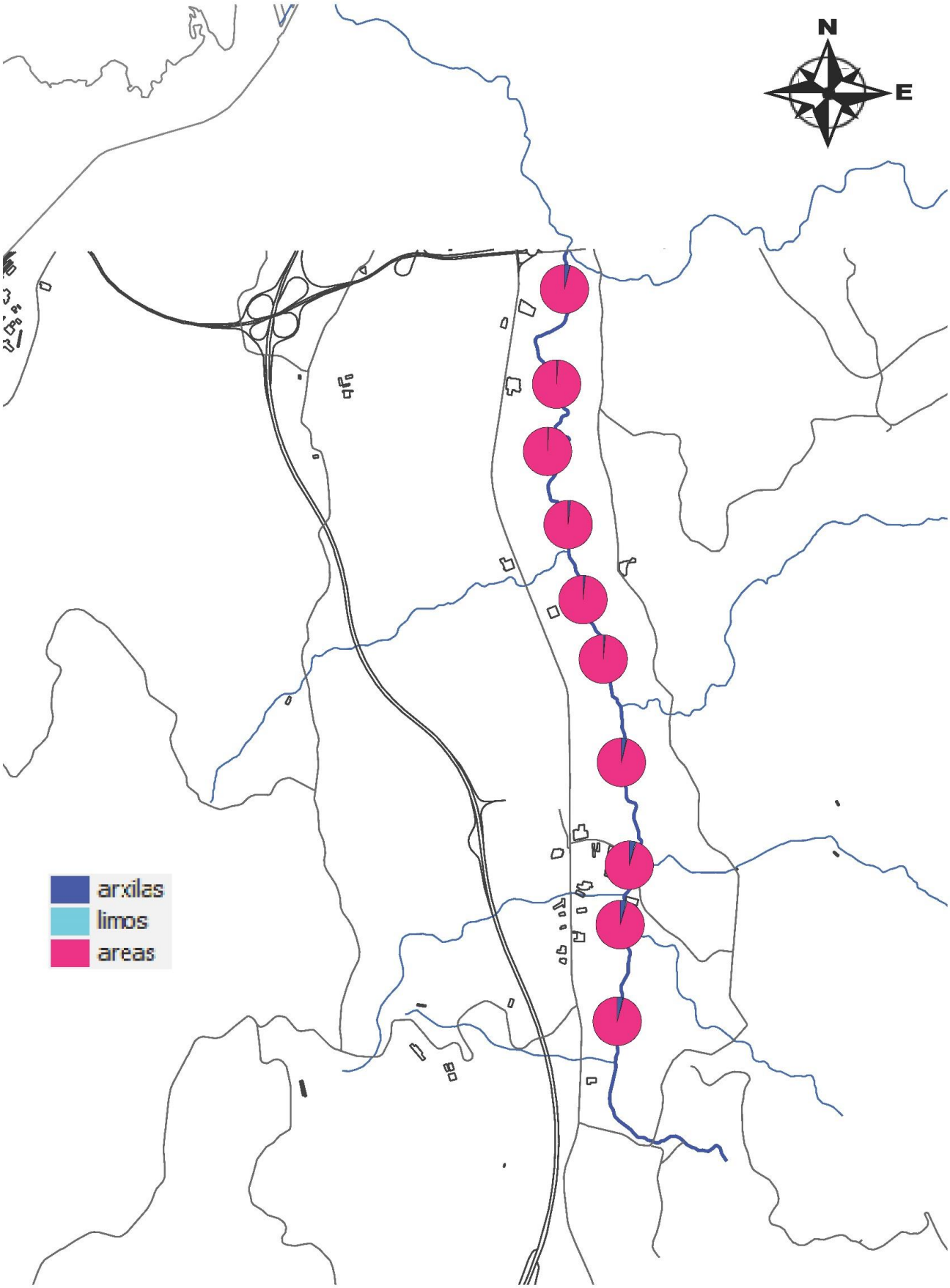
MAPAS



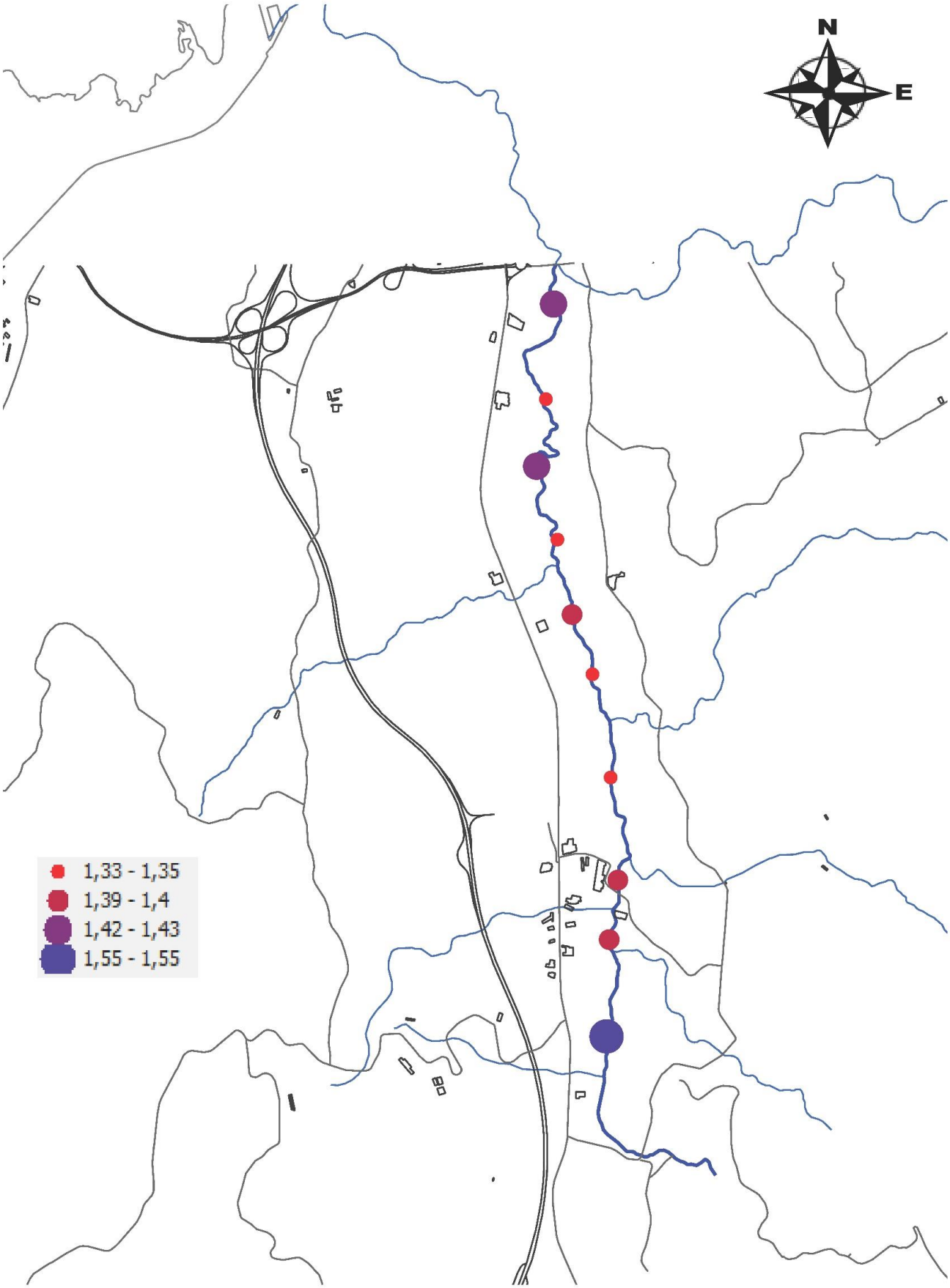
PROXECTO	Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)		
PLANO **TOPOGRÁFICO**	AUTOR Antón Vidal Alonso	ESCALA 0 100 200 300 Metros DATA XUÑO 2013	Nº 1



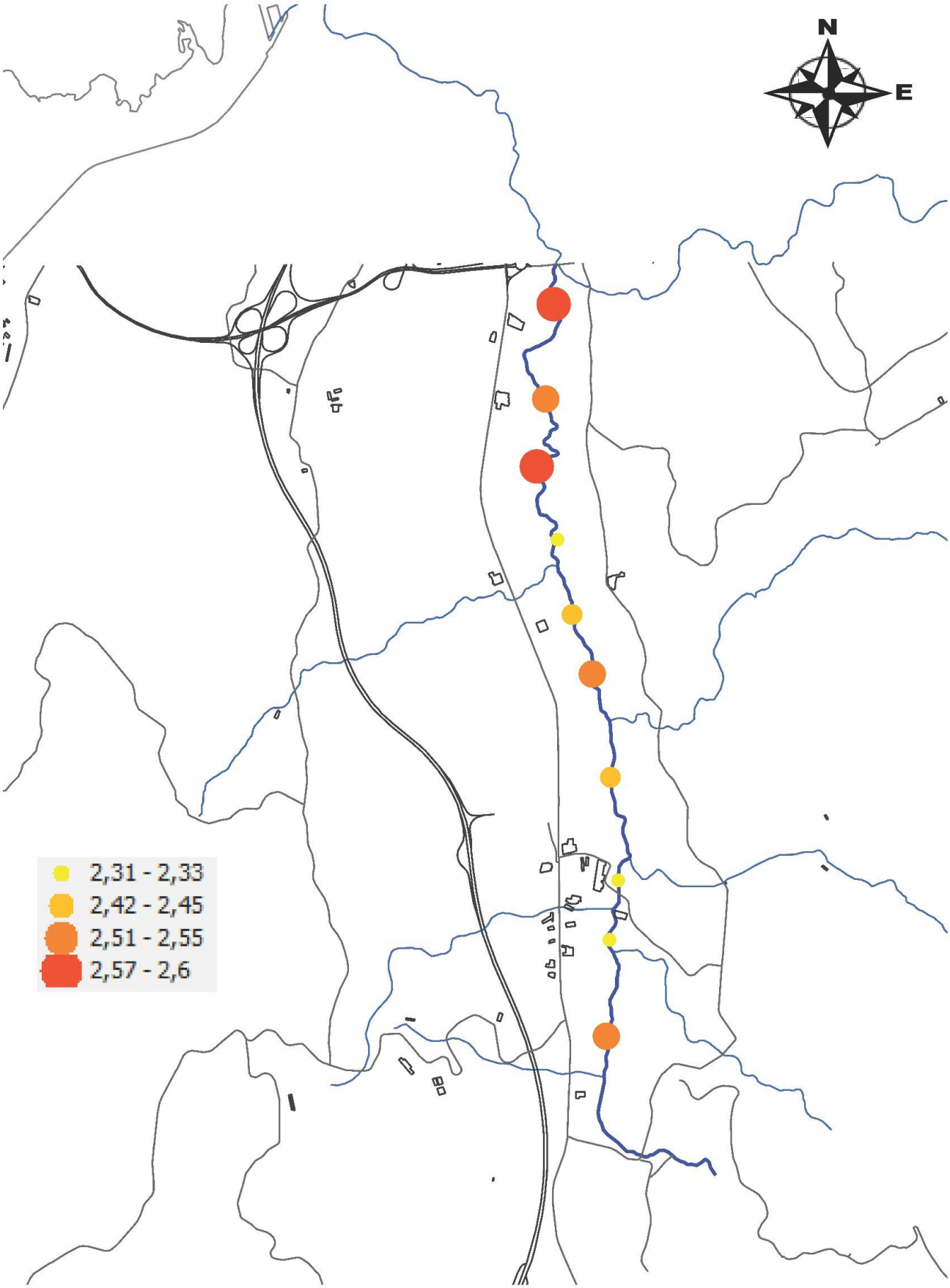
PROXECTO: Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)			
PLANO: **LOCALIZACIÓN**	AUTOR: Antón Vidal Alonso	ESCALA / DATA: XUÑO 2013	Nº 2



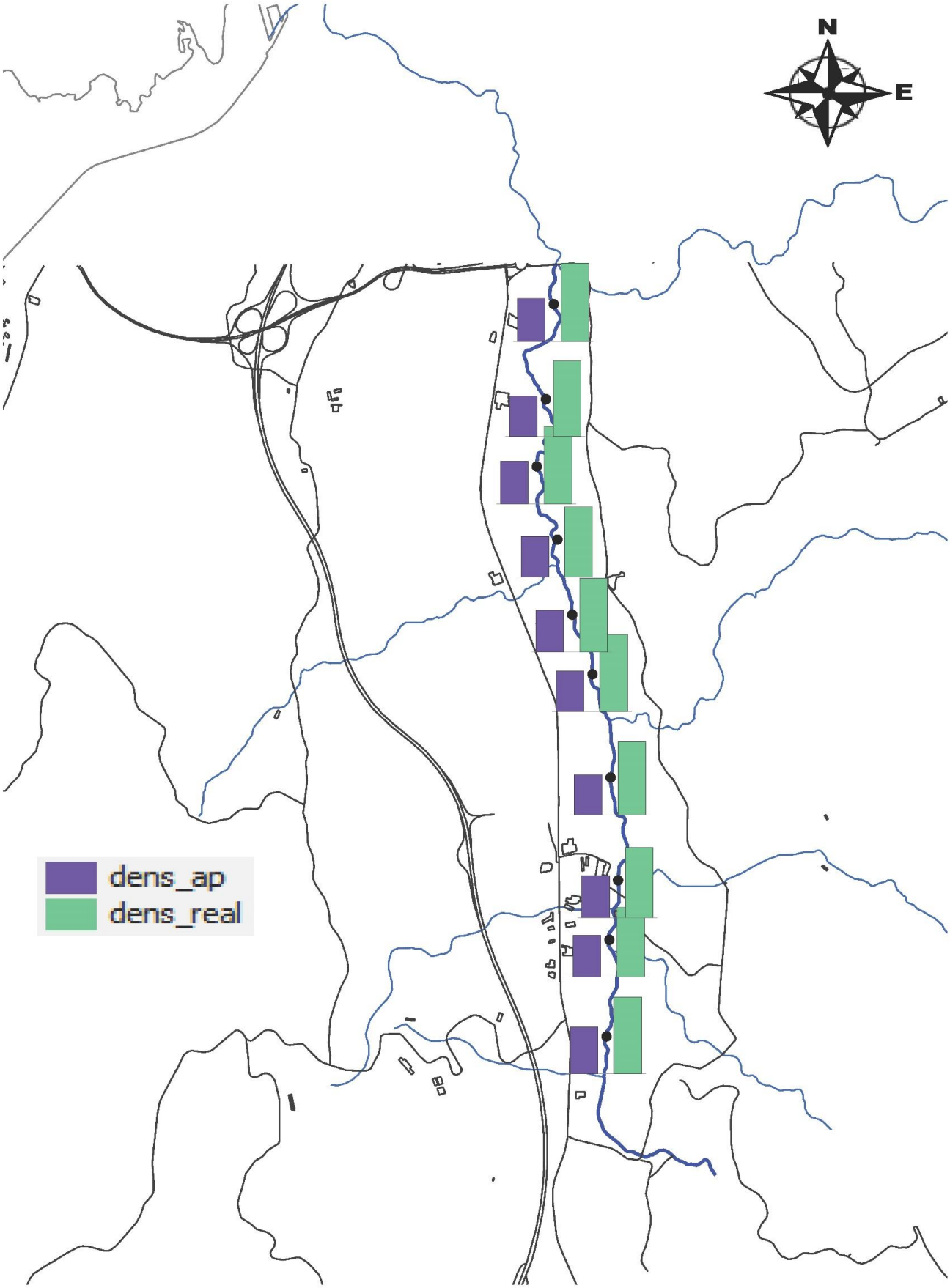
PROXECTO	Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)		
PLANO **TEXTURA**	AUTOR Antón Vidal Alonso	ESCALA / DATA XUÑO 2013	Nº 3



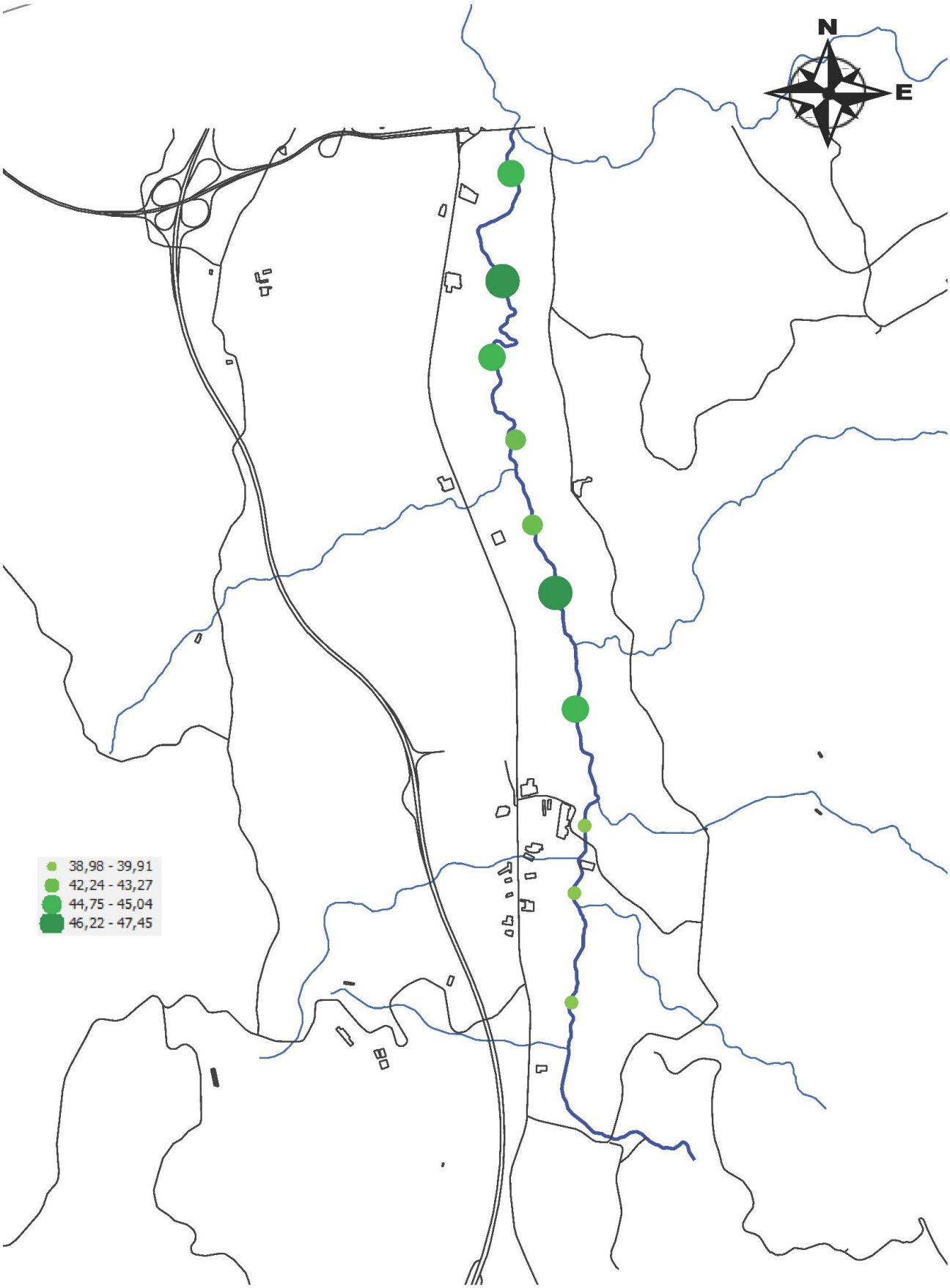
PROXECTO	Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)		
PLANO **DENSIDADE APARENTE**	AUTOR Antón Vidal Alonso	ESCALA / DATA XUÑO 2013	Nº 4



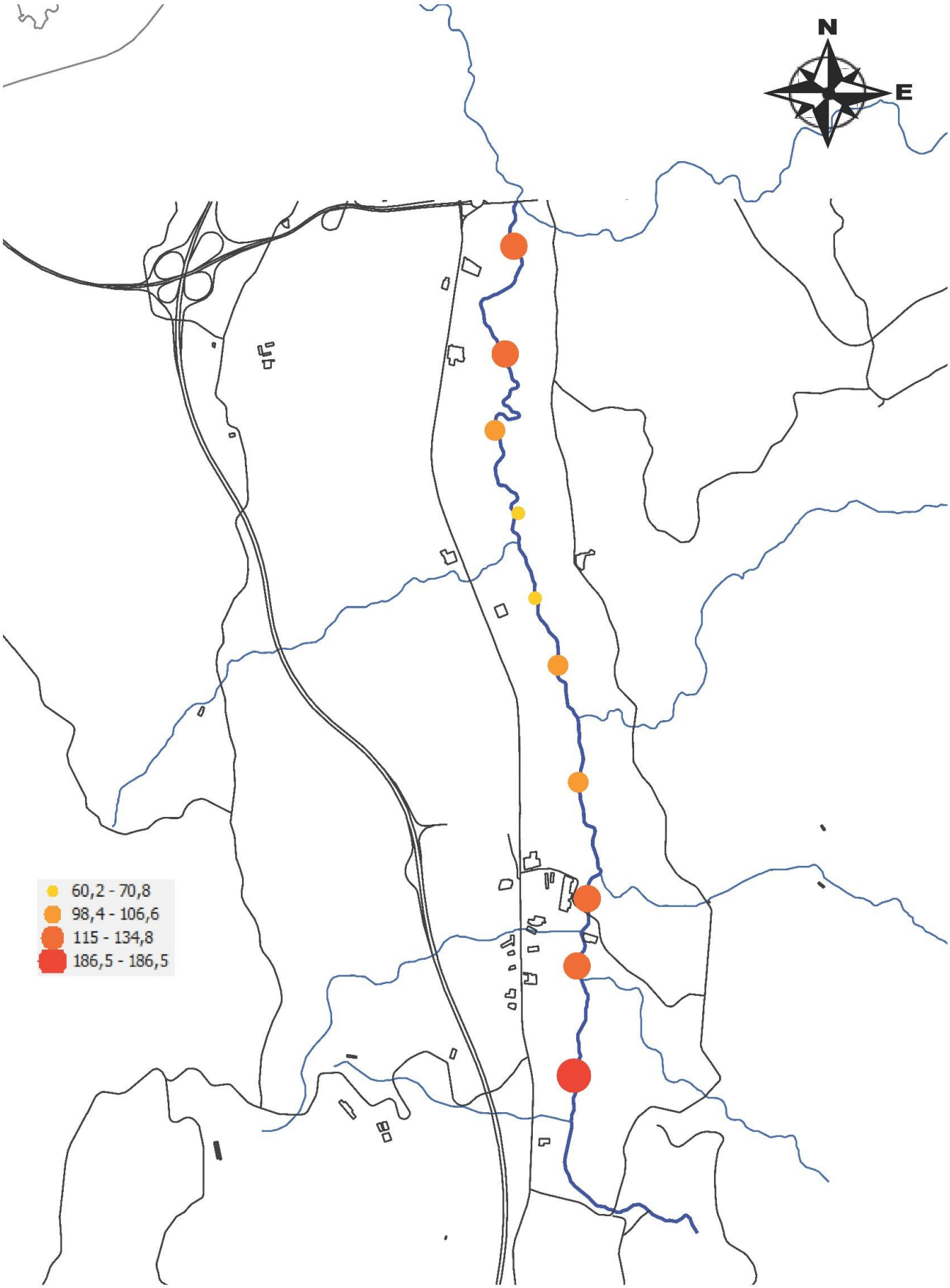
PROXECTO	Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)		
PLANO **DENSIDADE REAL**	AUTOR Antón Vidal Alonso	ESCALA 0 200 400 600 Metros / DATA XUÑO 2013	Nº 5



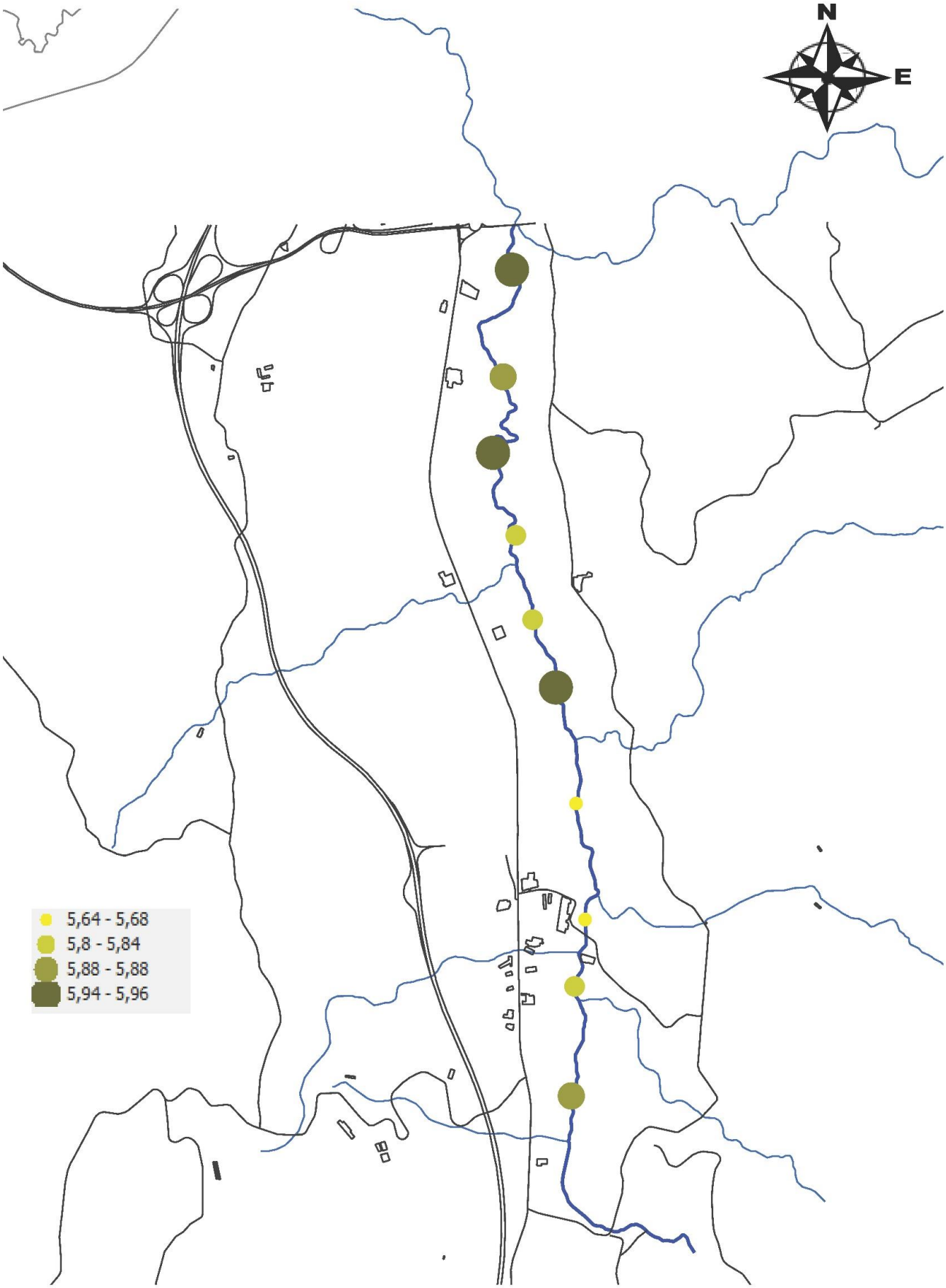
PROXECTO: Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)			
PLANO: **DENSIDADE APARENTE/REAL**	AUTOR: Antón Vidal Alonso	ESCALA: 0 200 400 600 Metros DATA: XUÑO 2013	Nº 6



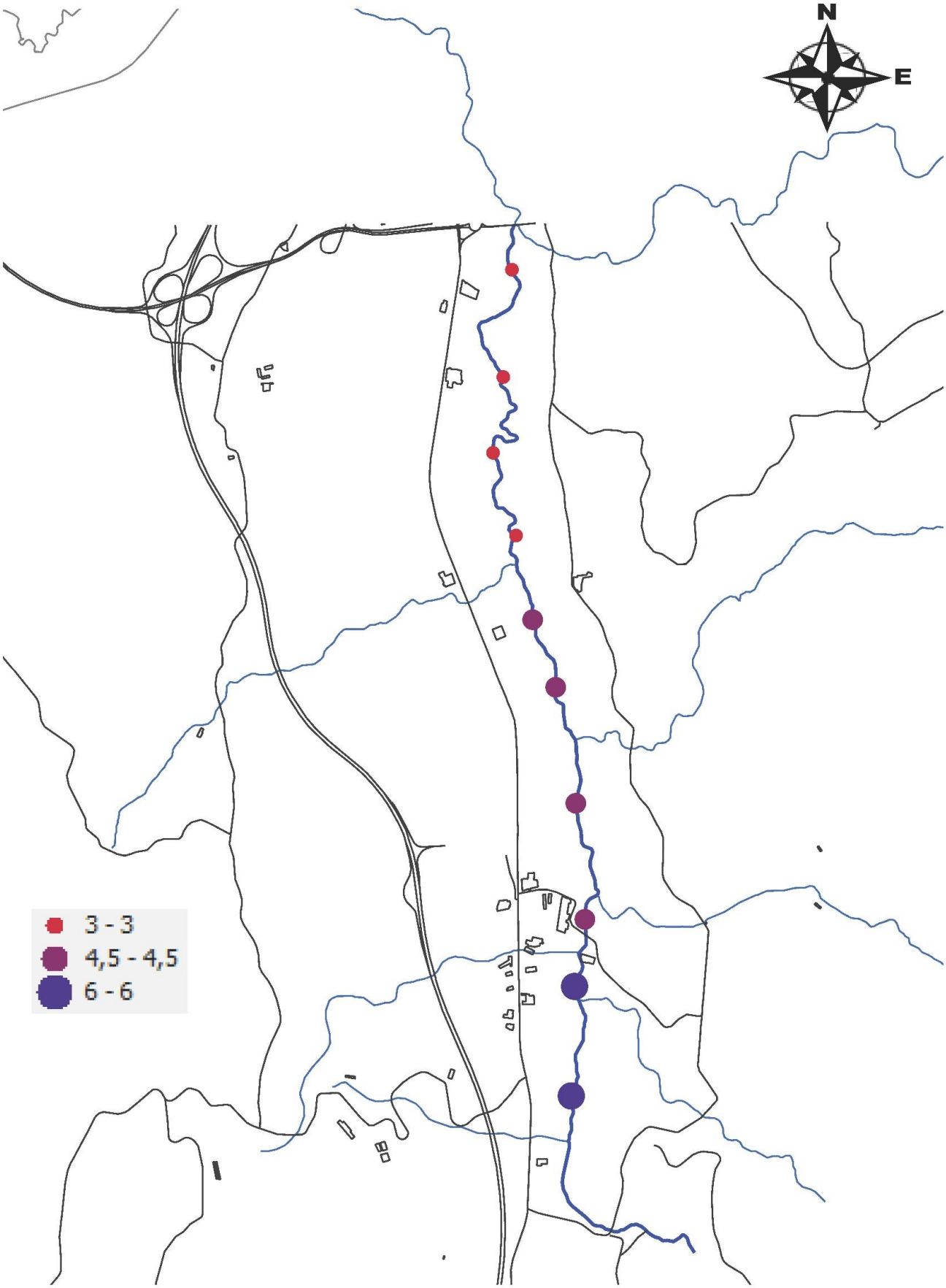
PROXECTO	Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)		
PLANO **POROSIDADE**	AUTOR Antón Vidal Alonso	ESCALA 0 100 200 300 Metros / DATA XUÑO 2013	Nº 7



PROXECTO	Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)		
PLANO **SALINIDADE**	AUTOR Antón Vidal Alonso	ESCALA 0 100 200 300 Metros DATA XUÑO 2013	Nº 8



PROXECTO Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)			
PLANO **ACIDEZ**	AUTOR Antón Vidal Alonso	ESCALA 0 100 200 300 Metros DATA XUÑO 2013	Nº 9



PROXECTO: Caracterización Física e Química do Leito do Río dos Gafos no Tramo Boullosa-Marco (Pontevedra)			
PLANO: **CONTIDO EN Ca e Mg**	AUTOR: Antón Vidal Alonso	ESCALA: 0 100 200 300 Metros DATA: XUÑO 2013	Nº 10